

# **TÄNAPÄEVA HARIDUSEST JA KOMPLEKSSÜSTEEMIDEST**

**Jüri Engelbrecht**

**TTÜ Küberneetika Instituut**

**Eesti Teaduste Akadeemia**

**Maailma Kunsti ja Teaduse Akadeemia – WAAS**



# MILLEST JUTTU

- **Komplekssüsteemid**
- **Maailm kui tervik**
- **Haridusest**
- **Muutmistest**

**Lõpetuseks: mida võtta kaasa?**



# KOMPLEKSSÜSTEEMID

- koosnevad paljudest omavahel seotud osadest
- osade vahel interaktsioonid (vastasmõjud)
- interaktsiooni tulemiks uus kvaliteet
- mitteadditiivsus (mittelineaarsuse mõju)
- determineeritud ennustamatus
- hulk omadusi:
  - tundlikkus algandmete suhtes
  - kaootilised režiimid
  - adaptiivsus
  - jne

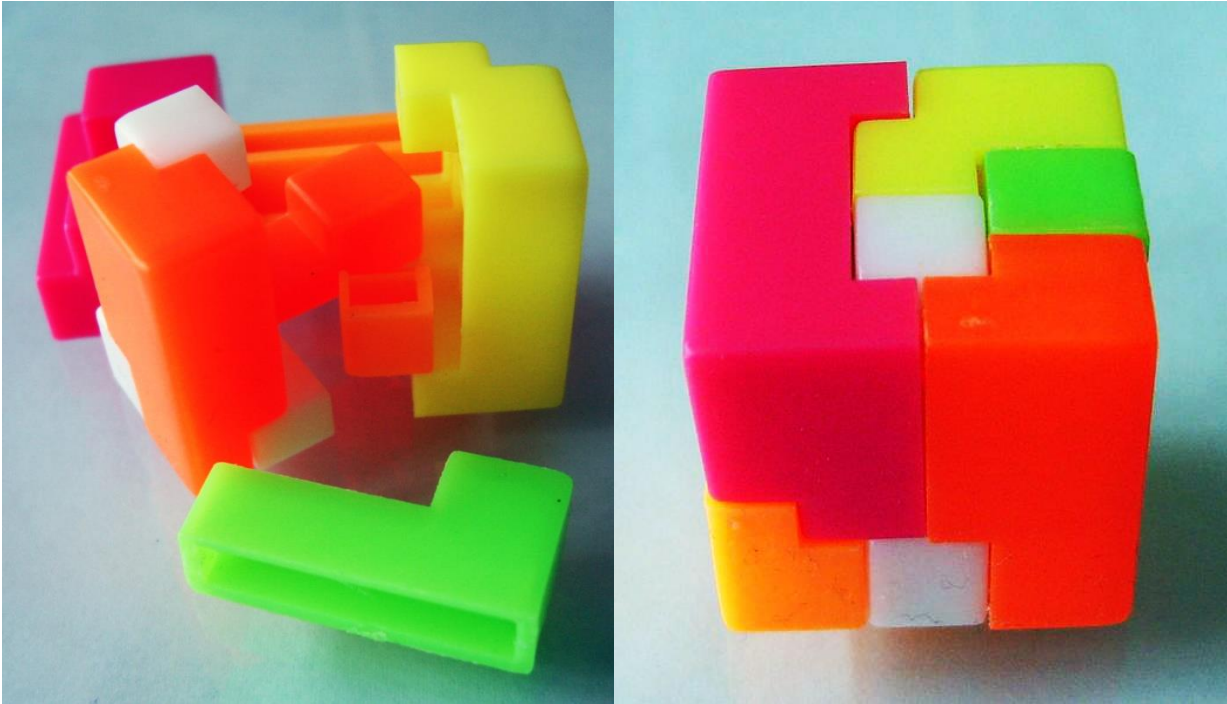
*Aristoteles:*

*Tervik on suurem kui tema osade summa*

*Toffler:*

*Üks kõige arenenum tänapäeva Lääne tsivilisatsiooni oskusi on tükeldamine: see on probleemide lahkamine nende kõige väiksemateks komponentideks või osadeks eesmärgiga neist aru saada ja lahendada. See oskus on meil ülihea. Nii hea, et me sageli unustame osad panna tagasi kokku tervikuks.*

