



**SOIDEN JA TURPEEN TUTKIMUKSEN KEHITYS 100 VUODEN AIKANA SUOMESSA**  
**Kimmo Virtanen**

Suot 100 vuotiaassa Suomessa osa II  
Suoseuran seminaari 21.11.2017, Tieteiden talo, Helsinki

Esitelmän sisältö :

## **SOIDEN JA TURPEEN TUTKIMUKSEN KEHITYS 100 VUODEN AIKANA SUOMESSA**

”Mitä nykyään tiedetään soista ja turpeista enemmän kuin 100 v sitten”

- \***Turvevarojen kartoitus**; turpeen kuvaus (kairausnäytteet, von Post), paikannus (mittaus, kartat, GPS), Korkeus (vaaitus laserkeilaus), syvyys (maatutka, lentogeofysiikka), turvevarojen laskenta
- \***Tietämys soiden stratigrafiasta ja kehityshistoriasta**
- \***Soiden sisältämän hiilivarannon kehitys**
- \***Turpeen ominaisuudet (fysikaaliset ja kemialliset)**
- \***Soiden käyttö malminetsinnässä**



ESITELMÄSSÄ EI KÄSITELLÄ:

METSÄ-, KASVI-, YMPÄRISTÖ-, ILMASTOVAIKUTUS-, TEKNIikka- YM.

TIETEELLISTÄ TUTKIMUSHISTORIAA, EIKÄ SUO- JA TURVETUTKIMUKSEN HENKILÖHISTORIAA

## TURVEVAROJEN KARTOITUS

Turvetutkimuksia on GTK:ssa ja edeltävissä organisaatioissa tehty koko laitoksen olemassaolon ajan. (GTK perustettu 1886 \*)

\*Vanhimmat turvetutkimukset liittyivät geologiseen kartoitukseen ja soiden luonnonhistoriallisiin selvityksiin.



\*)

Geologinen komissioni	1886 -
Geologinen toimikunta	1925-
Geologinen tutkimuslaitos	1946 -
Geologian tutkimuskeskus	1983 -

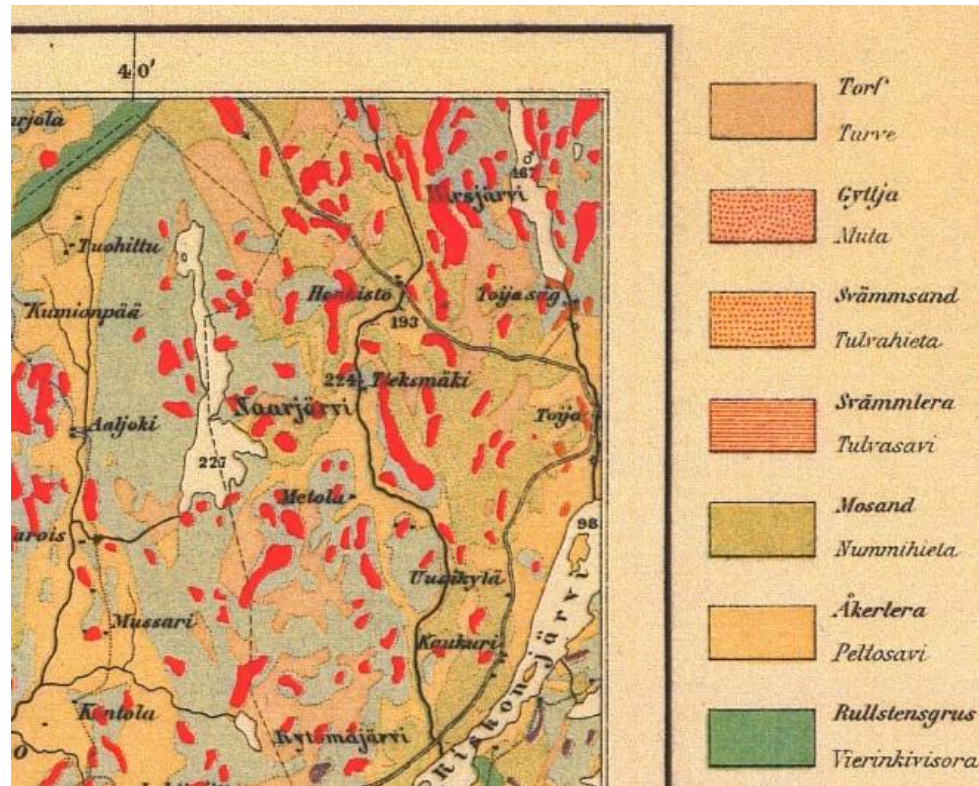
## Alussa ei ollut käsitteistöä soiden ja turpeen kuvaamiseksi

J.J. SEDERHOLM 1892 (suomentanut G. V. LEVANDER)

Suomen geologinen kartta no N18 (Tammela) 1 : 200 000

*”... suot,..., ovat enimmäkseen autioita valkosammal-soita,... Joskus on kasvillisuus suon keskellä ollut niin rikas, että pinta täällä on useita jalkoja korkeammalla, kuin reunoilla. ....Rengon Löyttysuossa turve on paikoittain niin hyvin mädännyt, että siinä rehottaa ruohokasvillisuus.”*

(kuvaus on tehty 20 vuotta ennen von Postin luomaa käsitteistöä turvekerrostumien kuvaamiseen)



# KÄSITTEISTÖ TURPEIDEN JA SOIDEN KUVAAMISEKSI SYNTYI:

\*1913 ruotsalainen von Postin julkaisi "turvekaavan"

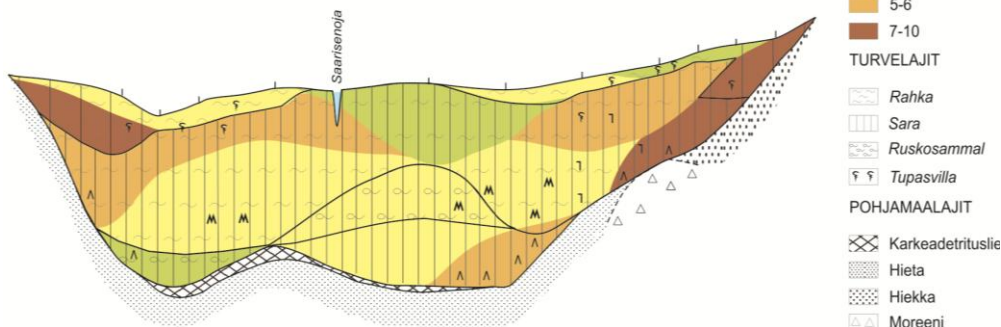
Kaavassa kuvattiin mm. turvelaji ja turpeen maatumaisuusaste (10-asteikko)

\*→1924 "GTK:n turveluokitus ja tutkimusohjeet"

\*1912 A.K. Cajanderin Suotyypiluokitus



SAARISENOJANNIITTY, Kiiminki



- H<sub>1</sub> Aivan maatumatonta turvetta. Kun turvetta puristetaan kädessä, erkanee väritöntä, kirkasta vettä. Osittain vielä elävät kasvinosaset selvästi tunnistettavissa.
- H<sub>2</sub> Melkein maatumatonta turvetta, josta puristettaessa erkanee jokseenkin kirkasta, kellertävää vettä. Kasvinjätteet ovat lähes maatumattomia.
- H<sub>3</sub> Tuskin maatunutta turvetta, josta puristettaessa erkanee selvästi sameata vettä. Kasvinjätteet ovat vielä heikosti kimmoisia, tummentuneita mutta vielä tunnistettavissa.
- H<sub>4</sub> Heikosti maatunutta turvetta, josta erkanee vahvasti sameata vettä ja kasvinjätteiden rakenne on hieman puuromaista. (Nyrkkirautajännös).
- H<sub>5</sub> Jonkinverran maatunutta turvetta, jossa kasvinjätteiden rakenne on pääosiltaan vielä tunnistettavissa. Puristettaessa menee vähän turveainetta sormien välitse ja sen ohella hyvin sameata vettä. Jännös on puuromaista.
- H<sub>6</sub> Kohtalaisesti maatunutta turvetta, jossa kasvirakenne on epäselvä, tumma ja hyvin puuromaista. Puristettaessa menee 1/3 turveainetta sormien välistä. Kasvinjätteiden tunnistaminen amorfisesta massasta on vaikeata.
- H<sub>7</sub> Melko maatunutta turvetta, jossa kasvirakennetta voidaan erottaa vielä aika paljon. Puristettaessa menee noin 1/2 turpeesta sormien välistä ja vesi on vellimäistä.
- H<sub>8</sub> Hyvin maatunutta turvetta, jonka kasvirakenne on epäselvä. Puristettaessa menee noin 2/3 sormien välitse. Vellimäistä vettä saattaa erottua. Jännöksen muodostavat juuret ja muut hyvin säilyvät kasvinosat.
- H<sub>9</sub> Melkein täysin maatunutta turvetta, jossa tuskin erottaa mitään kasvinjätteitä. Puristettaessa menee melkein koko turvemäärä samankaltaisena puuromaisena massana sormien välitse.
- H<sub>10</sub> Täysin maatunutta turvetta, jossa ei voi erottaa mitään kasvinjätteitä. Puristettaessa menee koko turvemäärä sormien välitse.

# GTK:n turvevarojen kartoitusta maastossa – digitallennus

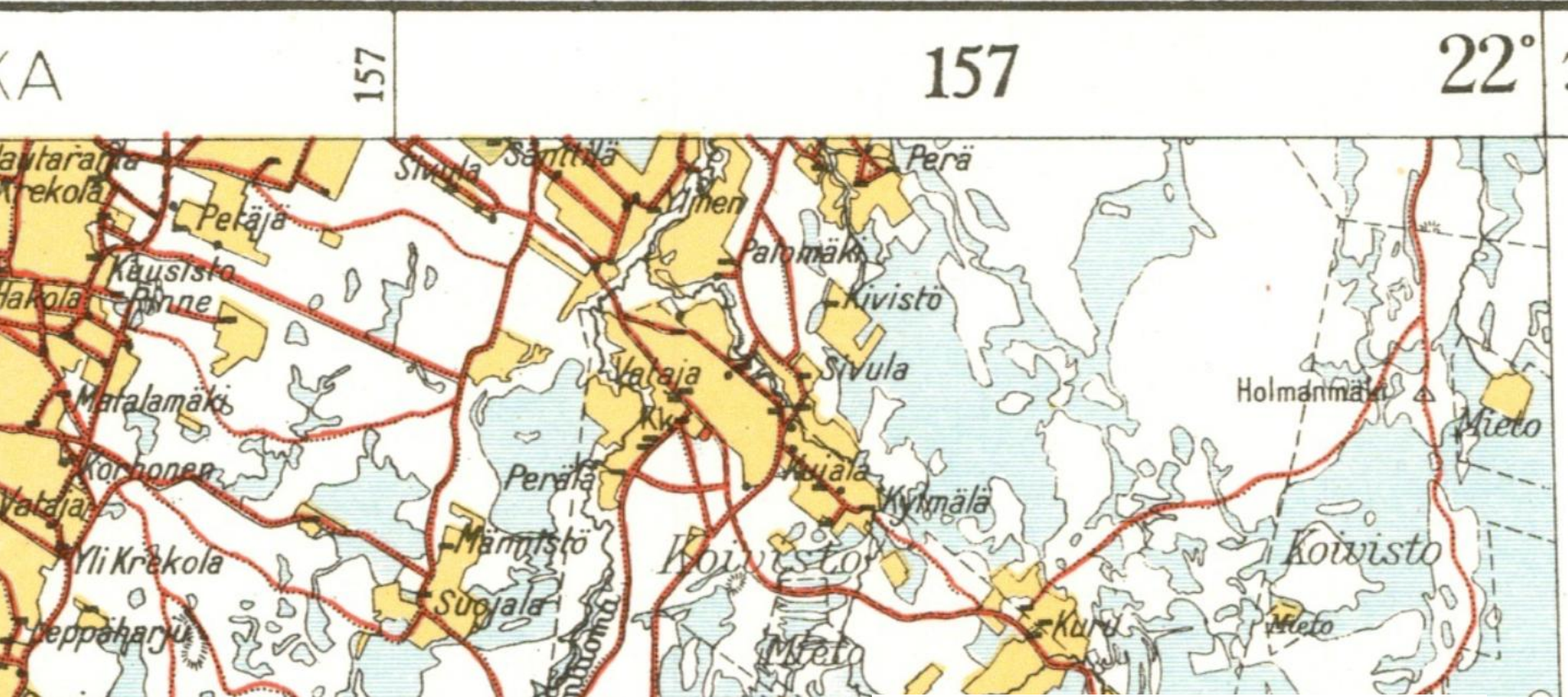
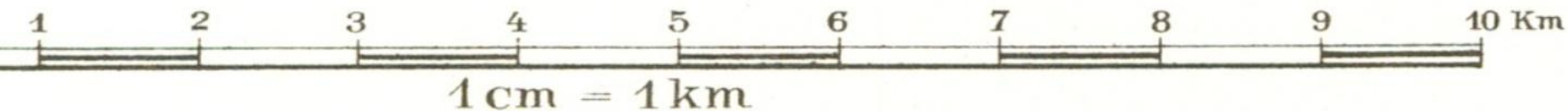


