

Teadusest, usust, ja  
fotosünteesist ka

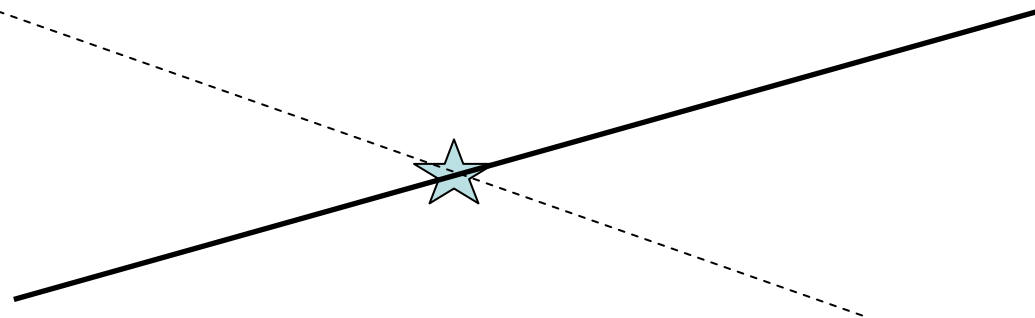
**Meie “arusaam” maailmast on sisuliselt kompuuterprogramm, mille alusel meie ajurakud modelleerivad, reprodutseerivad välismaailma käitumist. Arusaam = mudel on seda täiuslikum, mida täpsemini ja rohkem looduses toimuvaid sündmusi ta reprodutseerib. Me usume (loodame), et me mõistame loodust õigesti. Ometi, iga arusaam (mudel) loodusest on osaline, ebatäpne ja arenev.**

**Välismaailma mudel tekib ajus välise programmeerimise (õpetamine) ja sisemise iseprogrammeerumise teel (mõtlemine).**

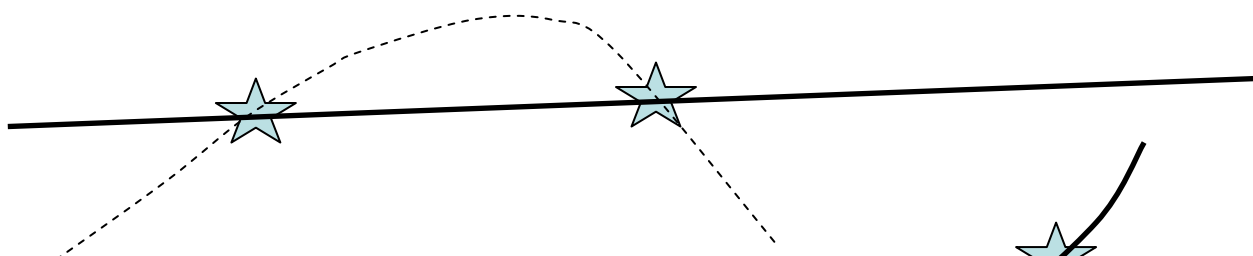
**Religioosne maailmavaade on ajusse suurel määral väljastpoolt istutatud (programmeeritud). Nii päheõpitud koraan kui ka koolis ära õpitud “teadmised” on istutatud. Mõlemaid tuleb lihtsalt uskuda.**

**Teaduslik (mõtlev) maailma mudel täiustub sedavõrd, kuivõrd me kogeme uusi fakte (nähtusi), mida olemasolev mudel ei reprodutseeri. Mudeli arenemine on ajurakkude ümberprogrammeerimine nii, et uus programm reprodutseeriks (seletaks) uued faktid. Uue fakti seletamiseks tekib **hüpotees (arvamus, lootus)**, mis järkjärgult kinnitust leides kinnistub teooriaks **(arusaam, mõistmine)**, kuni see kummutatakse ja (osliselt) asendatakse.**

a)



b)



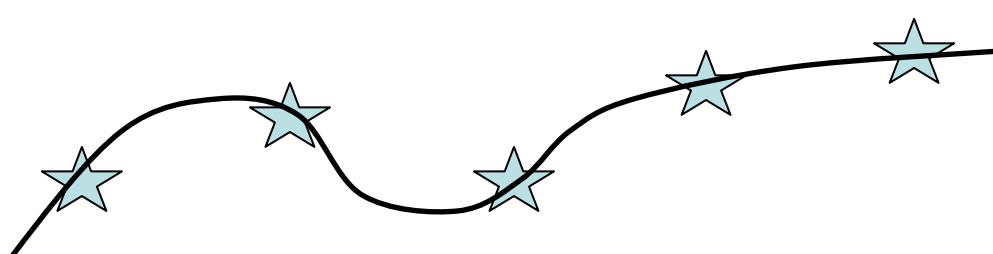
c)



d)



e)

