



2/2010

# Dimensio

Irttonumero 10 €

Matemaattis-luonnontieteellinen aikakauslehti < 74. vuosikerta > MADL 75 vuotta



- 2** Julkaisuja eri vuosikymmeniltä
- 5** Pääkirjoitus  
Irma Iho
- 6** Hattulan silloilta  
Jukka O. Mattila
- 7** Revontulet - taivaan valoilmio  
Jyrki Manninen
- 12** Valo fysiikassa  
Mikko Alatalo
- 13** Valo taiteessa ja pohjoisessa  
Maiju Kinnunen
- 16** Valo ja mieli  
Maiju Kinnunen
- 20** Miksi opiskella matemaattis-luonnontieteellisiä aineita?  
Hannu Vornamo
- 21** Uusia kemikaalisäädöksiä  
Eeva Toppari
- 24** Suomessa opitaan matematiikkaa Varga–Neményi-menetelmän mukaan  
Anni Lampinen ja Hannu Korhonen
- 29** International Space Camp  
Mikko Rahikka
- 36** Ennakkokäsitykset sähköopin perusteiden oppimisessa  
Matti Parikka
- 42** Suomalainen GeoGebra-verkosto  
Hannu Korhonen
- 46** Kymmenjärjestelmän historiaa  
Erkki Luoma-aho
- 49** Suomalaista planeettatutkimusta  
Mikko Tuomi ja Samuli Kotiranta
- 52** Kolme näkökulmaa Apollonioksen ongelmaan  
Hannu Korhonen
- 54** Ilmastonmuutos soveltavan kurssin ja teemapäivän aiheena  
Ursula Ahvenisto, Arto Nurmi ja Elina Näsäkkälä
- 62** Kirjallisuutta: Patikkaretkiä matematiikan maailmaan
- 63** MAOL -kurssitarjontaa
- 64** Vuoden opettaja  
Elina Näsäkkälä
- 67** Pulmasivu

Kansikuva: Dave Dyet | [www.dyet.com](http://www.dyet.com)

"Revontulet, norrskens, virmalised, northern lights, ovat myyttinen ilmiö. Luonnontieteellisen selityksen voit lukea tästä lehdestä (sivu 7). Tavallisin väri on vihreä tai kellanvihreä. Revontulet syntyvät aurinkotuulen törmätessä happimolekyyleihin runsaan sadan kilometrin korkeudessa." – HK

## JULKAISIJA

Matemaattisten Aineiden  
Opettajien Liitto MAOL ry  
Rautatiealaisenkatu 6, 00520 Helsinki

## PÄÄTOIMITTAJA

Leena Mannila  
Puh. 050 367 3421  
leena.mannila@maol.fi

## VASTAAVA PÄÄTOIMITTAJA

Irma Iho  
Puh. 050 302 1589  
irma.iho@maol.fi

## TOIMITUSSIHTEERI

Jarkko Narvanne  
Puh. 050 523 2768  
dimensio@maol.fi

## PAINO

Forssan Kirjapaino Oy  
ISSN 0782-6648  
ISO 9002

## TILAUKSET JA

## OSOITTEENMUUTOKSET

MAOL:n toimisto  
Puh. (09) 150 2338

## TILAUSHINTA

Vuosikerta 48 €, irtonumero 10 €, ilmestyy 6 numeroa vuodessa

## TOIMITUSKUNTA

Leena Mannila, pj., Tomi Alakoski,  
Kalle Juuti, Pasi Ketolainen, Jari Koivisto,  
Hannu Korhonen, Juha Oikkonen,  
Heidi Ronkainen, Maija Rukajärvi-Saarela,  
Marika Suutarinen, Kaisa Vähähyyppä,  
Maria Vänskä, Jarkko Narvanne, siht.

## NEUVOTTELUKUNTA

prof. Maija Ahtee  
prof. Maija Aksela  
op.neuvos Marja Montonen  
prof. Kaarle Kurki-Suonio  
prof. Aatos Lahtinen  
prof. Ilpo Laine  
prof. Tapio Markkanen  
rehtori Jukka O. Mattila  
prof. Esko Valtaoja  
prof. Erkki Pehkonen  
joht. Kari Purhonen  
prof. Pekka Pyykkö  
dos. Jorma Merikoski  
toim.joht. Hannu Vornamo



# Lukion vuoro

Opetusministeriö asetti syksyllä 2008 työryhmän valmistelemaan toimenpide-ehdotuksia lukio-koulutuksen kehittämiseksi. Työryhmän työstä on alkanut tulla tietoa julkisuuteenkin lähinnä erilaisten kysely- ja tutkimustulosten muodossa. Ehkä tulosten positiivisuus nykyistä tilannetta kohtaan yllätti ja samalla provosoi keskustelun erityisesti ylioppilaskirjoituksista ja lukion tilasta yleensä.