**GTK tutkii maastossa:**

Turpeen paksuus  
Turvelajit  
Turpeen  
maatuneisuusaste  
Suotyypit ja  
luonnontilaisuus  
Pinnanmuodot (Z)  
Puusto ja mättäisyys  
Luontoarvoja

Tutkimuspisteiden paikannus oli pitkään työlästä epätarkkojen karttojen takia

Mittakaava, 1:100 000 Skala



Taloudellinen kartta (Kauhajoki 1936)

Kimmo Virtanen

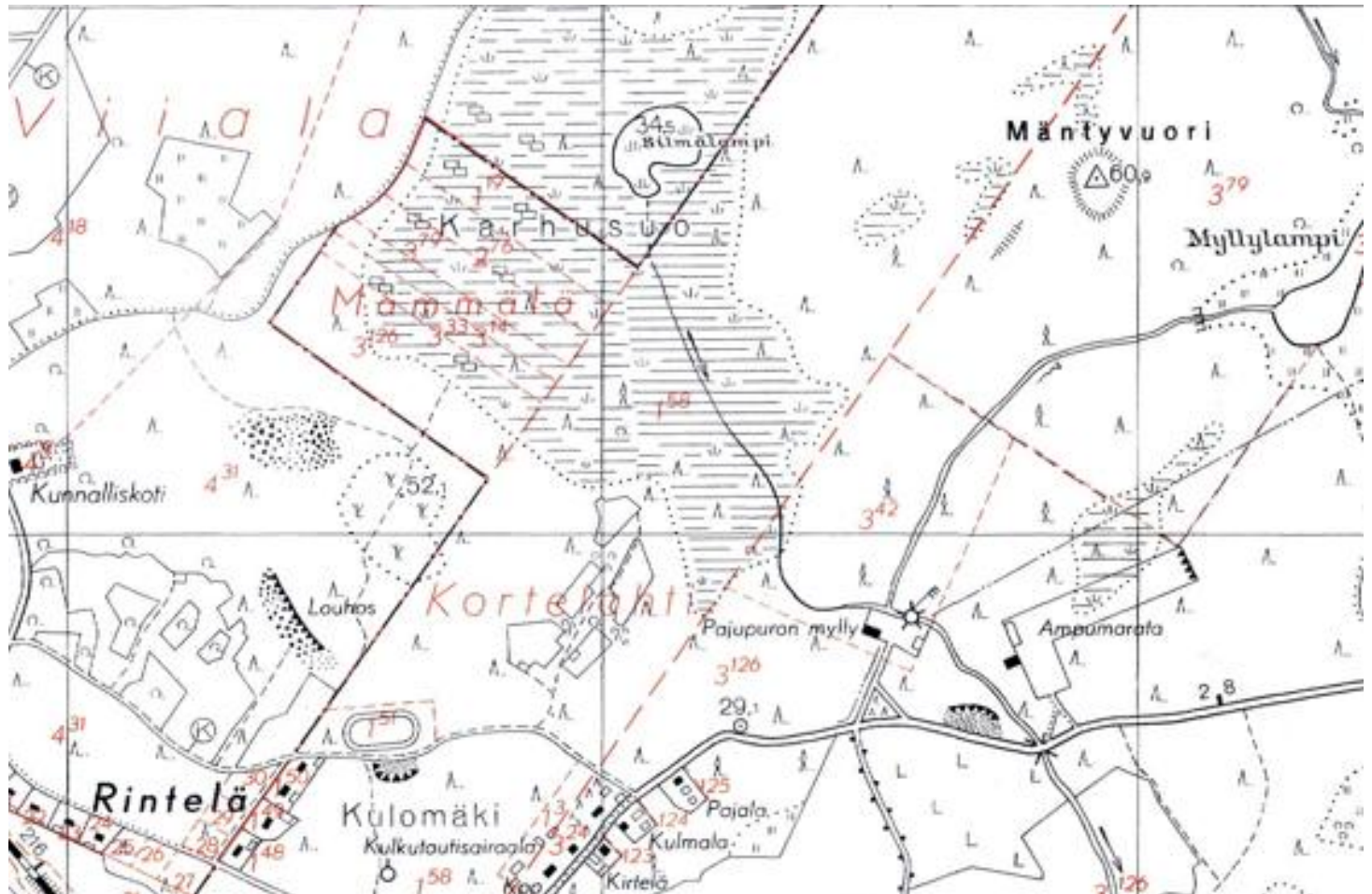


Suo  
Kärr mosse

**Paikannus helpottui 1948 alkaen:**

**Peruskartta 1:20 000 → GTK:ssa oli käytössä peruskartan suurennos 1:10 000**

-kartalle oli merkitty mm. Suon rajaus, lammet, purot, kiinteistörajat jne.



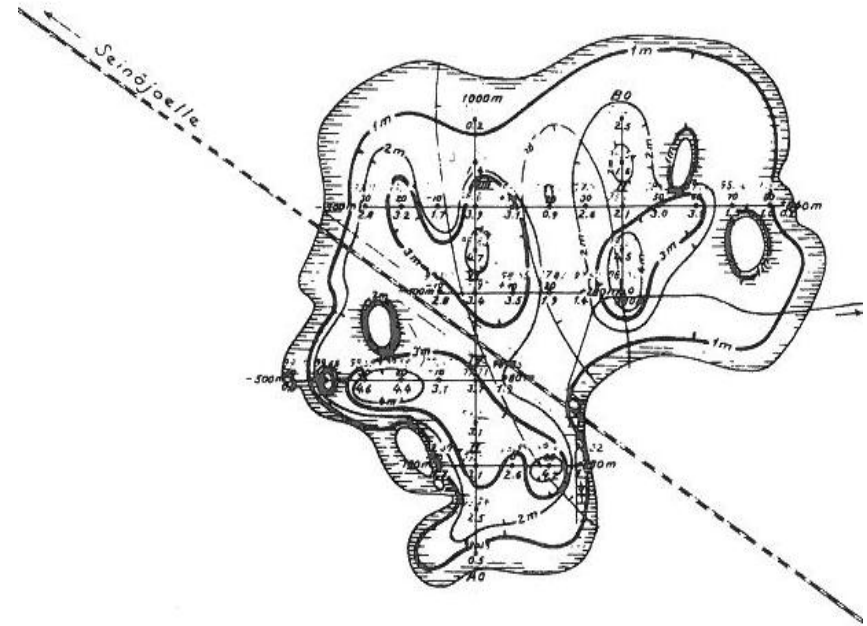


GTK:ssa tutkimuspisteet paikannettiin 2000-luvulle  
asti mittaamalla linjoja pitkin  
→ GPS –paikannus korvasi mittauksen



# KELTAMÄENNEVA NURMO

0 100 200 300 400 500 1000 m  
MITTAKAAVA 1:10.000

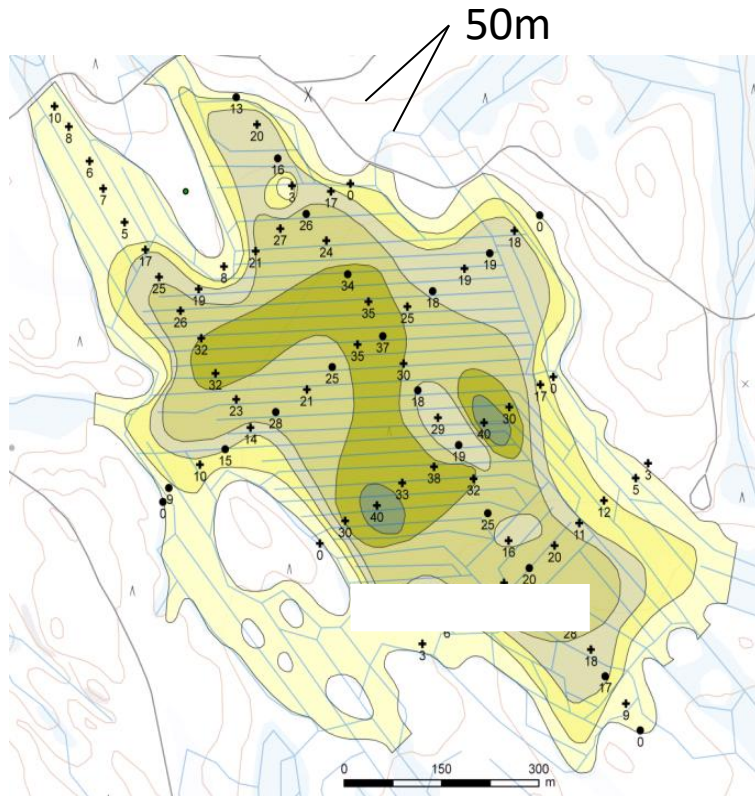


Mustat numerot = linjaverkoston paalujen numerot; jako-osa 100m.  
Vihreät numerot ja käyrät = suonpinnan korkeus metreissä yläpuolella merenpinnan.  
Ruskeat numerot ja käyrät = turvekerroksen paksuus metreissä.



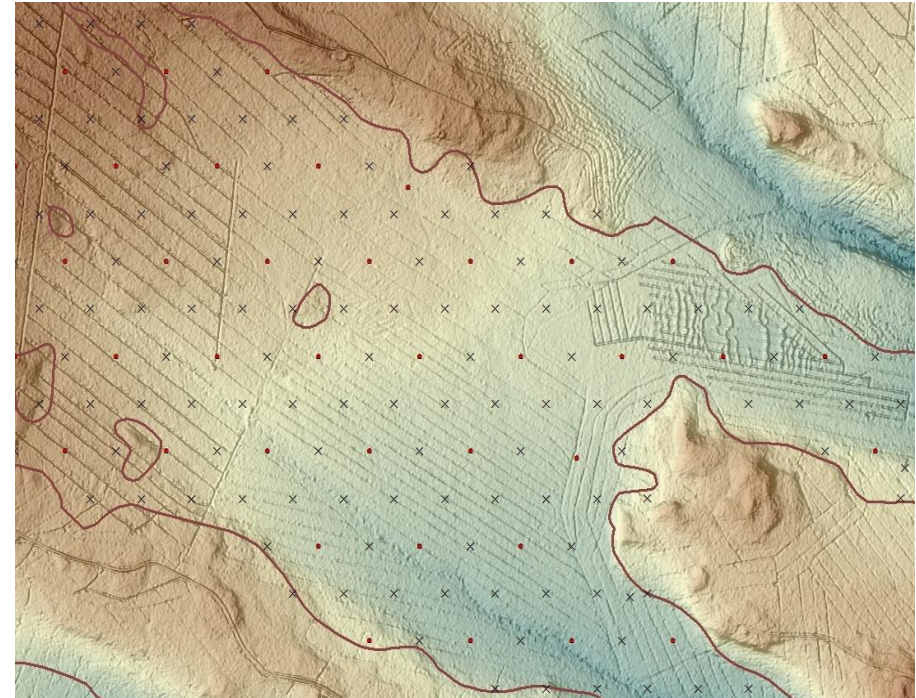
## GPS paikannuksen seurauksena tutkimuslinjaston tilalle tuli tutkimusverkosto

Linjastotutkimus (paikannus: mittaamalla + paalutus)  
(menetelmä **1942 - 2010**)