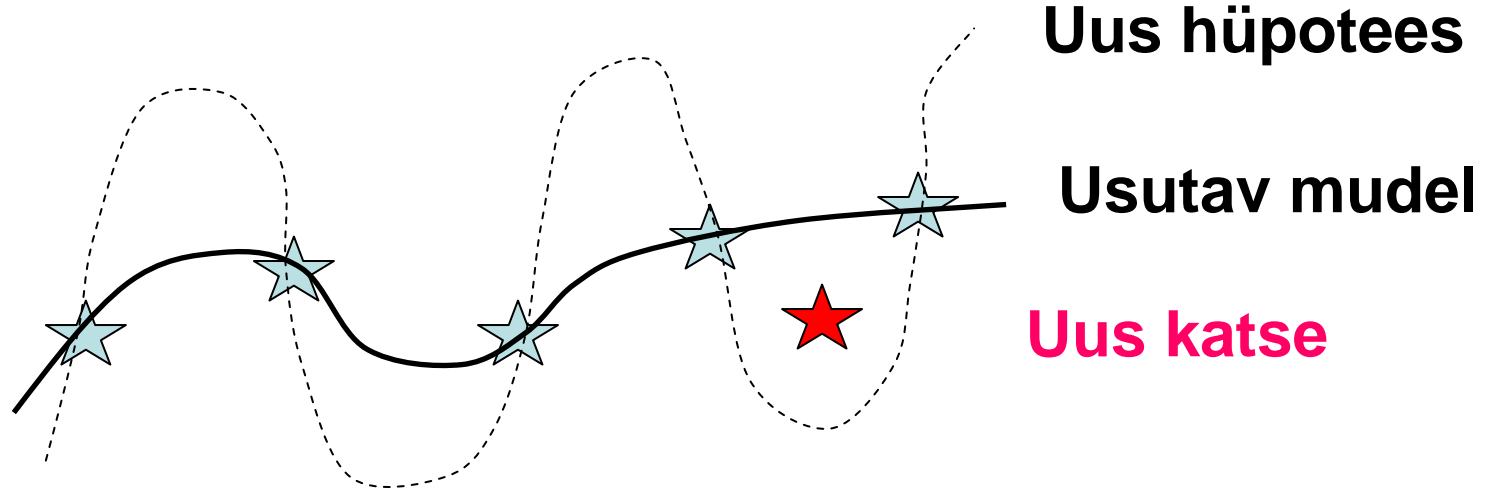


**Usutav mudel**

**Teaduslik maailmavaade ei ole mitte katsefaktid (**teadmine**), vaid nende alusel ajus tekkinud mudelid (**arusaamine**).**

**Arusaamise tõesust kontrollitakse pidevalt uute katsetega. Kui ennustatu ka tegelikkuses realiseerub, siis see kinnitab mudeli õigsust. Aga **ei tõi**, sest ka mõni teistsugune mudel võib samasuguse katsetulemuse ennustada.**

e)



**NB! Katsete-vaatluste tulemuste ja nende põhjal tekkinud hüpoteesi vahel ei ole otsest loogilist seost. Hüpotees tekib mõttelise proovimise = intuitsiooni teel. Hüpoteesist saab loogiliselt tuletada katse, katsest hüpoteesi mitte.**

**Diogenes kiitles küüniliselt, et ta võib isegi tunnis maailma mudeli välja mõelda. Hoopiski ilma vaatluste ja katseteta. See oli siiski kiitlemine.**



**Hüpoteesi (mudeli, arusaama) tõesus ei saa kunagi absoluutselt kindlaks, vaid suureneb sedavõrd, kuivõrd rohkem tema abil ennustatud katsetulemusi tegelikkuses realiseerub.**

**Aga hüpoteesi kummutab üksainuski sellega vastuoluline fakt.**

**Seega, hüpoteese saab ümber lükata (kummutada), aga mitte lõplikult tõestada**

Hüpotees, mudel, mida **põhimõtteliselt ei saa** katseandmetega kummutada on usk, seega mitte teaduslik (Popper, 1935).

Teaduse jooksva sisu moodustavad hüpoteesid, mida **põhimõtteliselt saab**, aga **veel ei ole** kummutatud.

**Teaduslik maailmavaade on usk mudelitesse, mida veel ei ole kummutatud!**

**Teaduse frondil “võitlevad olemasolu eest” vastandlikud hüpoteesid, usud, mida veel ei ole kummutatud.**

**Nende hüpoteeside testimine on küll põhimõtteliselt võimalik, aga olemasolev mõõtmistehnika veel ei võimalda seda teha.**

**Mõttelised konstruktsioonid arenevad kiiremini kui materiaalsed vahendid nende testimiseks.**

**Teaduse frondil toimib Göbbelsi meetod: hüpotees muutub seda usutavamaks mida rohkem ja autoriteetsemalt seda propageerida.**

**Kui mingit hüpoteesi juba laialt usutakse, siis pigem ei usuta katseid, mis seda kummutavad.**

**Hüpoteesi kummutamiseks on vaja ainult ühte fakti, mis on hüpoteesiga vastuolus. Aga teaduse frondil ka eksperimentaalne **FAKT on USK****

**Teaduslik katse kasutab keerukat aparatuuri, mille näitude tõlgendamine põhineb paljudel hüpoteesidel. Enamik neist on paljukordselt katseliselt kinnitatud, aga mõned veel mitte.**

**Katsetulemus põhineb samuti teatud eeldustel, usul mõõtmistel toimuvasse**

**Teadlased, kes usuvad mingit hüpoteesi (teooriat), ei usu veel katsetulemust, mis seda kummutab.**

**Teadlased, kes usuvad katsetulemuse, ei usu enam hüpoteesi.**

**Teaduslik töö on võitlus “oma usu” levitamise nimel. Artikli avaldamiseks on vaja kaks “uskmatut” retsensenti oma usku pöörata. Ootamatu järeldus on raskesti usutav. Et olla edukas, tuleb saada “oodatud” tulemusi!**

**Alguses arvasin, et teadustöö on võistlus loodusega, sest loodus avaldab oma saladused mõistukõnes nagu oraakel.**

**Teadlane peab mõistma, mida katses saadud vastus tähendab. Oraakli vastust tuleb “tõlgendada”, st. luua mudel.**

**Selgus, et hoopis raskem on kolleege neid tõlgendusi uskuma panna – pöörata **teisiti mõtlejaid (dissidente)** oma uude usku.**

**Mida uuem usulahk, seda vähem jüngreid.**

**Koolkonnad on juba suured kogudused, paradigmad veelgi suuremad**

**Nüüd veidi ka minu (meie) usust  
fotosünteesi mõistmisel**

**Ariadne lõngaks on lihtne küsimus:  
„Mis määrab taimelehe fotosünteesi  
kiiruse?“**

**Meie teaduslikus usus on olulised  
kaks käsku**



**1. Käsk: „Ära tapa (lõhu ega mürgita) seda, mida uurid!“.** Elu on terviknähtus, mis lakkab olemast kui sidemed purustada. Elavat lehte võib mõjutada ainult looduslike tingimuste (**küll äärmuslike**) muutustega; sealjuures mõõdame lehes toimuvaid muutusi samuti mittedestruktiivselt.