Ylioppilaskirjoituksia on niiden yli 150 vuoden historian aikana haluttu poistaa aika ajoin. Suunnitelmat lakkauttamisesta olivat hyvinkin pitkällä 70-luvulla. Tutkintoa ei kuitenkaan poistettu vaan aloitettiin laaja kehittämissuunnitelma. Ylioppilastutkinnon kehittäminen on osa lukionkin kehittämistä ja media on lähtenyt ainakin yleisönosantojen tasolla keskusteluun melkein 70-luvun hengessä.

Perusteluna tutkinnon poistamiselle on esitetty se, että kirjoitukset ja rankinglistat ohjaavat liikaa lukioiden toimintaa. Tässä on kuitenkin lähdetty ajatukselta, että ylioppilastutkinto on muuttumaton ja pysyvä ja lukion opetussuunnitelma ja tuntijaot seurailevat ylioppilastutkintoa. Näin ei ole asian laita. Opetusministeriö nimittää ylioppilastutkintolautakunnan jäsenet, ja he seuraavat tarkkaan opetussuunnitelmia ja ovat valppaina muutostilanteissa. Ylioppilastutkinto on seurannut tarkkaan suuria muutoksia, joita viime vuosikymmeninä lukiossa on tapahtunut. Kehittämistarpeita on aina, mutta lukio tarvitsee yhdenmukaista, puolueetonta loppuarviointia, josta on apua jatko-opintoihin pyrittäessä. Koulumaailmassa osataan lukea rankinglistoja ja niiden puutteet tiedetään, mutta jotain oikeaakin ne kertovat.

Miten ylioppilastutkinto ohjaa arkipäivää lukioissa on lukion oma asia. Jokainen opettaja joskus sortuu vetoamaan ylioppilaskirjoituksiin, mutta oppitunnit sujuvat kyllä opetussuunnitelman mukaisessa opetustyössä. Useimmin ylioppilaskirjoituksiin vedotaan, jos käytetään oppimateriaalina vanhaa ylioppilaskirjoitustehtävää. Opettaja on ne kuitenkin valinnut monen tehtävän joukosta ja ovathan ne laadukkaita, niitä on pohdittu ja testattu. Opiskelija ei aina näe ohjaako ylioppilastutkinto vai hyödynnetäänkö sitä.

Luokatonta lukiota on moitittu erilaisin argumentein. Opiskelevat eivät muka tunne toisiaan, kun vaeltavat ryhmästä toiseen. Lukiossa on kuitenkin iso pakollisten opintojen paketti ja ne toteutetaan monesti

jo resurssienkin takia hyvin luokallisen lukion mallin mukaisesti ryhmitellen. Jos joku tätä ryhmitystä kiittää, hänellä on siihen varmasti perusteensa. Lukioikäisenä täytyy olla niin paljon tietoa muutoksille, että valinnaiset opinnot voidaan suorittaa ryhmissä, joiden kokoonpano vaihtuu. Pienille lukioille luokattomuus antaa lisää mahdollisuuksia esimerkiksi eri ikäluokkien kurssien yhdistelyssä. Lukiota moititaan liian rankaksi erityisesti jakson päättävän koeviikon takia. Opettajien vaihtuvuus eri kursseilla puhuttaa myös. Isoissa lukioissa näin voi ollakin, mutta useimmissa lukioissa on vain muutama matemaattisten aineiden opettaja, joten suuri vaihtuvuus on mahdotonta.

Suomen Lukiolaisten Liitto on teettänyt syksyllä 2009 tutkimuksen lukiolaisten ajatuksista lukion kehittämiseksi. Tutkimus antaa paljon tietoa kehittämistä pohtivan työryhmän jäsenille ja myös koulun arjessa työskenteleville. Valtaosalle lukiolaisista koulu on valmistautumista jatko-opintoihin, seuraavaksi tulee yleissivistävä puoli. Lukion koki lisäaikana vaihtoehtojen pohtimiseksi vain alle 10 % vastaajista. Luokattomuus koettiin valtaosin positiivisena. Hyväksi nähtiin valitsemismahdollisuus ja oma vastuu ja vaikutusmahdollisuus. Ehkä jyrkimmin lukiolaiset tuomitsivat lukio-opintojen ja ammatillisten opintojen yhdistämishankkeet. Negatiivisena puolena koettiin usein vaihtuva sosiaalinen ympäristö. Osa koki tämänkin asian positiivisena. Liian kova opiskelutahti ei näkynyt vastauksissa.