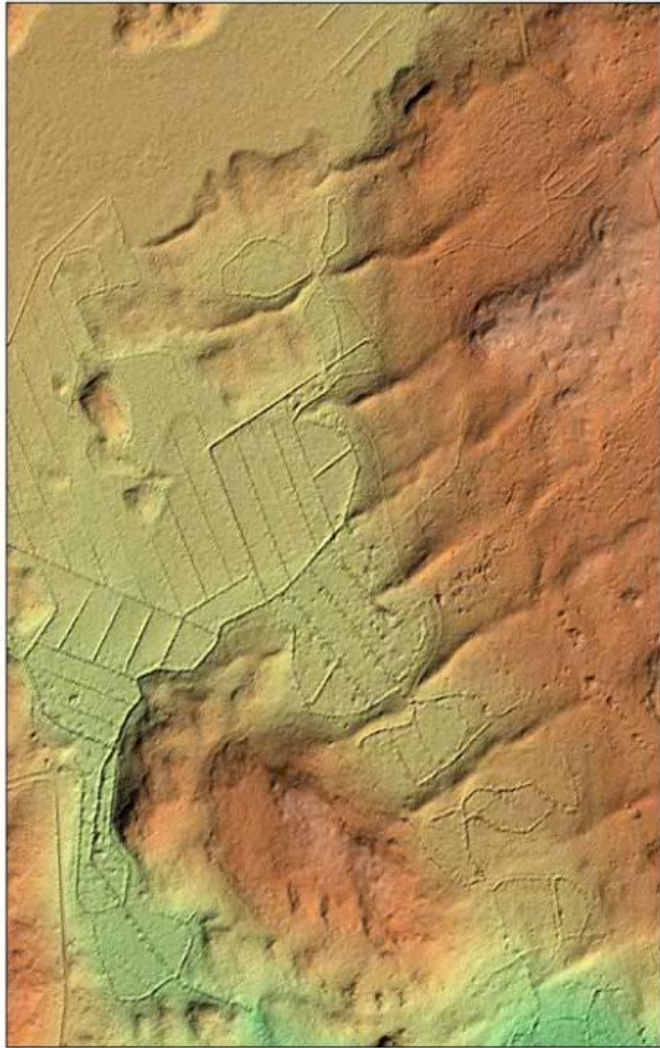
- 50 m x 200 m
- Korkeudet vaaitsemalla
- Profiilit (turvelajien vaihtelu)
- Tutkimuskatveet

Hilaverkkotutkimus (kolmiohilaverkko)  
(menetelmä **2011 →**) (paikannus: GPS:llä)



- 125 m x 125 m x 125 m
- Korkeudet laserkeilausaineistosta
- Parempi alueellinen kattavuus
- 3D mahdollisuudet

## Soiden viेतot saatiin ennen vaaitsemalla ja nykyisin laserkeilausaineistosta



**Maatutkauksella** saadaan selville ...

- Turpeen paksuus ja alla olevat mineraalimaakerrokset
- Perustuu radioaaltoihin



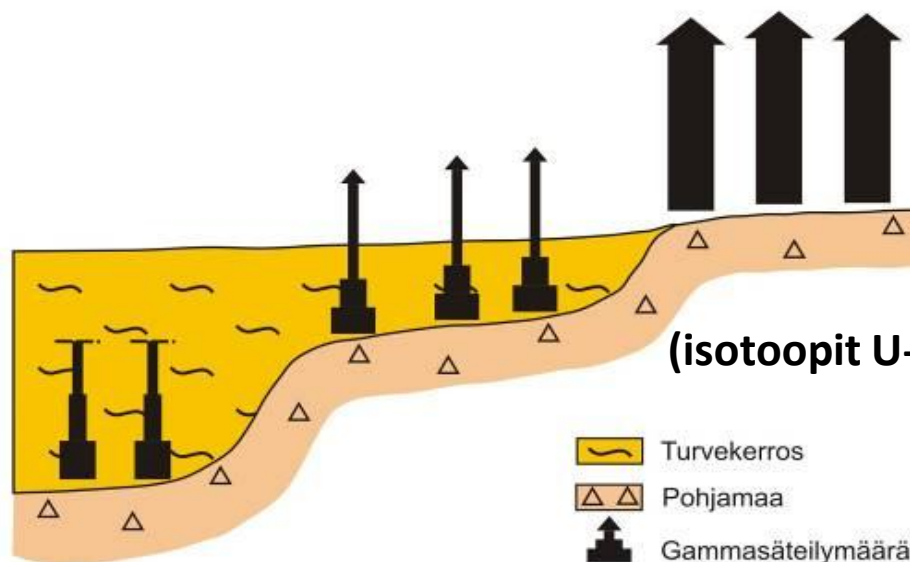
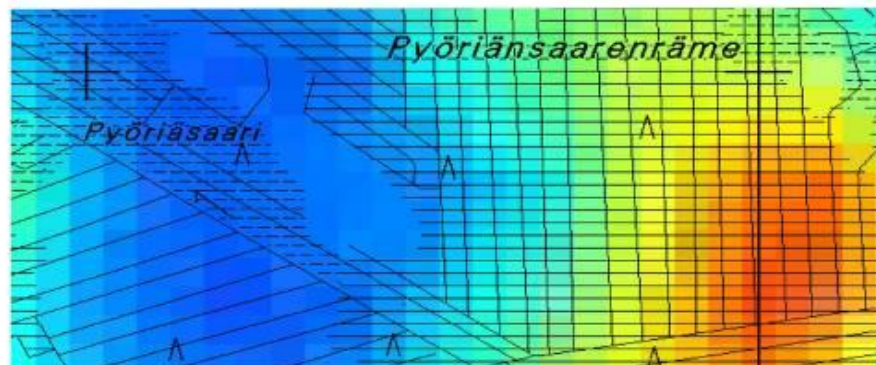
GTK:n aerogeofysikaalinen **matalalentomittauksella ...**  
saadaan alustavasti selville turvekerrostuman paksuus



Perustuu...

Mineraalimaan radioaktiiviseen säteilyyn. - Turve pidättää säteilyä.

### GAMMASÄTEILYN VAIMENEMINEN TURPEESSA



**-Tarkkatilavuuksinen näytteenotto**

→Kuiva-aineen määrä (kg/suo-m<sup>3</sup>)

→Suon energiasisältö

Lisäksi tutkitaan:

-Tuhkapitoisuus (%)

-Lämpöarvo (MJ/kg – KWh/kg)

-Rikkipitoisuus

-Typpipitoisuus

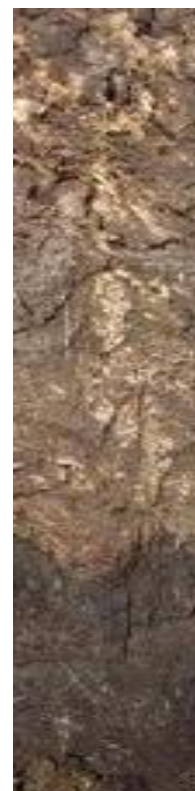
-(ravinteita, metalleja, pH)



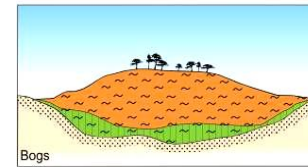
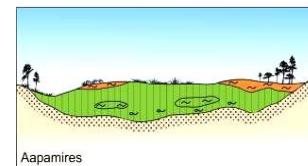
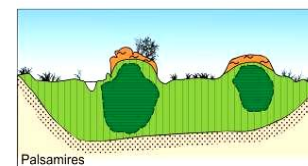


GTK:n tutkimuksen perusteella:

**”Oikea turve oikeaan käyttöön”**



Mire complex types in Finland



- Sphagnum
- Carex
- Bryales
- Ice peat
- Bottom soil ( clay, sand, till )

NYKYISIN TIEDETÄÄN...

SUOMESSA ON ARVIOLTA ...

• **Tuotantokelpoista ojitettua turvemaata**  
**n. 0,6 milj. ha**

= **7 %** turvemaiden pinta-alasta

\*93 % suoalasta ei sovellu turvetuotantoon,  
joko teknisesti tai ovat ojittamattomia

• **Energiaturvetta ojitetuilla soilla on**  
**n. 12 mrd suo-m<sup>3</sup>**

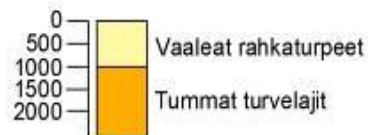
= n. 650 milj toe (ekv. öljy tonnia)

= **n. 6 000 TWh**

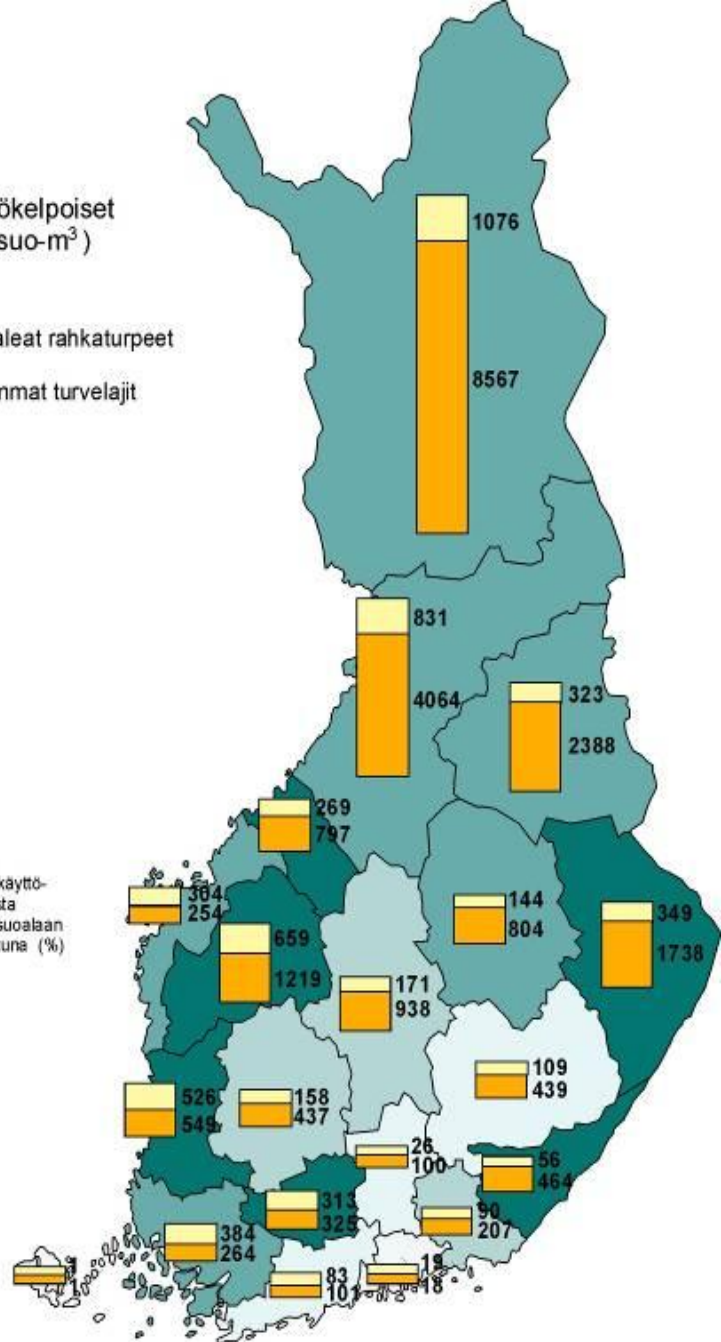
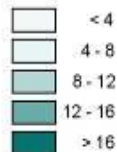
**Vaaleaa rahkaturvetta ojitetuilla soilla on**  
**n. 3 mrd suo- m<sup>3</sup>**

**TURVEVAROISTA ON JO KÄYTETTY :**  
**n. 1,3 mrd suo-m<sup>3</sup>**

Teknisesti käyttökelpoiset  
turvevarat (milj.suo-m<sup>3</sup>)



Ennuste teknisesti käyttökelpoisesta suoalasta metsätieteelliseen suoalaan (8,9 milj.ha) verrattuna (%)

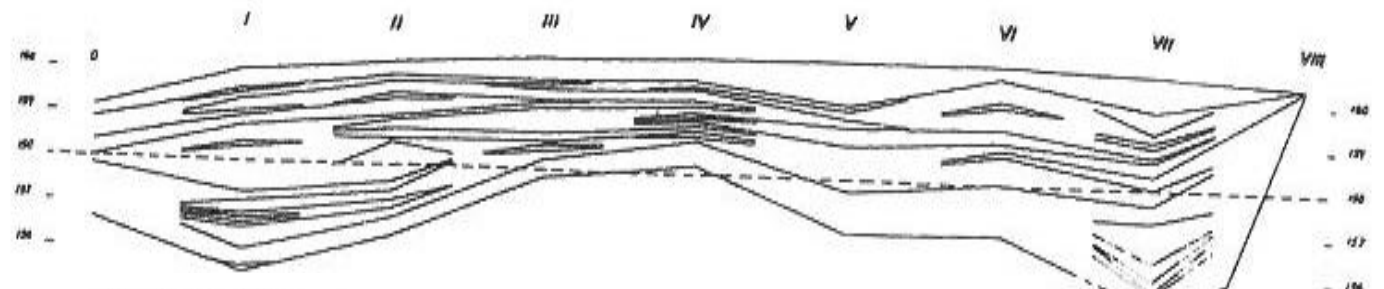


# TIETO SOIDEN STRATIGRAFIASTA KEHITTYI VÄHITELLEN



*” ... jos molempia turvelajeja on yhdessä kohden on rahkaturve aina turvemudan päällä, joka selvästi osoittaa, että jälkimäinen on edellisestä maatonut.”*

(K. AD. MOBERG 1888 Geologinen kartta no 21 Tammisaari)