Juba see käsk eristab meid üldisest usust, et keerukas objekt tuleb jagada lihtsamateks osadeks, muidu “ei saa sellest aru (ei suuda modelleerida)”.

**2.Käsk: „Tee ise!“** Oleme teinud ise mõõteseadme, mis võimaldab kiiresti muuta tingimusi taimelehel ja samaaegselt mõõta mitmeid fotosünteesi iseloomustavaid optilisi (fluorestsents, neeldumine) ja gaasivahetuse ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) näitajaid.

See unikaalne aparatuur jällegi eristab meid, sest kirjeldame katseid, mida ainult meie saame teha. Aga katse peab olema teiste poolt korratav, **muidu keegi sind ei usu.**



# Teadusest ja muusikast

Oleme oma aparatuuri ka levitanud, kuid vastu ootusi ei ole meie katseid ei korratud ega edasi arendatud. Põhjus: isegi **Steinway klaverilt kõlab ikka vaid lastelaul kui puudub hea pianist**. Häid “pillimehi” on koolitanud teaduskollektiivi kauaaegne koostöö dzässorkestri põhimõttel: kõik mängijad improviseerivad oma vaba tahte järgi, aga ühises harmoonias. Niimoodi on meil olnud mõnus “koos mängida” juba palju aastaid. Tänu **Sihtfinantseerimisele!** Hoidkem seda!

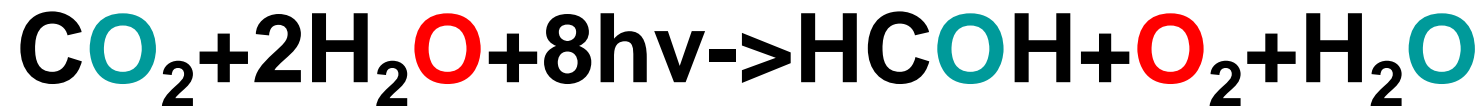
**Tänu lähimatele kollegidele**

**Vello Oja, Hillar Eichelmann, Bahtijor  
Rasulov, Heikko Rämman, Irina Bichele,  
Evi Padu ja õppetooli professor Arvi  
Freiberg,**

**kes on jaganud minuga usku!**

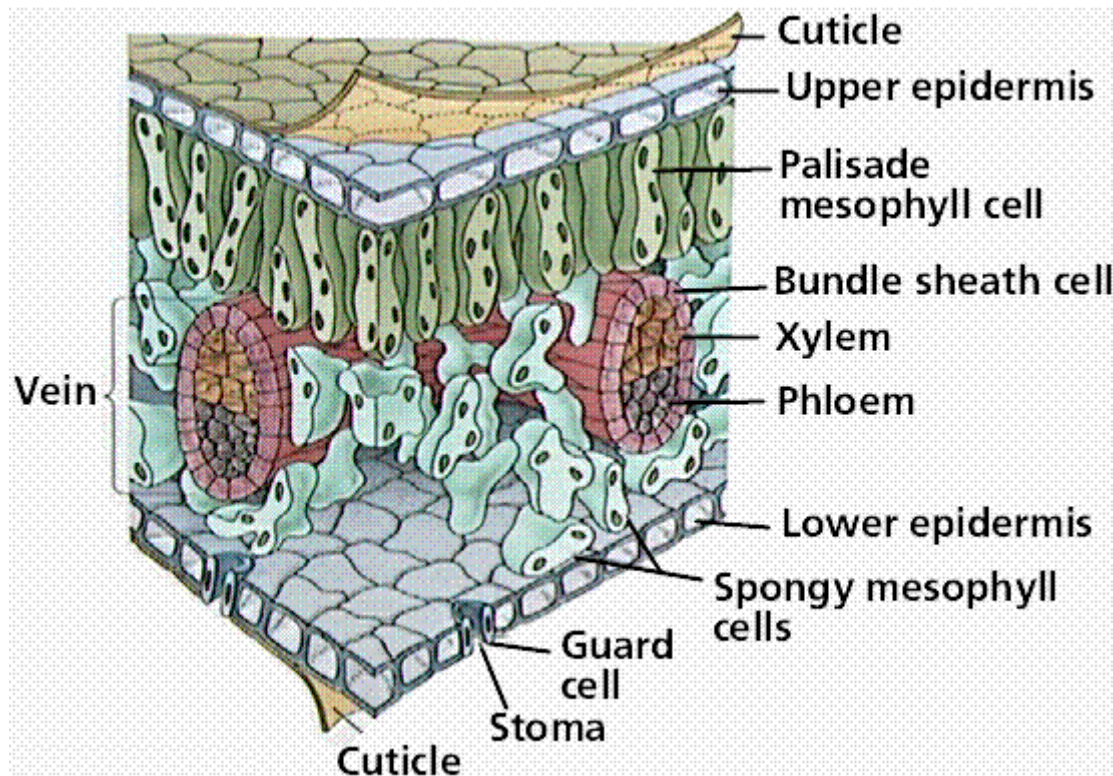
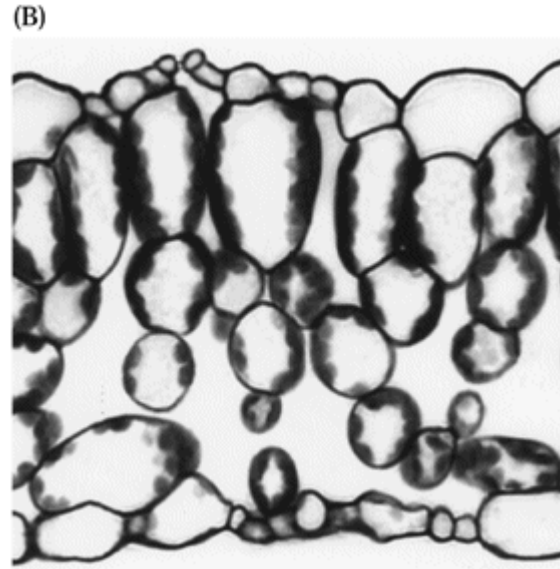
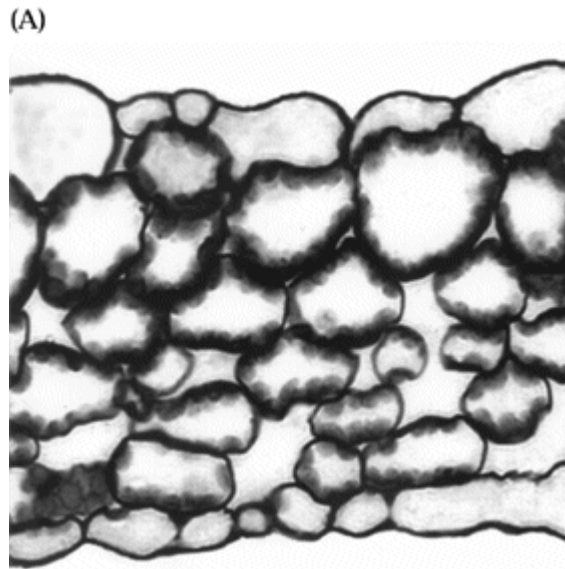
**Nüüd siis veidi ka fotosünteesist**