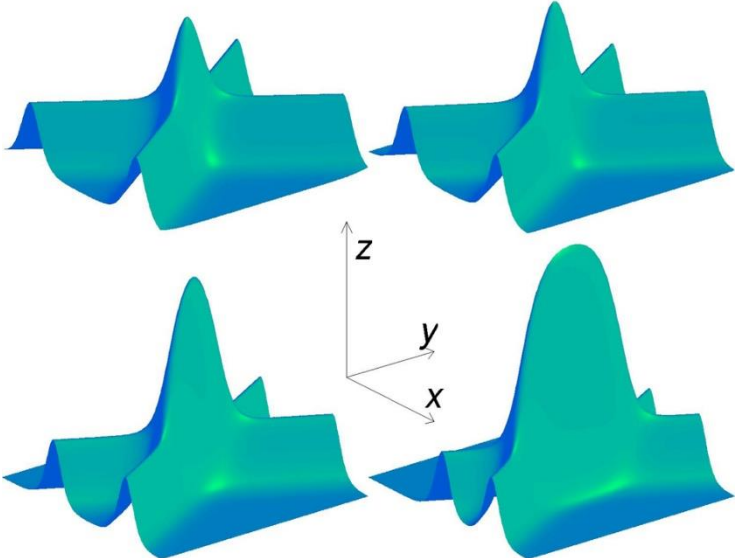
# Näited



Source: Wikipedia

# Näited

$$1 + 1 = 4 !$$

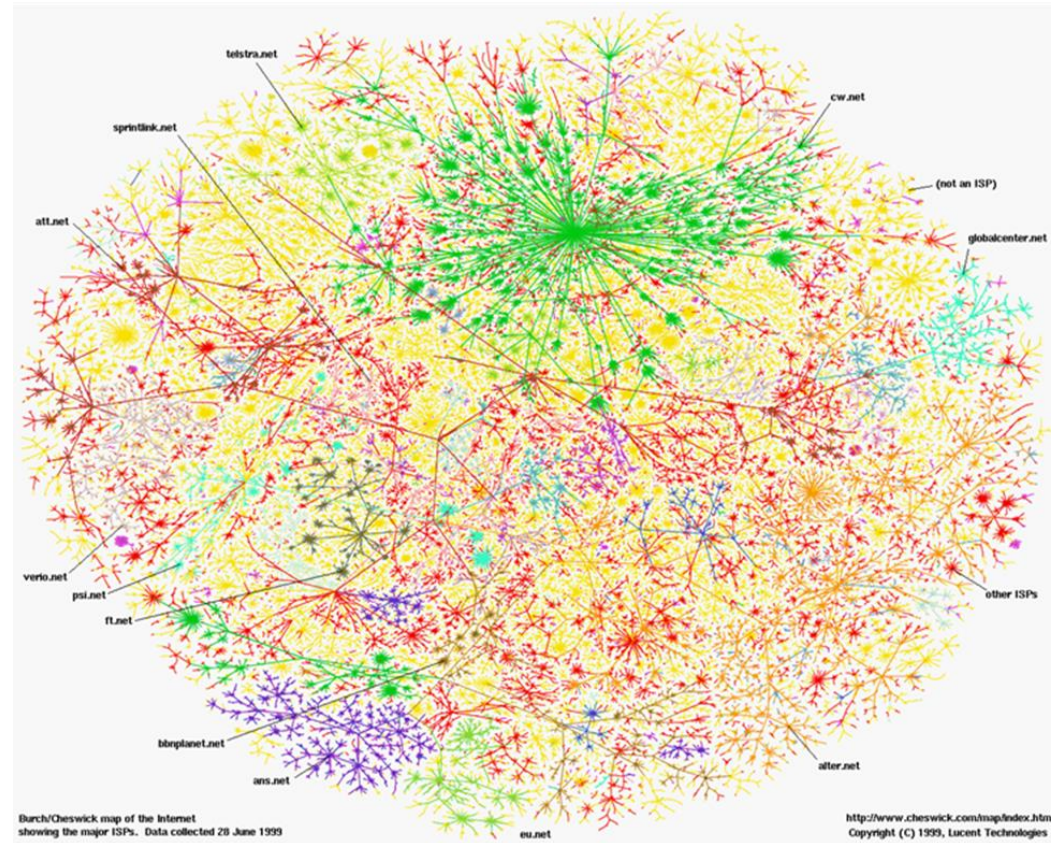


# STRUKTUURID

- **fraktalid**
- **võrgustikud**
- **hierarhiad**

# Näited

## Internet

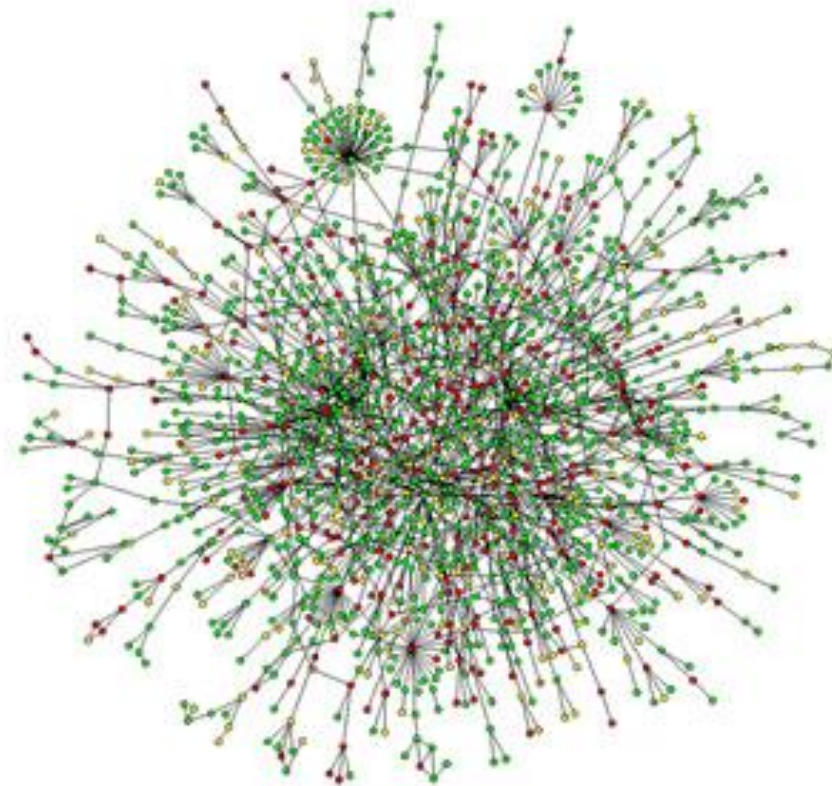


Source: Internet



# Näited

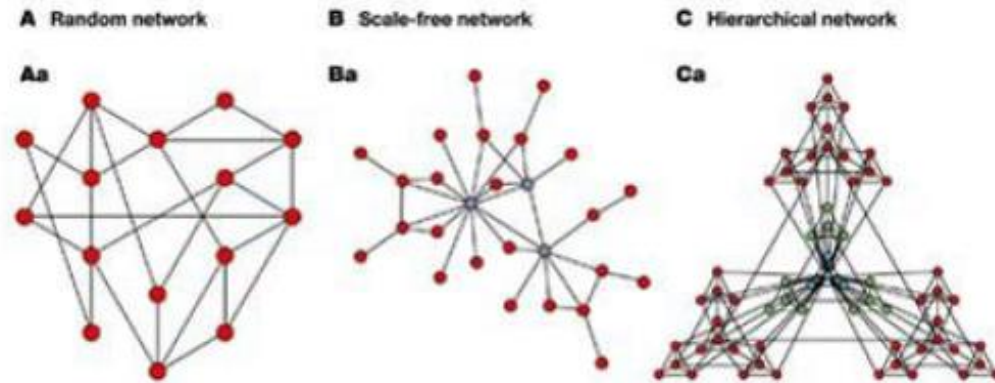
## Proteiini võrgustik



Source: Internet