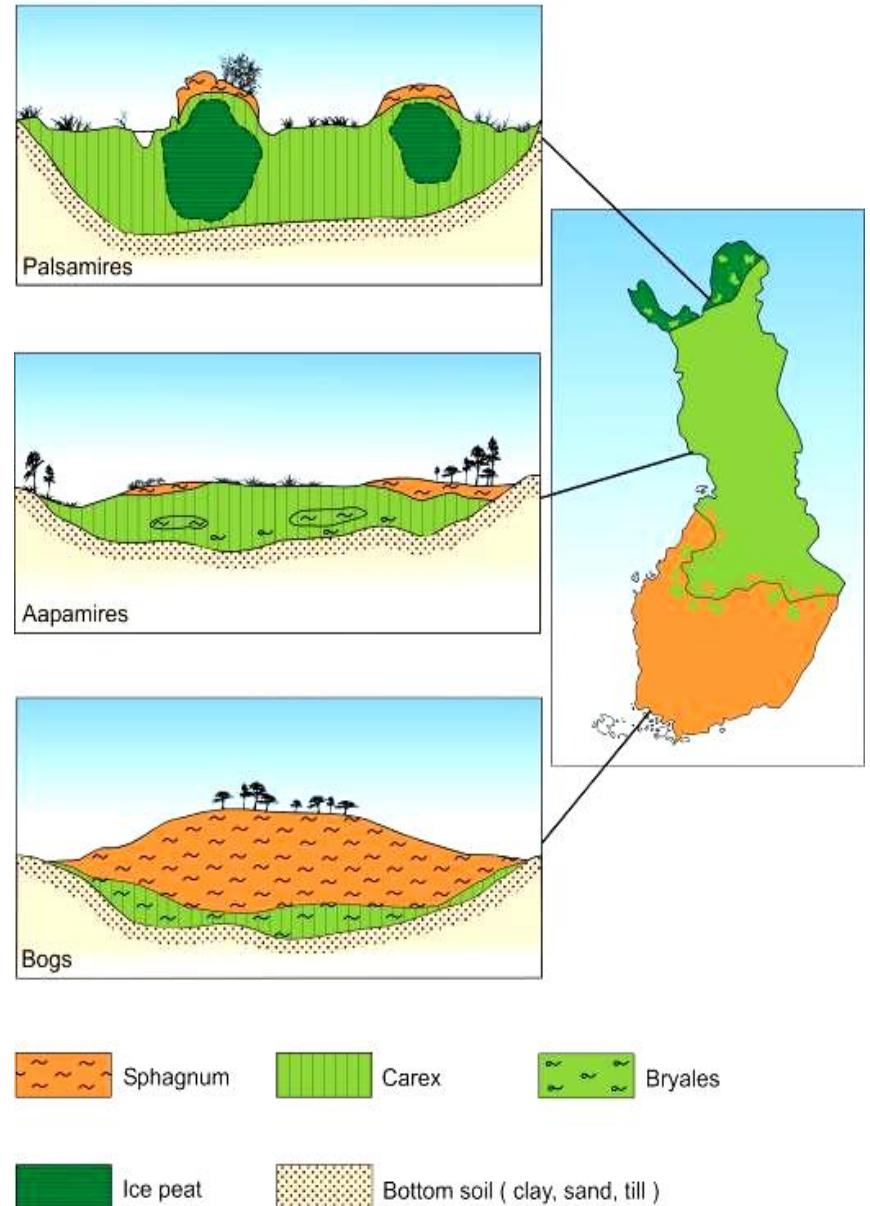
**HAUTALAMMENNEVA** 1943  
Parkano  
Pituusmittakaava: 1:2000 Korkeusmittakaava: 1:100

GEOLOGINEN TOIMIKUNTA 1943

# SUOYHDISTYMIEN YLEINEN KERROSRJESTYS



## Mire complex types in Finland

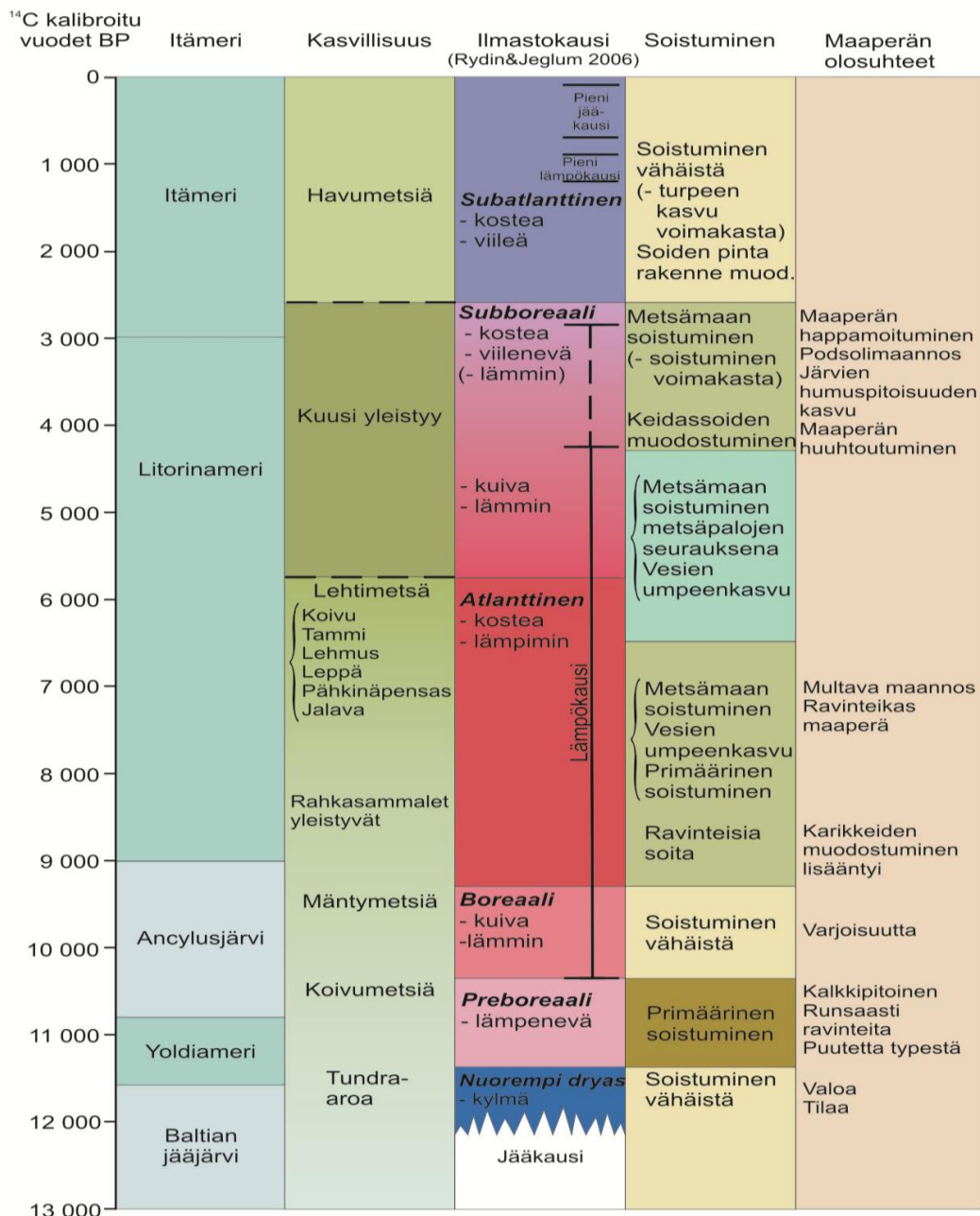




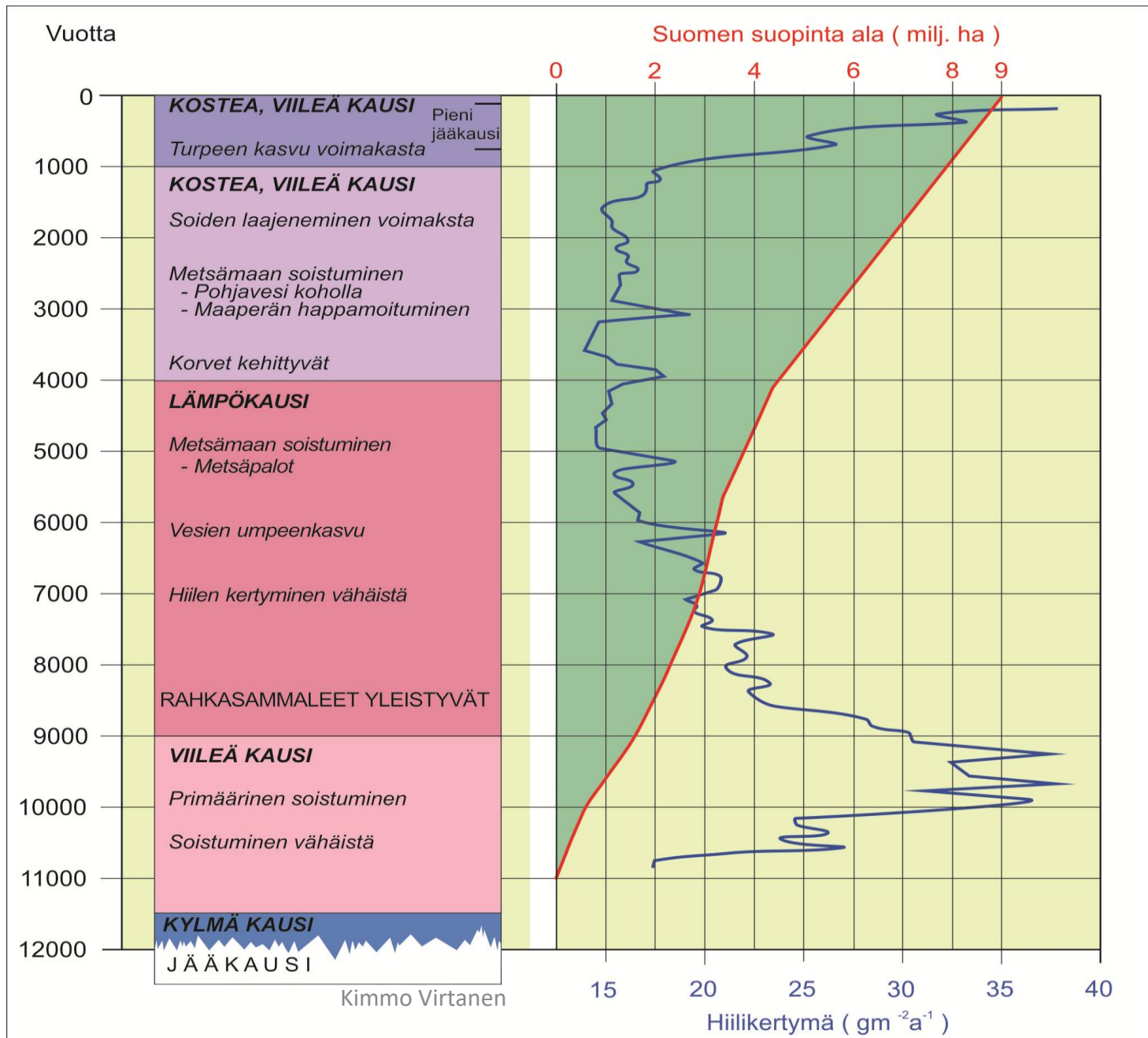
# SOISTUMISEN HISTORIA SUOMESSA ON SELVITETTY VÄHITELLEN mm. siitepölytutkimusten avulla



Kuusen yleistyminen (Tolonen 1983)