**Fotosüntees on kogu elusaine allikas**



**Kriitiline on H (ehk e<sup>-</sup>) ja ATP stöhhiomeetria**





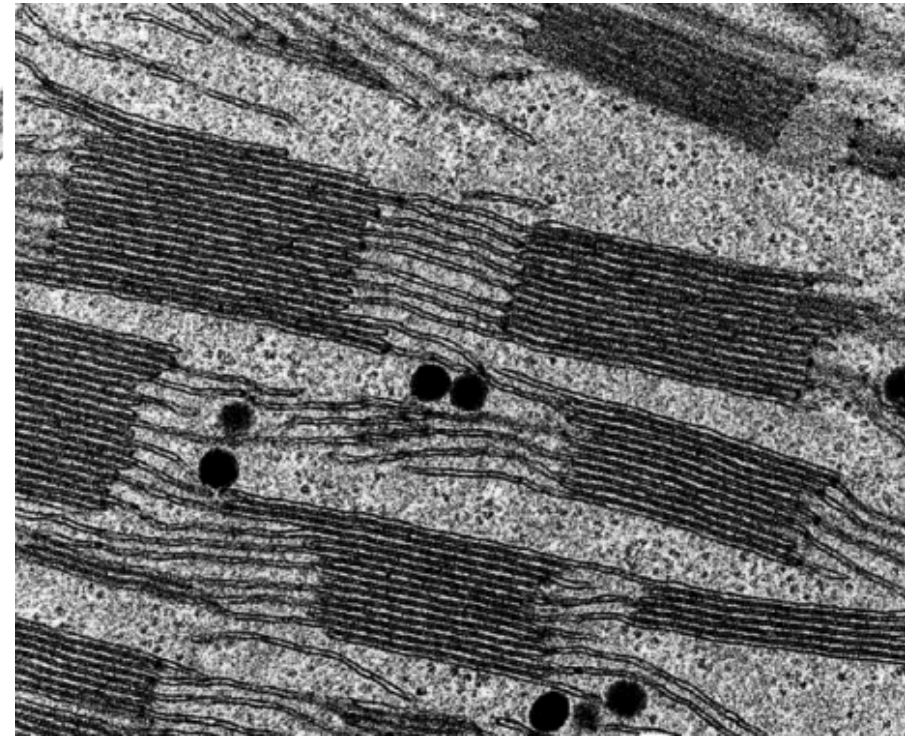
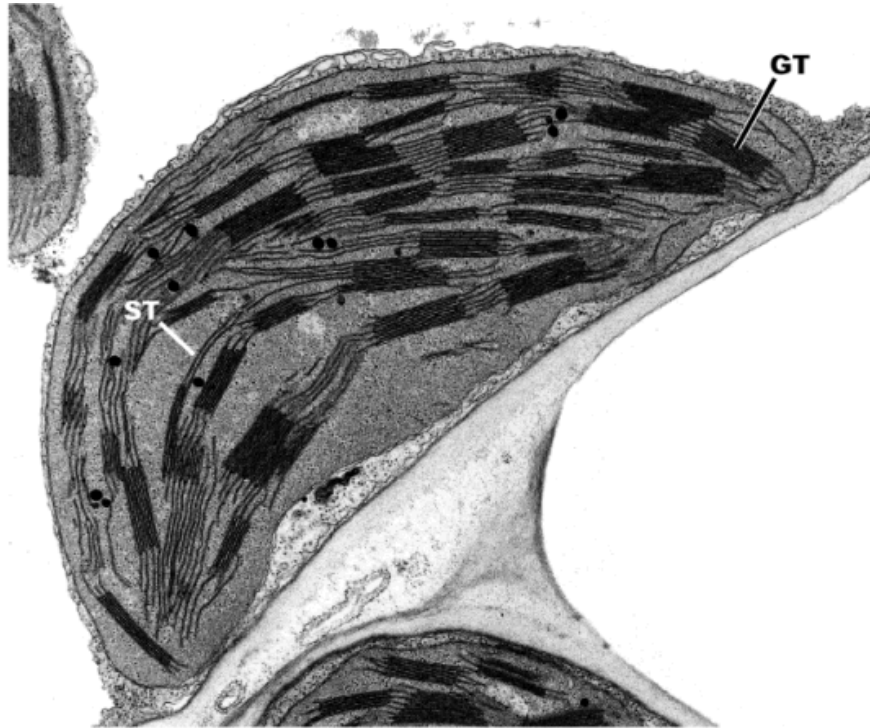
Taimeleht on fotosünteesiks sobiva ehitusega:

a) suure pindalaga valguse püüdmiseks

b) õhuke ja seest poorne  $\text{CO}_2$  ja  $\text{O}_2$  kiireks difusiooniks

c) õhulõhed reguleerivad vee aurumist ja  $\text{CO}_2$  sisenemist

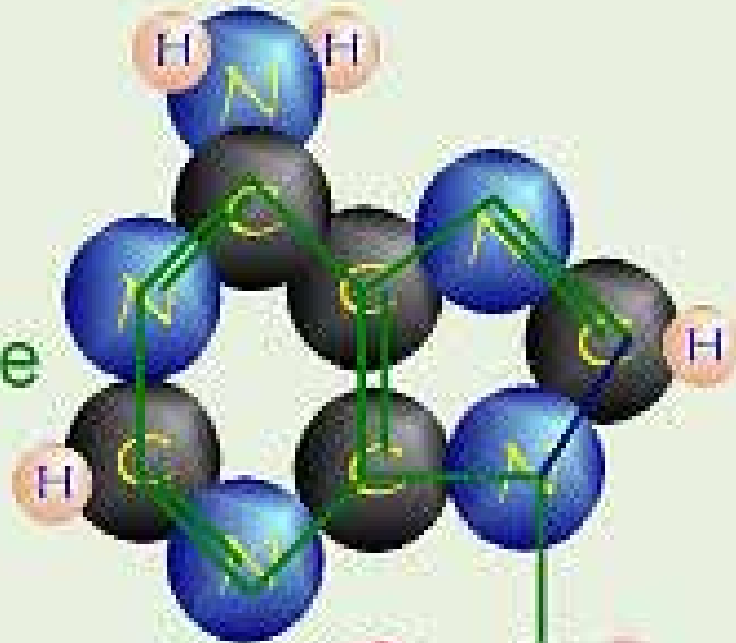
d) juhtsooned transpordivad vett juurde ja suhkrulahust välja



Kloroplastis on keerukas membraansüsteem - tülakoidid, tülakoidide vahel on strooma. Valguse neeldumine, vee lagundamine ja elektronide ülekanne toimuvad membraanide sees, elektronide vastuvõtja NADPH ja ATP sünteesitakse stroomas membraanide pinnal