# Näited

## Global network properties



# Simulation of universe

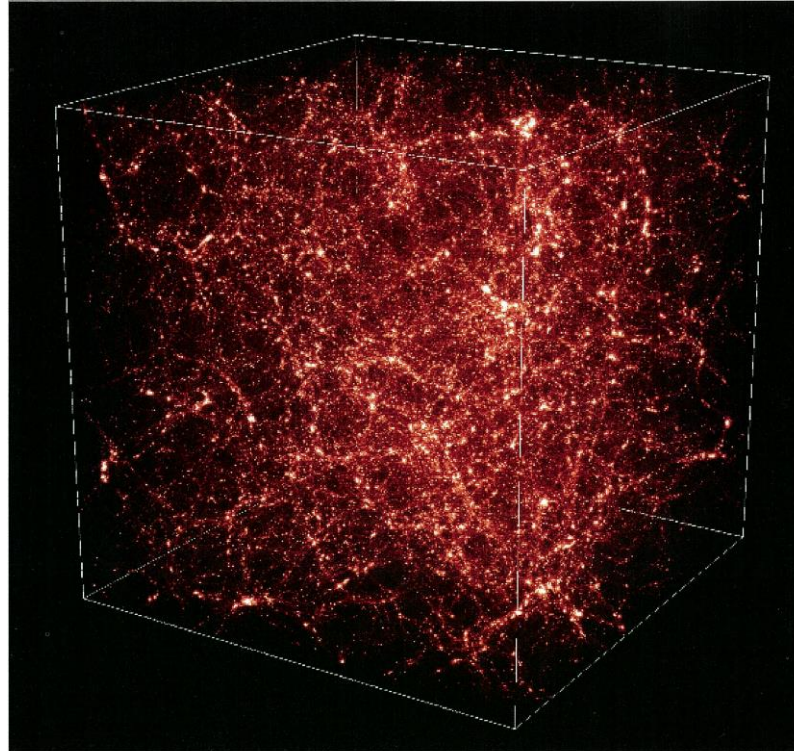


Figure 1 : simulations numériques de la formation des structures (crédit Projet Horizon, <http://www.projet-horizon.fr/>). Le projet Horizon rassemble depuis 2005 les principaux groupes de simulations extra-galactiques en France, soit une vingtaine de chercheurs, afin de progresser de façon significative dans le problème de la formation des galaxies dans un contexte cosmologique. Les plus grosses simulations au niveau international ont été effectuées dans ce cadre, comprenant non seulement la matière noire, mais l'hydrodynamique du gaz, la formation des grandes structures, des premières étoiles, etc. Les plus ambitieuses recouvrent une région du ciel comprenant tout l'Univers observable aujourd'hui, jusqu'à l'horizon cosmique (ou remontée dans le temps/ espace de 13,7 milliards d'années-lumière), d'où le nom du projet.