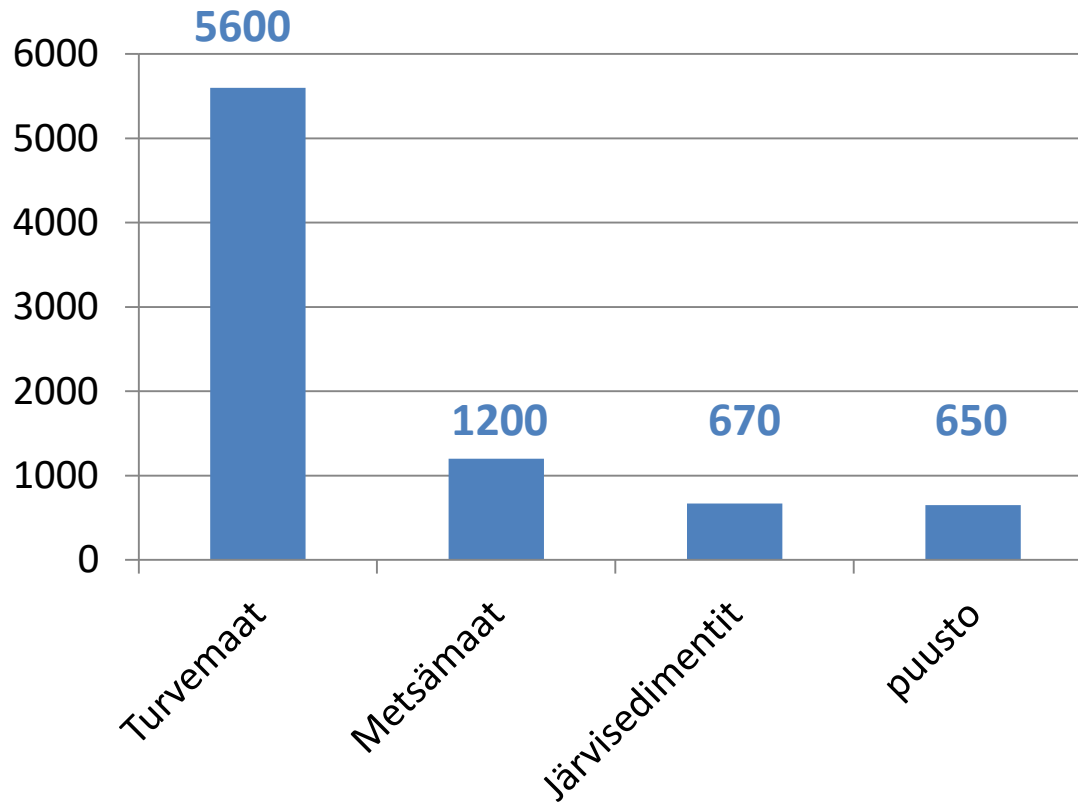
# SOIDEN HIILEN KERTYMÄNOPEUS JA SUOPINTA-ALAN KASVU



## SUOMEN HIILIVARASTOISTA tiedetään...

→ Suomen hiilivarastosta 3/4 osaa on soissa

milj. tonnia  
hiiltä (=Tg)





## **TURPEEN OMINAISUUKSISTA TIEDETÄÄN NYKYISIN mm.**

### Turpeella on...

Pieni tilavuuspaino

Huokoinen rakenne (löyhä kerrostuminen, Sphagnumin solukkorakenne)

Suuri huokostilavuus

Suuri ominaispinta-ala

Suuri nesteiden imu- ja pidätyskyky

Suuri adsorptiokyky

Antiseptisia ominaisuuksia

### Turpeen...

pH, on matala 3 – 5,5

Turvehiukkasilla negatiivinen sähkövaraus (sitoo +ioneja, mm. metalleja)

Maatunut turve: hyytelömäiset humuskolloidit

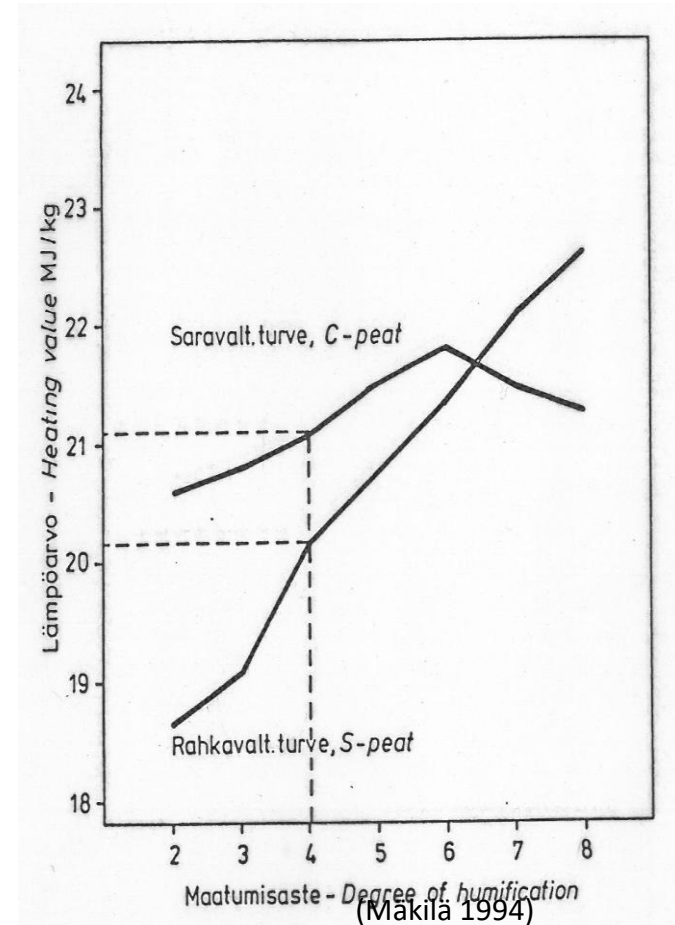
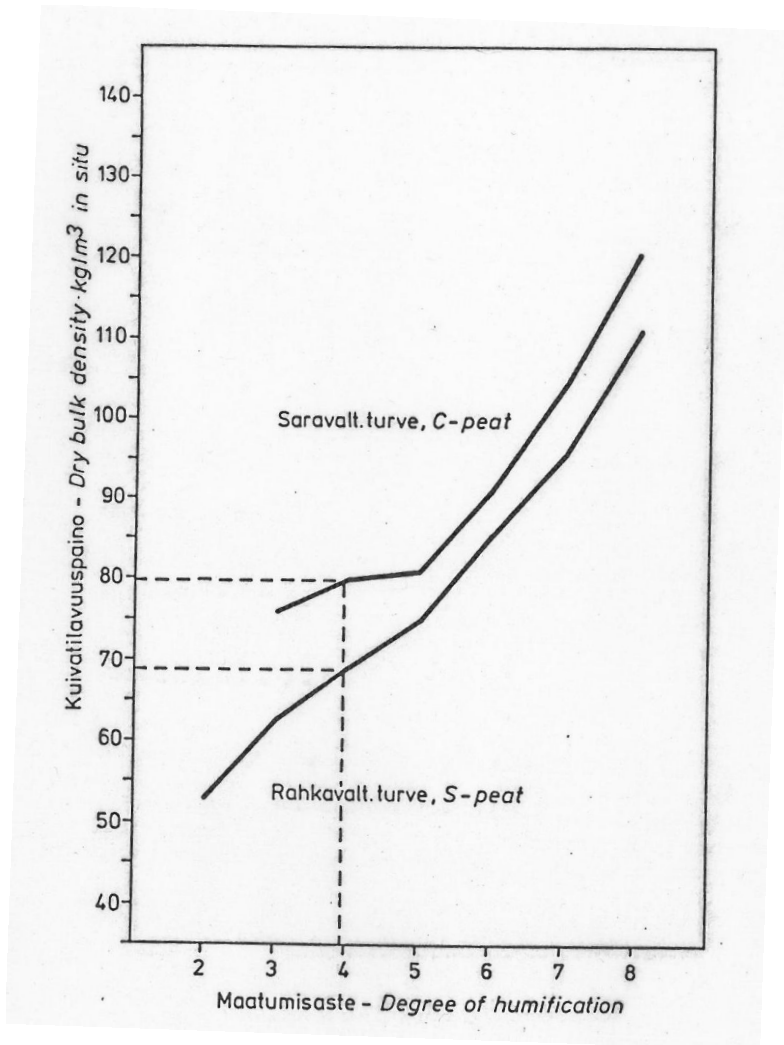
\*sitoo kationeja, kaasuja, väriaineita, öljyä, liuottimia, proteiineja

Maatumaton Sphagnum turve : hydrolysaatti

\* uronihappoja, aminohappoja + muita orgaanisia happoja

# TURPEEN OMINAISUUKSISTA TIEDETÄÄN NYKYISIN mm.

... kuivatilvuuspaino ja lämpöarvo ovat turvelajista ja maatumisasteesta riippuvaisia



1900 – luvun alussa...

\*Helsingissä käytettiin eniten turvetta koko Suomessa ja

\*Helsingin lähipitäjät olivat turpeen suurin tuotantoalue Suomessa

Tiedettiin...

**Turpeella suuri nesteiden imu- ja pidätyskyky**

•Helsingissä taloissa oli ulkokäymälät

→ Käymälöissä käytettiin turvetta kuivikkeena

**Turpeella on hyvä lämmöneristekyky**

•Helsingissä 1900-luvun alussa rakennetuissa kivitaloissa on turve-eristeet

→ ... , mutta tulipalon syttyessä, palo voi kyteä viikkoja seinän turve-eristeissä

## OMINAISUUKSIIN PERUSTUEN, TURPEEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET OVAT LAAJAT



Vaaleat turpeet(*Acutifolia*, *Cuspidata*,  
*Palustris*)

Kasvualusta

Kuivike

Imeytys

Hajunpoisto

Lämpö- ja routaeristeet

Öljynpoisto

(Kompostointi)



Tummat turpeet

Energia

Palaturve

Kemianteollisuus

Lannoitteet

Vesieristeet

Turvekoksi

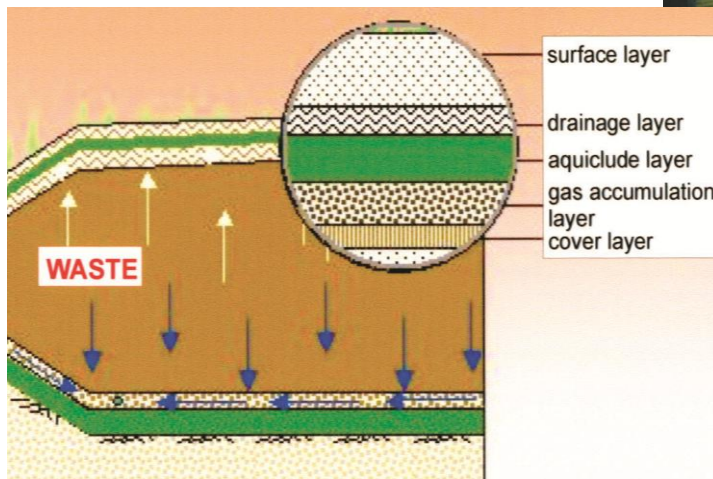
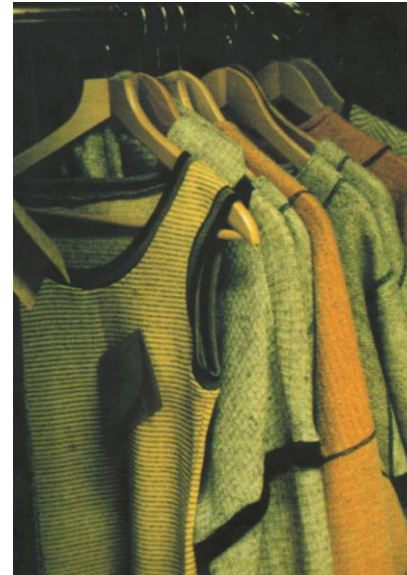
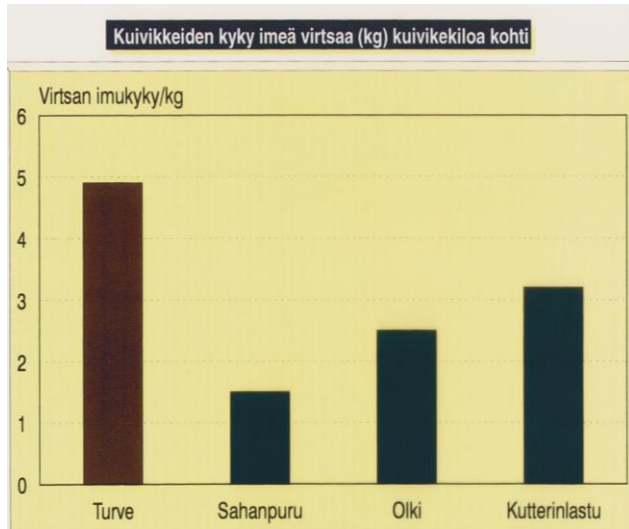
Aktiivihili