Adenosine

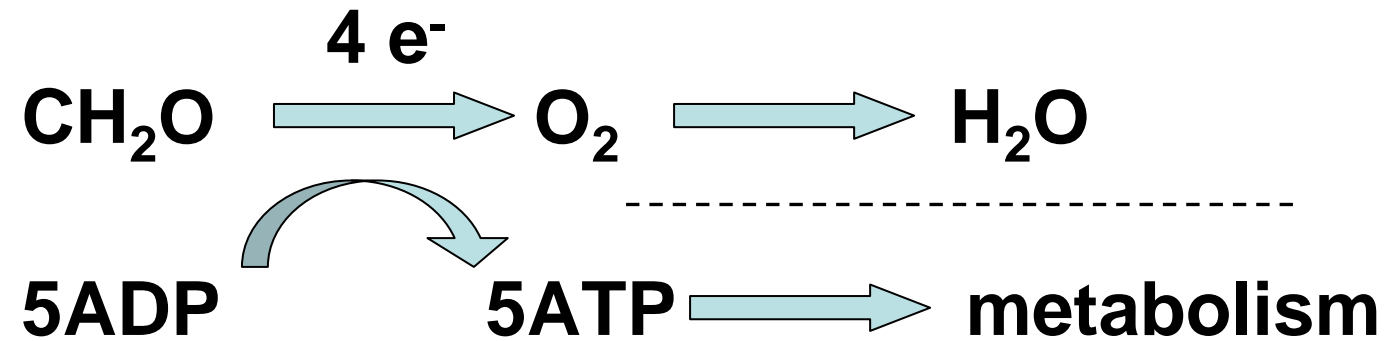


Phosphate Groups

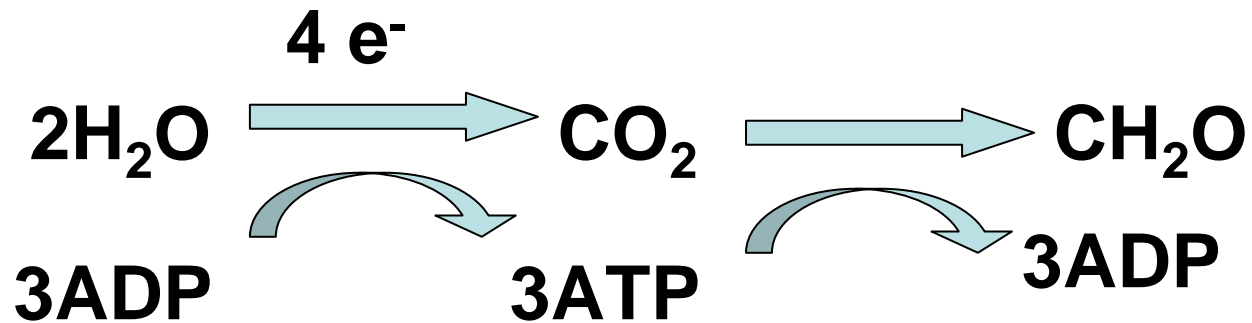


Ribose

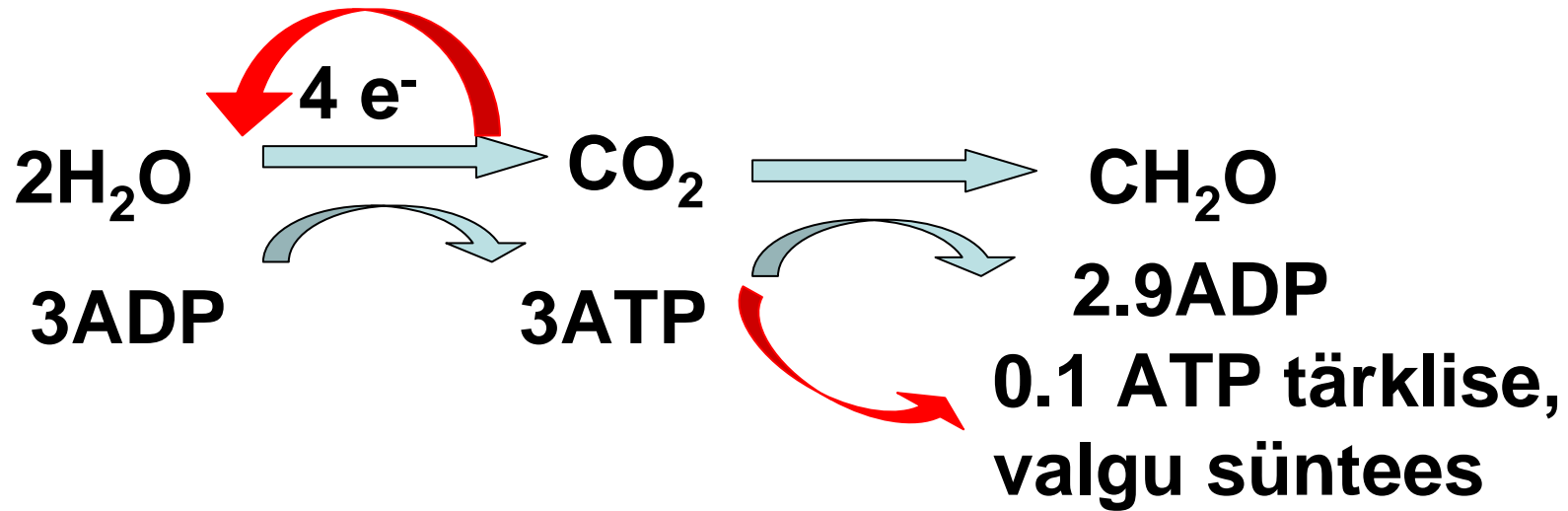
Hingamises e<sup>-</sup>/ATP stöhhiomeetria on vaba



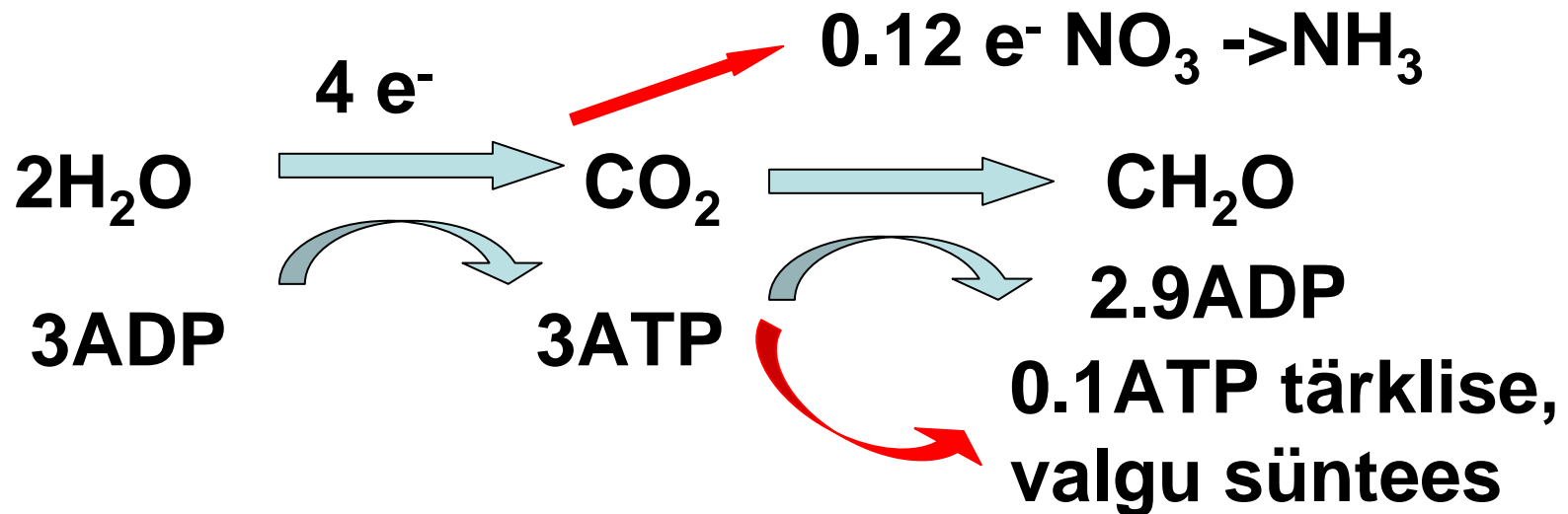
Fotosünteesis e<sup>-</sup>/ATP stöhhiomeetria on 3ATP/4e<sup>-</sup>