Source: Science

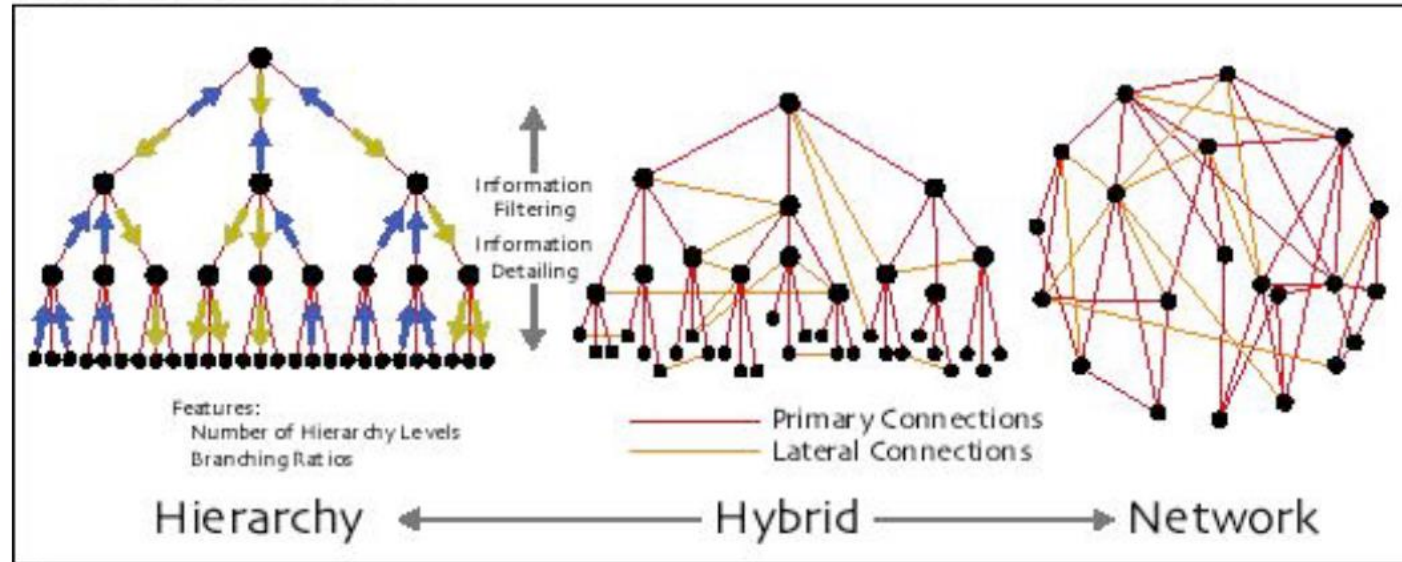
# Boids – bird swarms



Source: Wikipedia

# Näited

## Control Structures



# MAAILMAPILDI TERVIKLIKKUS

**Holistlik maailmapilt, seostatus**

**Metafoorid:**

**liblika tiivalöök**

- ✓ väike maailm (6 käepigistust)
- ✓ sotsiaalsete sidemete efektiivsus (*Dunbari arv*)
- ✓ vaatluste usaldatavus (*Ptolemaios, Kopernikus*)