Bioöljyt

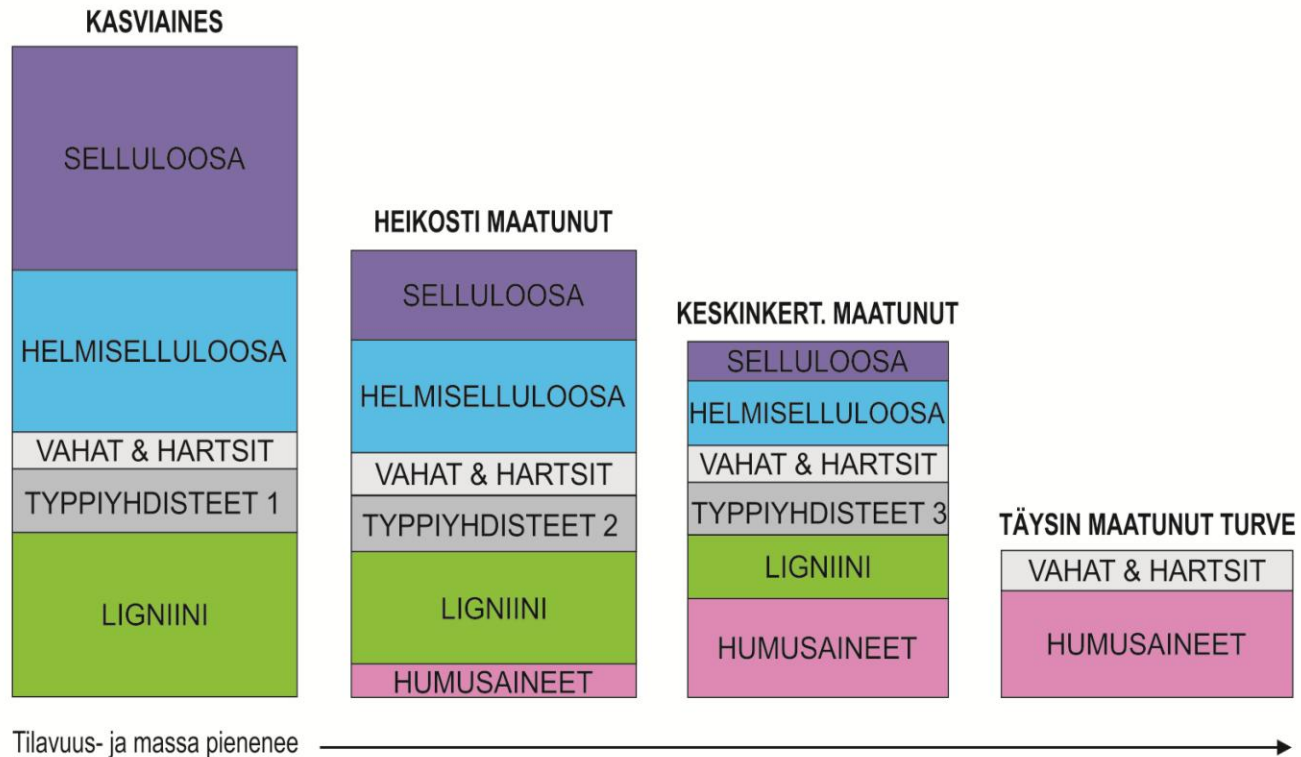
Hoitoturpeet

(lääketieteelliset preparaattit )

# Ominaisuuksiin perustuen turpeesta voidaan tehdä ns. "HI-TECH TUOTTEITA"



# KASVIAINEKSEN MUUTTUMINEN TURPEEKSI JA TURPEEN MAATUMINEN



Tyypiyhdisteet: 1. Kasviproteiinit  
 2. Kasvi- ja mikro-organismien tyypilliset jäännökset  
 3. Mikro-organismien tyypilliset jäännökset

Ekman 1981

## TURPEEN KEMIALLINEN JALOSTUS

TKK:n kemian professori Gustav Kompalla oli Hyrynsalmella salainen korpilaboratorio 1920-luvulla. → Siellä kehitettiin nestemäisiä polttoaineita puusta ja turpeesta.

Myöhemmin työ jatkui Helsingissä. Työ keskeytyi talvisodan sytyttyä.

Jatkosodan aikaan Komppa valmisti kotilaboratoriossaan 50 litraa polttonestettä päivässä omaan autoonsa.

Sodan lopulla Suomen valtio suunnitteli Kemiantehdasta: → turpeesta oli tarkoitus tehdä voiteluöljyä ja nestemäisiä polttoaineita

# Tervatehdas kanto salaisuutta

Juha Hankkila  
Hyrynsalmi

Hyrynsalmen Hallan sydänmailla, Saarijärven aamiahuone- maisemissa on toiminut erikoislaatuinen erämaatehdas ja salainen laboratorio, jonka lopullinen arvoitus alkoi paljastua vasta tällä vuosituuhannella. Yleisesti on puhuttu Hallan Ukon eli Johan Alfred Heikkisen (1863-1938) terva- ja tärpätitehtaasta. Tehtaan jäännökset ovat edelleen nähtävissä ja tehdasalueella on entisöity Löytöjoella.

Tehdas on ollut maailman tiedemaailman keskiössä, ja itsenäistyneen Suomen teknologisen kehityksen pilottihankkeita puolustusstrategisesti. Kaiken alku ja juuri on Hallan Ukon ja aikansa tunnetuimman suomalaisen kemistin Gustav Kompan ystävyys.

– Taustalla oli itsenäisyysaate. He molemmat ymmärsivät, että itsenäisyyden takeena täytyy olla sekä taloudellinen ja teknologinen riippumattomuus muista maista, asiaa tutkinut tohtori **Panu Nykänen** kertoo.

**Teknillisen Korkeakoulun** kemian professori Gustav Komppa (1867-1949) löysi "sattumalta" Hyrynsalmelta itsenäisyysmiehen ja polyteekkaroiden tukijan, Hallan Ukon.

Hallan Ukko itseoppineena insinööriä oli avustanut 1920-luvulla Oulun konepajaa kehittämään hyvälaatuisen tärpätin valmistukseen sopivan retortti-uunin. Hallan Ukko tunnettiin "maailman parhaana" tervanpolttajana ja retorttihiillon osajana.

Komppa puolestaan joutui itsenäisen Suomen puolustuslaitoksen tehtäviin vuonna



Hallan Ukon tervatehtaalla tehtiin salaisia kemiallisia kokeita, joilla pyrittiin kehittämään kotimaista polttoainetta torjuntahävittäjiin, joita Suomi tarvitsi itsenäisyytemme alkuvuosikymmeninä. Kokeita tehneen kuuluisan kemistin Gustav Kompan laboratorivälineitä on edelleenkin nähtävissä tervatehtaan ympäristössä. Laitteita tutkii koulun retkeillä viime syyskuussa Aleksis Kemppainen.

1918. Hänestä tuli insinööri- esikunnan räjähdysoaston johtaja. Maailmalla sotilasteknologia kehittyi harppauksin. Puolustusstrategisista syistä Suomenkin tuli valmistautua muun muassa torjuntahävittäjien käyttöön.

Kemistinä Komppa ryhtyi ratkaisemaan tärkeää teknologiasolmua: Mistä saadaan polttoaine näille koneille?

– Kompan kuuluisimman tutkimushankkeen alkutaiteja näyteltiin hiljaisuuden vallitessa Kainuun korvessa Löytöjoella, Nykänen arvelee.

Tervatehtaan miljööseen juuri itsenäistyneen Suomen strategisesti salaiset tieteelliset kokeet naamioituvat oivallisesti.

– Se oli hyvin peiteltyä toimintaa, Nykänen vakuuttaa.

Kompan tavoitteena oli kehittää lentokonebensiniä puuraaka-aineesta, jota vielä silloin oli Kainuussa oli riittämiin.

**Sittemmin kokeet** kotimaisen nestemäisen polttoaineen

valmistamiseksi tehtiin 1927-1928 Teknillisen Korkeakoulun kemian laboratoriossa Helsingissä, mutta salaiset alkukokeet tehtiin Hyrynsalmen korpilaboratoriossa.

– Komppa haki dieselpolttoaineen kaltaista moottorin menovettä lentokoneisiin, Nykänen selvittää.

Talvisodan syttyminen keskeytti polttoainekokeet Helsingissä. Seuranneen toisen maailmansodan aikana Komppa pystyi jo valmistamaan yksityislaboratoriossaan noin 50 litraa bensiniä päivässä. Tuotoksen hän käytti oman henkilöautonsa polttoaineeksi.

Vuonna 2000 selvitettiin tarkemmin, mitä on tapahtunut tervatehtaalla 1900-luvun alun vuosikymmenillä. Tutkijoiden tekemät retket Löytöjoen tervatehtaalle tuottivat työryhmälle toivotun tuloksen. Huomio kiinnittyi joen rannasta löytyneisiin paineastioihin, joista toinen osoittautui höyrykoneen kattilaksi ja toinen monimutkaiseksi tislaukattilaksi.

Nykyisen mukaan etenkin tislaukattilalla on ollut aikanaan huomattavan hieno esine.

– Se edustaa Kainuun korpeen jotenkin täysin sopimatonta teknologiaa messinkisine hanoineen ja lämpömittareineen, Nykänen toteaa.

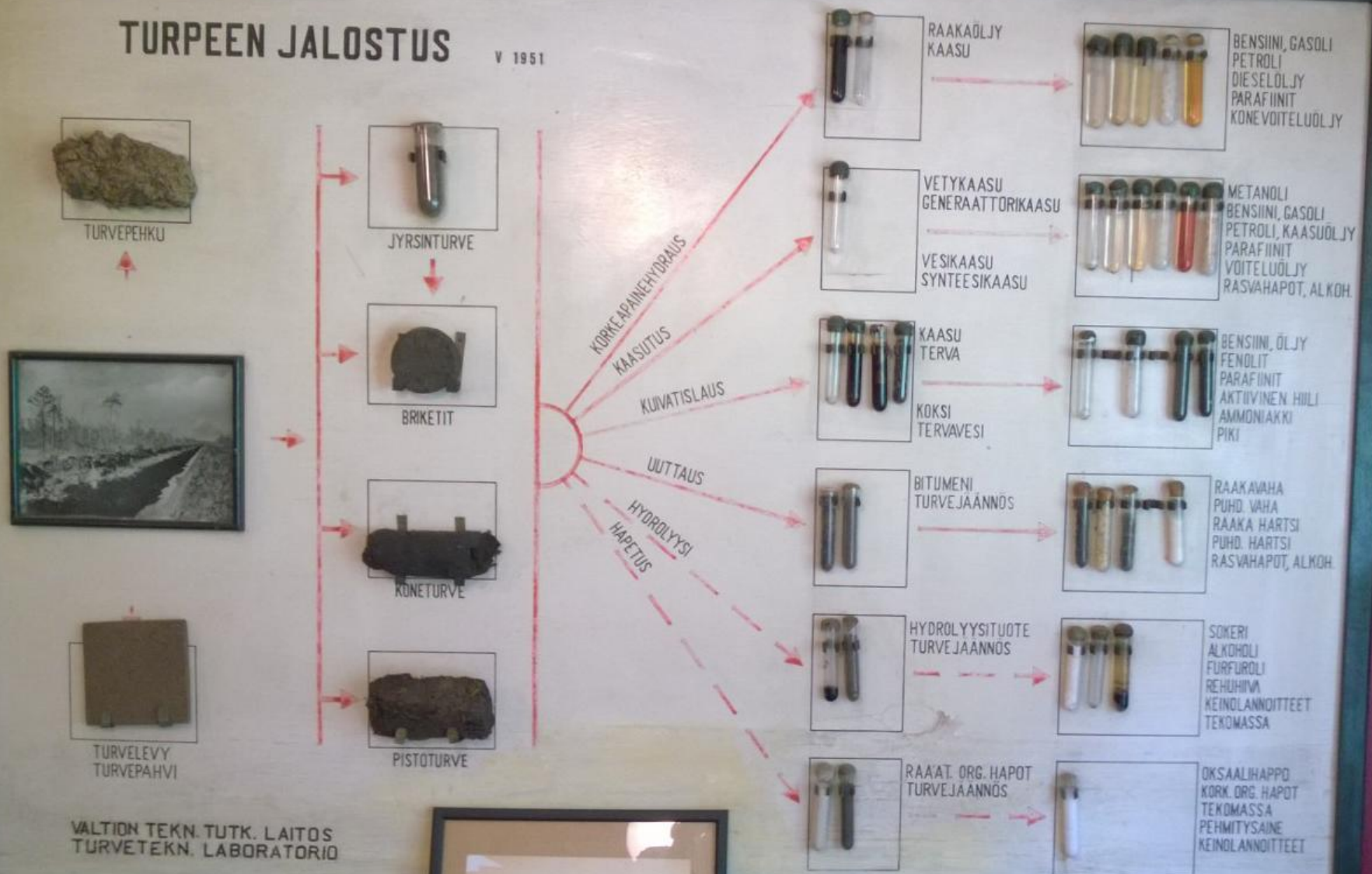
**Alunperin Hallan Ukko** perusti vuonna 1918 kilometrin päähän Hallan talosta Pahanlammelle tervauunin, joka toimi vuoteen 1924. Sen jälkeen rakennettiin uusi tervauuni Löytöjoelle, jonka pannut kylmenivät talvisodan sytyessä vuonna 1939. Entisöity retorttiuuni on tänä päivänä näkyvin muisto noilta ajoilta.