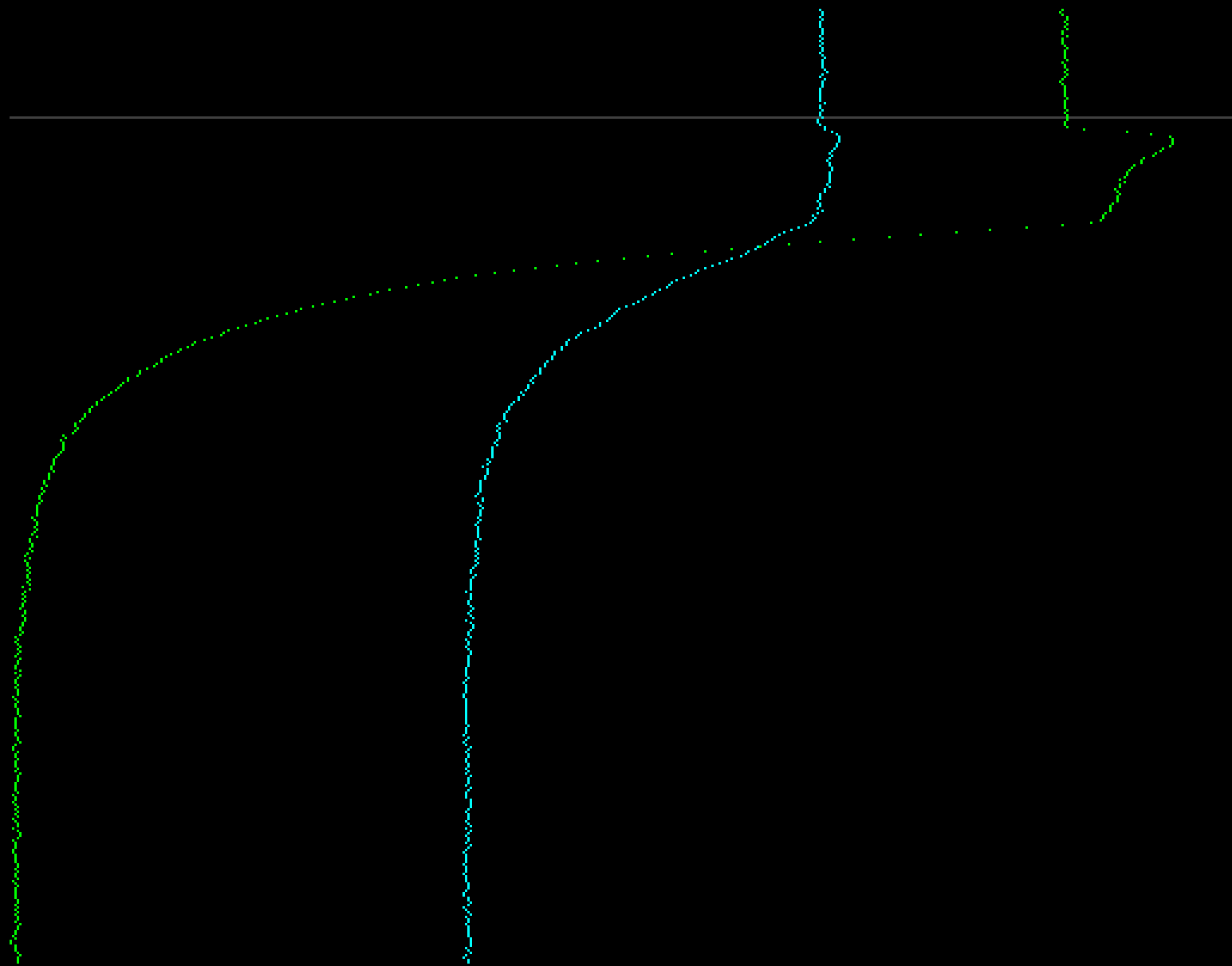
**Kehtiv usk: tsükkel katab igasuguse ATP kao**



**Meie usk: tsüklilist ATP sünteesi ei ole, N taandamine on stöhhiomeetrias ATP kaoga**



T950 T810 080410A B.001 ctrlP start=50 len=20.0 avg=1 dt=500  
stdev50/stdev 0.73/62.25 1.59/365.53