# HOIATUS

**Mitte kõik, mis on loenduv, loeb  
ja mitte kõik, mis loeb, pole loenduv**

*W. Cameron, 1963*

## **Füüsikalised kompleksüsteemid:**

**Termodünaamika tingimused**

**Interaktsioonid mõõdetavad**

## **Sotsiaalsed kompleksüsteemid:**

**Väärtused**

**Interaktsioone raske (võimatu?) mõõta**



# HARIDUSE PROBLEEMIDEST

**Fragmenteeritud:**

**matemaatika**

**füüsika**

**bioloogia**

**ühiskond**

**jne**

# HARIDUS:

**UNESCO: Seven complex lessons in education  
for the future *E. Morin* 1999**

- **printsiihid**
- **õpetamine**
- **.....**
- **arusaamine**
- **eetika**

# HARIDUS

*Agnew, Fox, 2014*

*Jacobson, Wilensky, 2006*

*Jürg, Davis, Nickmans, 2007*

**praegune paradigma – faktoloogia**

**uus paradigma – kompleksüsteemid ja terviklikkus**

# Põhiküsimus:

**Kuidas panna tükid tervikuks?**

**Komplekssüsteemid hariduses**

**Haridus on ise komplekssüsteem**

**Kas õpetajad on valmis? Õpetajate õpetamine**

# Raskused:

**Põhjus – tagajärg (causality)**

**Juhuslik – määratud (random-deterministic)**

**Tagasiside (feedback)**

**Uute teadmiste/oskuste ettenägelikkus (anticipation)**

**Väärkujutiste kummutamine**

# Põhimõtteid:

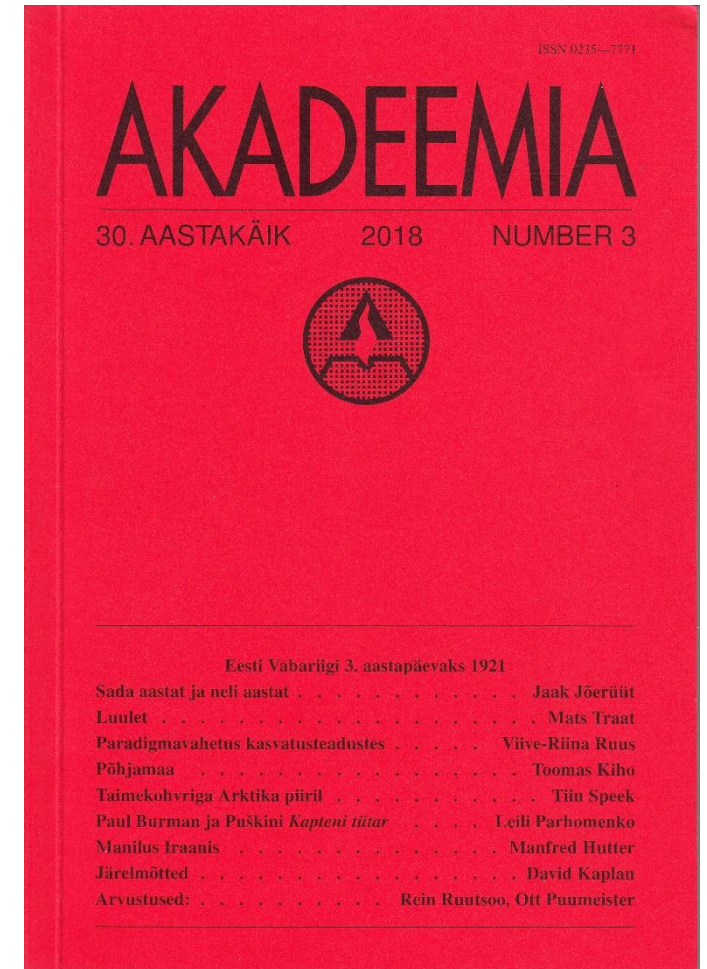
***Viive-Riina Ruus. Paradigmavahetus kasvatusteadustes.***

**Akadeemia, 3/2018, 399-430**

***Jüri Engelbrecht. Tänapäeva haridusest ja***

**komplekssüsteemidest.**

**Akadeemia, 11/2018, 1936-1955**



# Kultuur:

***C.P. Snow. Kaks kultuuri ja teadusrevolutsioon***

***J. Kagan. Kolm kultuuri. Loodusteadused, sotsiaalteadused ja humanitaarteadused 21. sajandil***

**Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 2017**

# WAAS ja World University Consortium (WUC) FUTURE EDUCATION

## Conferences:

**Berkeley 2013**

**Rooma 2017 (*A. Zucconi*)**

**Rio de Janeiro 2018**

**Belgrad 2019**

## UNESCO:

**WORLD CONGRESS ON COMPLEX THOUGHT**

**Paris, 2016**





# LÕPETUSEKS

**Muutuste mõjutamine:**

**inimesed**

**institutsioonid**

**strateegiad**

**mõju-uuringud**

**Maailma muutmine algab muutmisest igapäevast peast**

# Täna tähelepanu eest!