Vanhoina valokuvista käy ilmi, että hienot laitteet oli sijoitettu joen rantaan rakennettuun laboratoriorakennukseen, joka nyttemmin on täysin tuhoutunut. Laitteiden hankintaan on täytynyt olla erityisen hyvä syy. Toiminnan ensimmäinen vaihe on ollut käynnissä perustinvestoinnista vuonna 1924 noin vuoteen 1932.

# Turpeen jalostuskaavio vuodelta 1951 (Aitonevan turvemuseo)

## TURPEEN JALOSTUS

V 1951

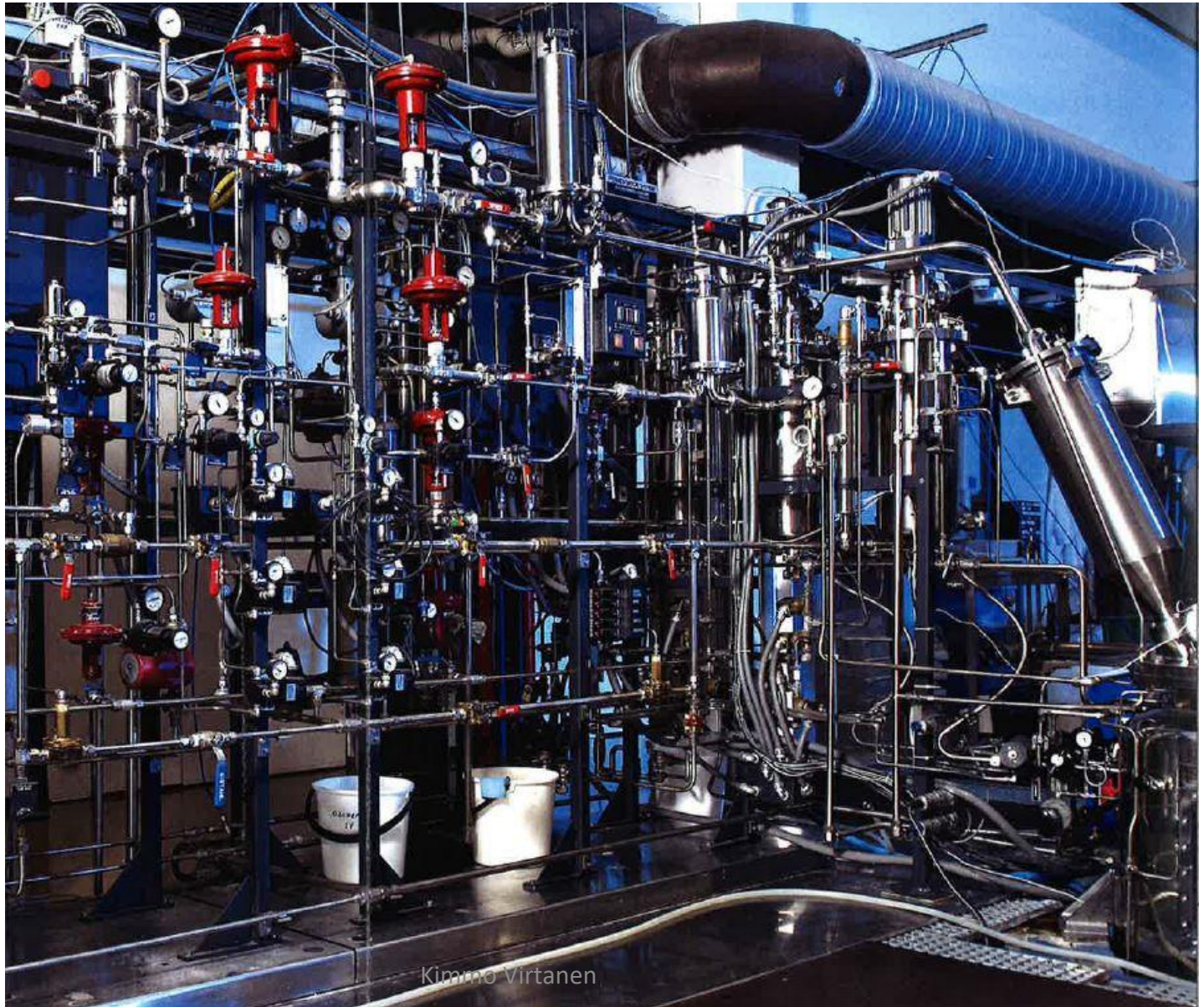


VALTION TEKN. TUTK. LAITOS  
TURVETEKN. LABORATORIO

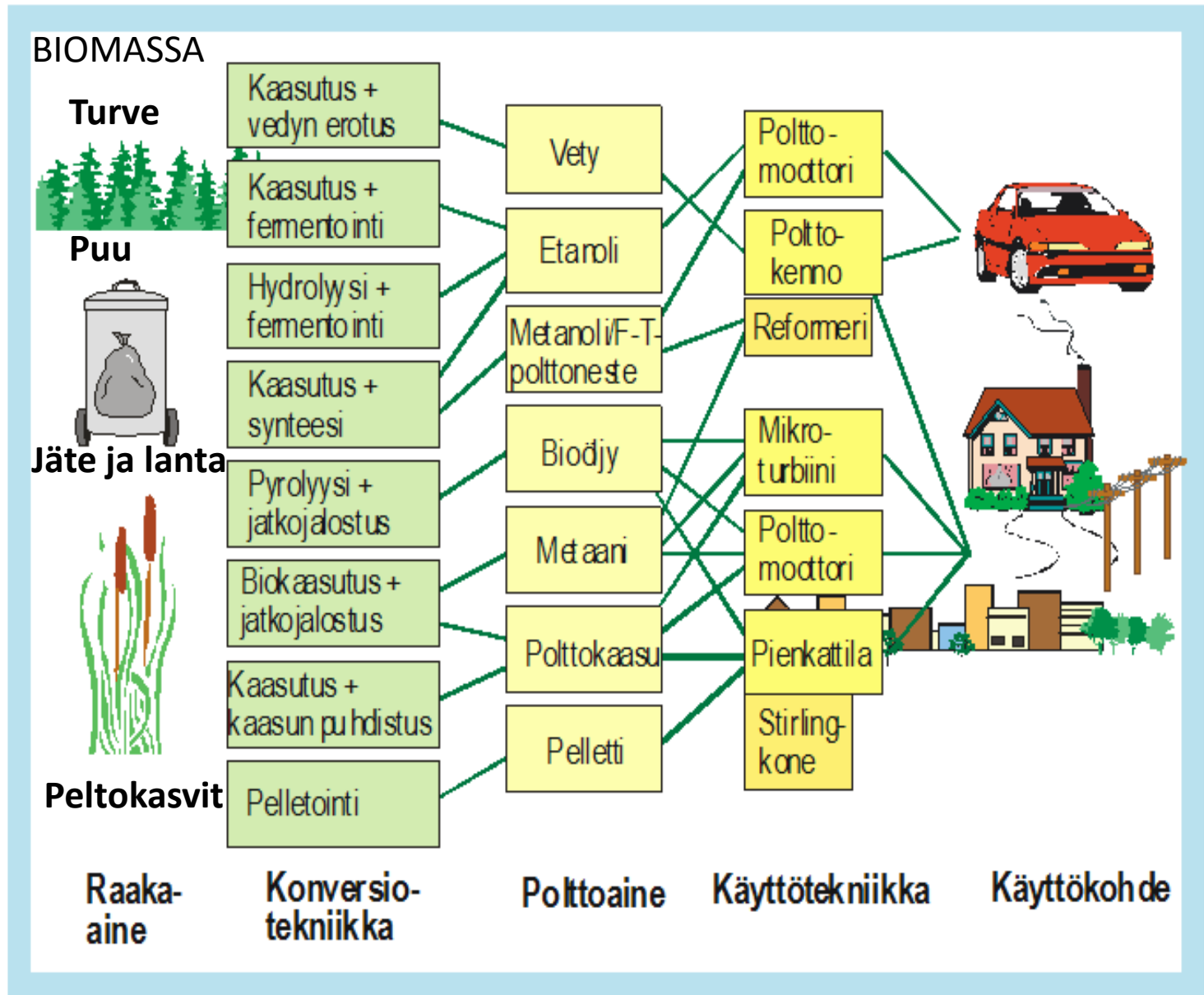




# HIILIVETYJEN TUTKIMUS (Osa VTT:n hiilivetyjen prosessontilaitteistoa vuodelta 2015)



EU: Liikennepolttonesteistä vuonna 2020 on 10% tehtävä biomassalla (Rintala 2008)



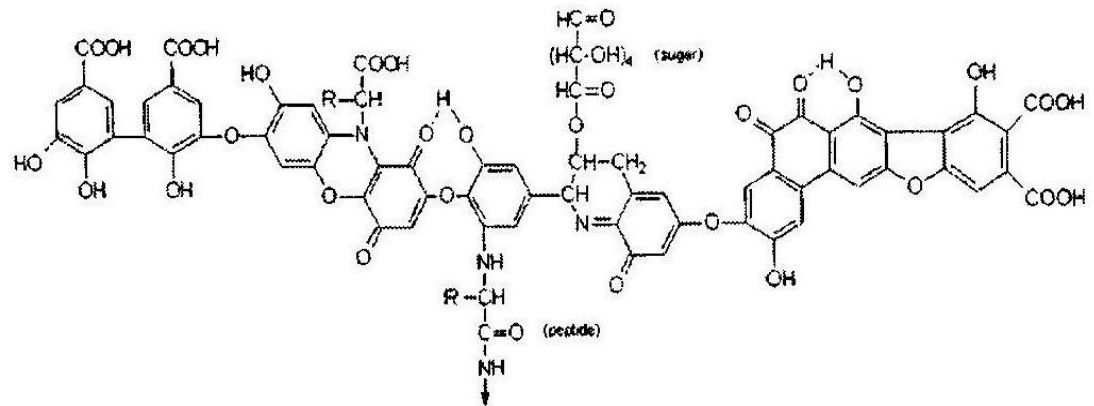
## HUMUKSEN KEMIA

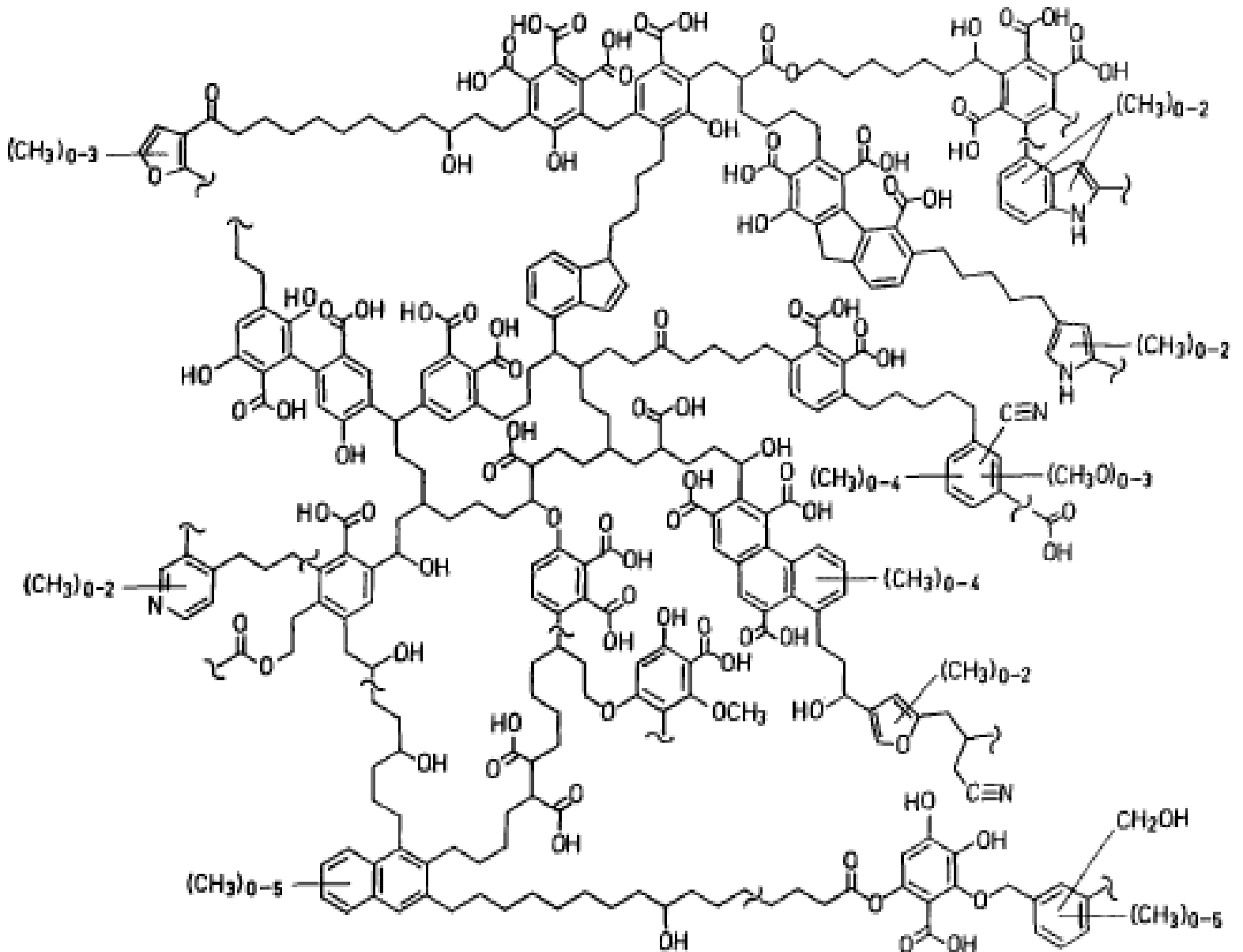
- Aromaattisten orgaanisten yhdisteiden muodostamaan ytimeen on kiinnittynyt pienimolekyylipainoisia orgaanisia yhdisteitä.
- Humuksessa on hiiltä 50 %, happea 40 %, vetyä 5 % ja typpeä 2 %.