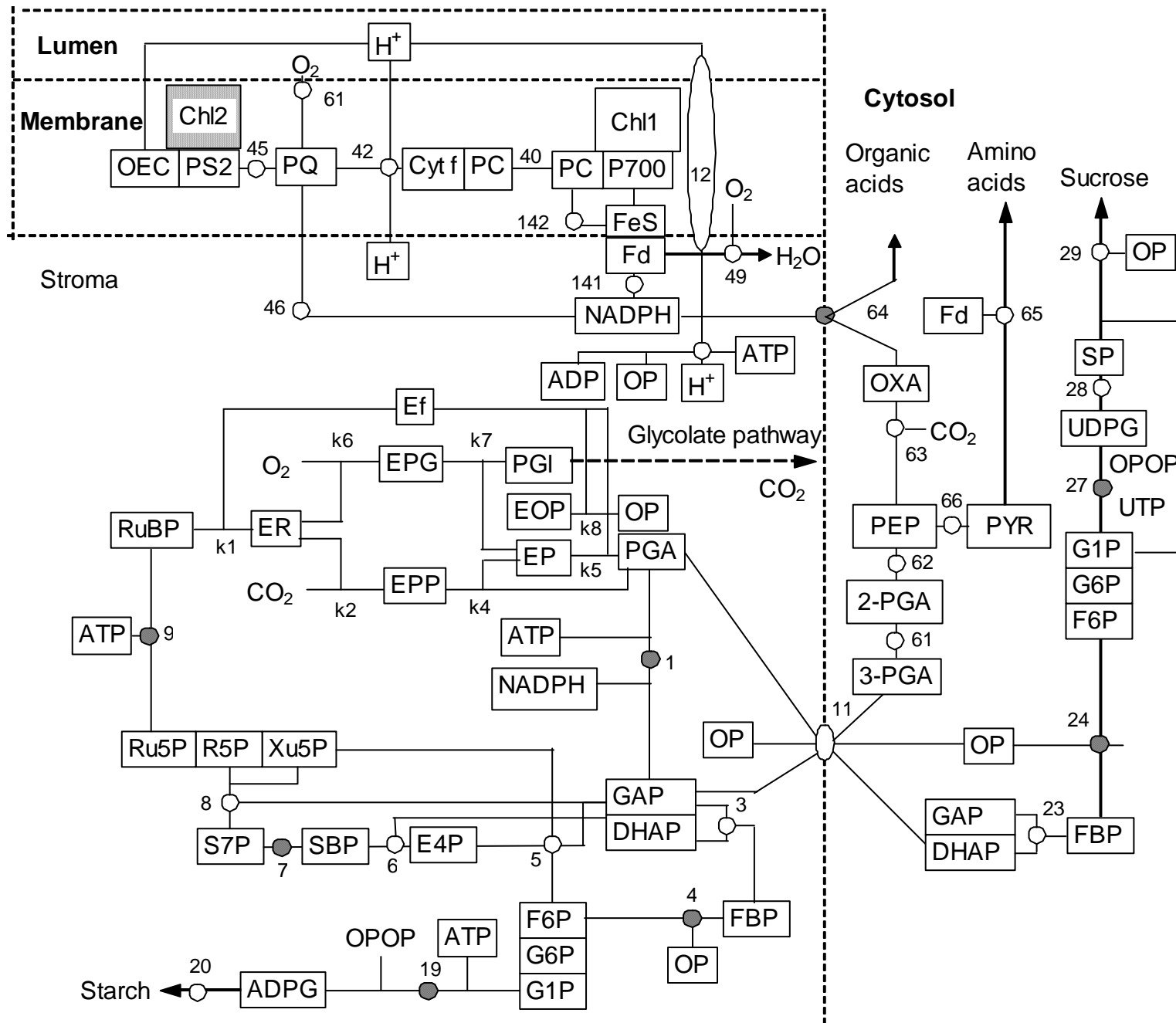


Abs Dif, Exit

**Meie hüpoteesi kohaselt tekib stöhhiomeetriline seos N taandamise (valkude sünteesi) ja ATP “mittefotosünteetilise” kasutamise (nt. tärklise sünteesiks) vahel.**

**N taandamine on fotosünteesi protsessi lahutamatu osa. N defitsiit looduslikes kooslustes võib otsese mehhanismi kaudu piirata fotosünteesi kiirust.**

**Muutub arusaadavaks, miks lämmastiku defitsiidis taimed lihtsalt kasvavad aeglasemalt ja jäävad väiksemaks, nende kudede summarne N/C suhe aga muutub vähe.**



**Tahaksin aga lõpetada jällegi filosoofilisemal noodil.**

**Fundamentaalteadus on kultuuri üks osa muusika, kunsti, kirjanduse, spordi kõrval. Aga teadusel on üks oluline erinevus teistest kultuurinähtustest – väga väike publiku (fännide, jüngrite) arv.**

**Teadlasele aplodeeritakse nõrgalt ja harva. Aplaus aga toetaks enseusku.**

**Teadlase avalik esinemine on artikkel.  
Kahjuks aplausi asemel kuulen pidevat  
retsensentide kriitikat, mis taandub  
kokkuvõttes väljendile – MA EI USU.**

**Kas teistel kultuurialadel oleks mõeldav,  
et kaks salastatud kolleegi keelavad  
teose avaliku esitamise? Teaduses aga  
nii ongi!**



**Niimoodi me teaduses üksteist ei usu, sest igal tublil teadlasele on oma usk. Kui kedagi teist uskuma hakkaks, siis ei oleks enam iseseisev teadlane, vaid kellegi jünger.**

**Uskmatus aga on stabiliseeriv negatiivne tagasiside teaduses. Liiga kiire ususalgamine destabiliseeriks teaduse. Kahjuks ühele teadlasele antud aeg on piiratud ja seda on misjonitööks kahju kulutada. Mis teha – niisugune on teaduse dialektika!**

**Unistan sellest, et ka teadusartikli üle saaks oponentidega vaielda avalikult, kiiresti ja otse. Nii nagu kohtus teeb seda advokaat Parry Mason Erle Stanley Gardeneri kriminaaljuttudes, näidates, kuidas üks ja seesama eksperimentaalne (tõendus)materjal “tõestab” täiesti erinevaid lugusid.**



← LAISA tee