### HUMUS = humusaineet - **pääosin lingniiniä**

- **Humushapot** (- saostuvat < 2 pH:ssa)
- **Fulvohapot** n.60% (- pysyvät liuoksessa kaikissa pH-asteissa)
- **Humiinit** (- veten liukenemattomia)

### Tulkinta humushapon kemiallisesta rakenteesta:



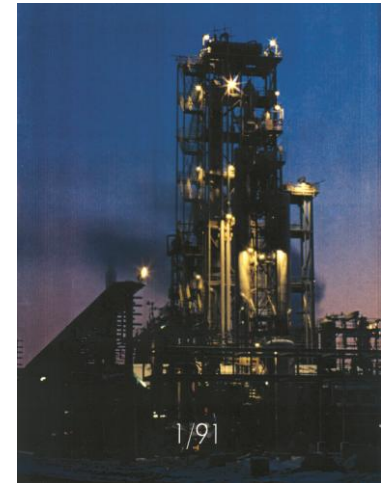


Toinen tulkinta :Humushappon rakenne (Schultenin ja Schnitzerin mukaan)

## HUMUKSEN käytöstä teollisuuden raaka-aineena ??

→ Hyötyä vesistöille

- Liukoinen humus sisältää sokereita ja hiilihydraatteja (mm. glykoosia, galagtoosia ja polysakkarideja, pektiinejä)  
--- Osa sokereista voidaan metabolisoida tärkkelykseksi.  
→ Turpeen humusvesiuutteesta → **teollisesti hiivoja** (Neuvostoliitossa 1960-luvulla) ??
- Turpeen vesiliukoiset pektiinit  
→ **teollinen furfuraalin tuotanto** ??  
(furfuraali mm. muovien ja vernissan valmistuksessa, polttoöljyn värjäys ym.)
- Lingniini
- → **hiilikuituja** → on kovuudeltaan teräksen luokkaa, mutta paljon kevyempää  
→ **autoteollisuus tutkii...** (kevyt auto kuluttaa vähän polttoainetta) ??



## **TURPEEN GEOKEMIA JA KÄYTTÖ MALMINETSINNÄSSÄ**

**\*Turpeen käyttö soiden alaisten malmiesiintymien paikantamiseksi alkoi 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa (Martti Salmi)**

**\*Turpeen käyttö malminetsinnässä kiihtyi 1960- ja 1970- lukujen vaihteessa automaattisen analyysitekniikan kehityksen myötä (mm. AAS, ICP, mikroaaltotekniikka jne.)**

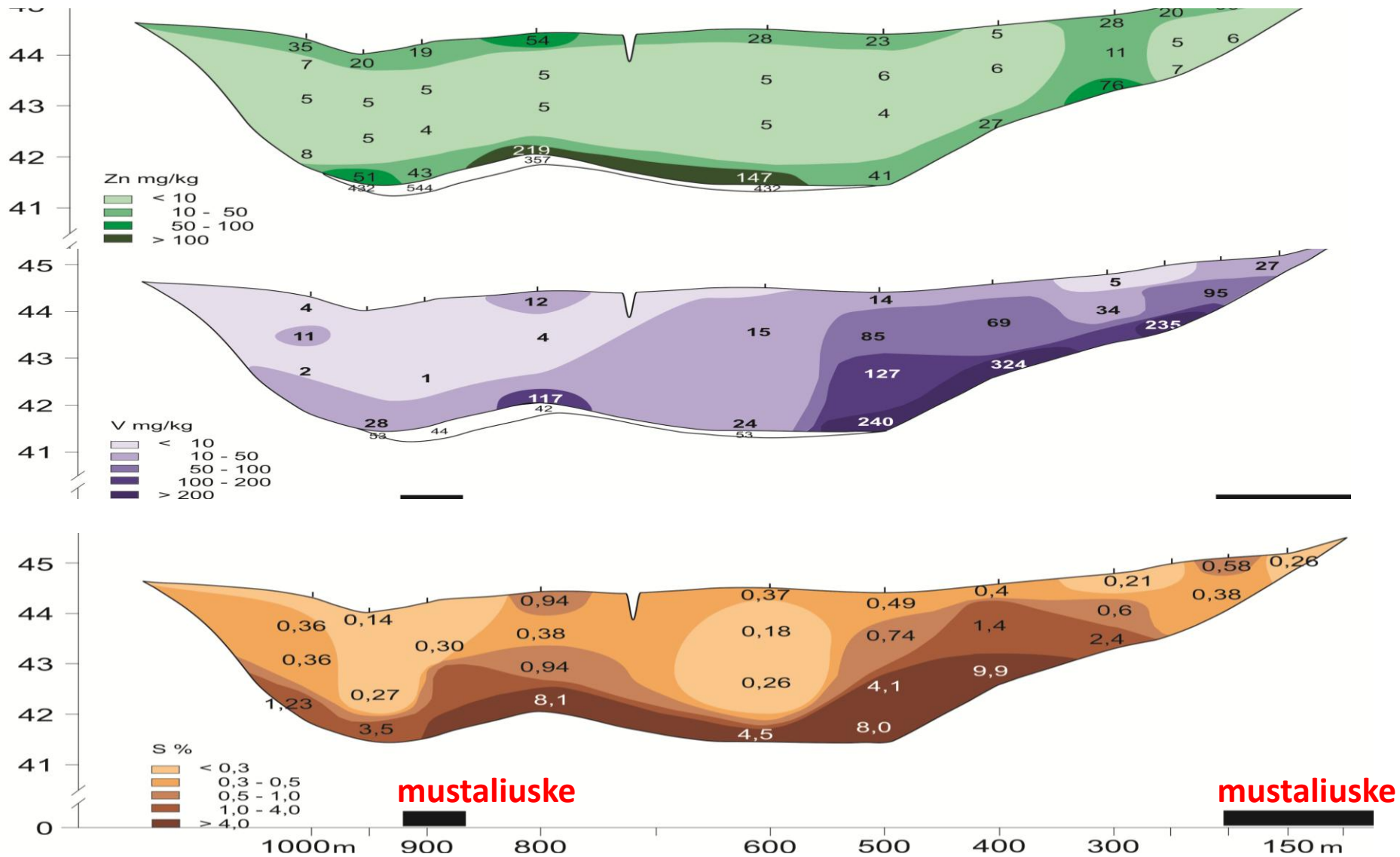
**\*2010 –luvulla uusi innostus turpeen käyttöön malminetsinnässä**

### **TURPEEN KÄYTÖN HYVIÄ PUOLIA MALMINETSINNÄN VIITEAINEISTONA**

- Monilla alueilla Suomessa lähes yhtenäisiä turvealueita -analyysitulosten vertailtavuus hyvä**
- Voidaan kattaa isoja alueita nopeasti (toisaalta anomaliait hyvin pienialaisia -vain muutama metri)**
- Näytteenotto helppoa – ei vaadi koneita**
- Kustannuksiltaan edullista – näytteenottimet edullisia, näytteenotto nopeaa**

# Tunnetaan geokemiallisia lainalaisuuksia...

mm. mustaliuskeen vaikutus turpeen sinkki-, vanadiini- ja rikkipitoisuuksiin

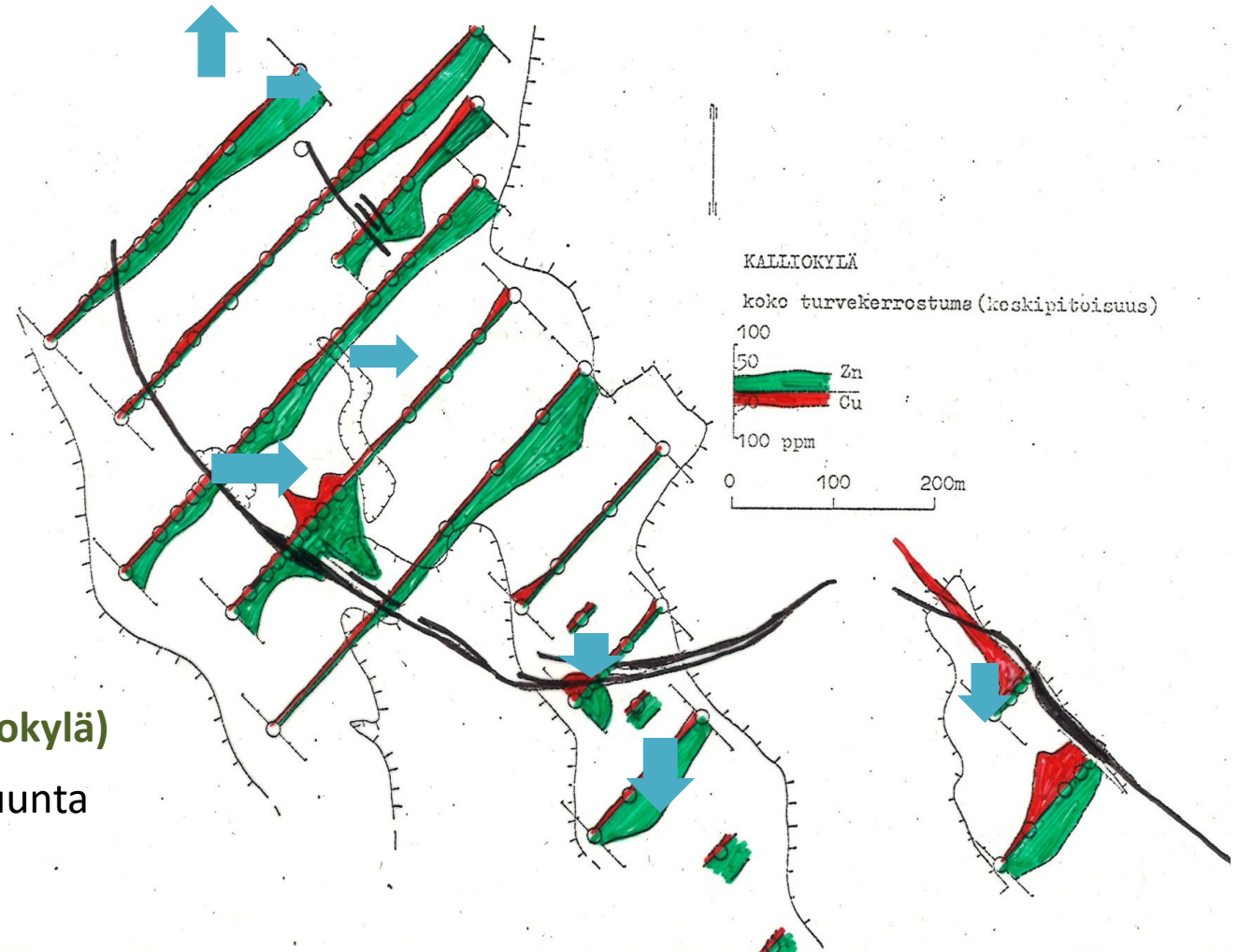


Tunnetaan geokemiallisia lainalaisuuksia...

mm. Veden liikkeiden vaikutus metallien liikkeisiin turpeessa

→ Kupari rikastunut malmin päällä olevaan turpeeseen

→ Sinkki on kulkeutunut vesien mukana 100 – 300m malmista vesien mukana



(Zn-Cu-S -malmi, Kalliokylä)



Veden virtaussuunta



A landscape photograph showing a bog in the foreground with patches of water and brown, yellow, and red vegetation. In the background, there is a dense forest of tall evergreen trees under a blue sky with scattered white clouds. The text "Kiitos mielenkiinnosta !" is overlaid in the center of the image.

**Kiitos mielenkiinnosta !**