Lukiolaisten ajatukset ovat hyvin linjassa MAOL:n linjan kanssa. Hyvälle opetukselle, hyvälle opettajille ja jatko-opintopaikan varmistamiselle opiskelijat antoivat suuren merkityksen ja erimielisyys oli vähäistä. Ylioppilaskirjoitusten merkitys koettiin suureksi, mutta erimielisyyttä oli jonkin verran. Tarkasteluissa täytyy aina pohtia onko systeemissä vai sen toteuttamisessa vika. Esimerkiksi koeviikosta ja sen raskaudesta lukiolaiset eivät vastauksissaan mainitse. Luultavasti koulut ovat osanneet rakentaa koeviikon järjestyksi ja hyödyntää sen antamat mahdollisuudet esimerkiksi projektitöille ja vierailuille opiskelijoiden eduksi. Lähtöasetelmat lukion ja ylioppilastutkinnon kehittämiseksi ovat hyviä. On riittävästi asioita, joista ollaan yksimielisiä. Toivottavasti lukion pohjaksi saadaan hyvä perusopetuksen tuntijako ja opetussuunnitelman perusteet. Hyvää kevään odotusta kiireiden ja hankien keskelle!

# Uusia kemikaalisäädöksiä

**EEVA TOPPARI**, opettajien työsuojeluvaltuutettu, MAOL:n hallituksen jäsen

**Kemian opettaja, tiedätkö mitä tarkoittavat kirjainyhdistelmät CLP, GHS ja REACH? Jos et, niin toivottavasti viimeistään luettuasi tämän kirjoituksen uskallat vastata myönteisesti, sillä työsi edellyttää sitä.**

**CLP**-asetus on EU:n uusi aineiden ja seosten luokitus-, merkintä- ja pakkaamisasetus, joka korvaa siirtymäaikojen kuluessa entiset aine- ja seosdirektiivit ja yhdenmukaistaa sekä käyttöpakkausten että kuljetuspakkausten merkintämääräykset. CLP-asetus (N:o 1272/2008/EY) sisältää artiklatekstin ja lisäksi seitsemän liitettä (liitteet I – VII), joissa tarkemmin määritellään luokitus-, merkintä- ja pakkausvaatimukset. Asetus astui voimaan jo 20.1.2009.

CLP-asetuksella pannaan täytäntöön maailmanlaajuisesti yhdenmukaistettu kemikaalien luokitus- ja merkintäjärjestelmä GHS, joka on hyväksytty YK:ssa. Järjestelmän tarkoitus on parantaa ihmisten terveyden- ja ympäristönsuojelun tasoa erityisesti sellaisissa maissa, joissa ei ole kemikaalien vaaroista tiedottavaa järjestelmää.

REACH-asetus on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus N:o 1907/2006 kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista. Asetus on tullut voimaan jo 1.6.2007.

## Uusien asetusten vaikutukset kemian opetukseen

REACH-asetuksen eräs päätavoite on, että kemikaalien tuottajat laativat käyttäjille ohjeet aineiden turvallisesta käytöstä. Asetuksen mukaan kemikaalien jatkokäyttäjien, jollaisia koulut ja oppilaitokset opettajineen ja oppilaineen ovat, on tunnettava uudet käyttöturvallisuustiedotteet (eSDS), altistumiskenaariot (ES) ja eri käyttöjä koskevat turvallisuusohjeet.

Opettajien ja oppilaiden on tunnistettava uudet varoitusmerkinnät ja opittava niiden merkitys, myös vanhat merkinnät on muistettava 1.6.2015 (+2 vuotta) asti. Uuden luokituksen yhteydessä on siis otettava käyttöön ja tunnettava aineiden eri käyttötarkoitukset kattavat turvallista käyttöä koskevat ohjeet ja uudet käyttöturvallisuustiedotteet.

Vaarojen arvioinnin päivityksessä ja henkilökunnan perehdytyksessä on huomioitava luokituksen ja



Kuva 1. Esimerkillisen siisti kemikaalikaappi.

merkintöjen muutoksien vaikutukset. Kaikilla kemikaalien kanssa tekemisissä olevilla tulee olla riittävät taustatiedot merkityksellisistä riskitekijöistä.

CLP-asetuksen merkinnät koostuvat seuraavista asioista:

- varoitusmerkit
- tuotteen tunnistustiedot: nimi, nimike, koodit
- toiminnanharjoittajan tiedot
- huomiosanat
- vaaralausekkeet
- turvalausekkeet

Eroja väistyvään lainsäädäntöön:

- erilaiset varoitusmerkit
- **huomiosanojen ”Vaara” ja ”Varoitus” käyttöönotto**
- jos varoitusetiketissä käytetään huomiosanaa ”Vaara” (vakavammat vaikutukset), sanaa ”Varoitus” (lievemmat vaikutukset) ei tule käyttää
- nykyisiin varoitusmerkkeihin liittyvät tekstiosat (esimerkiksi ”Ärsyttävä”) jäävät pois ts. **varoitusmerkeillä ei ole nimiä**
- huomiosanat eivät ole varoitusmerkkien nimiä, vaan oma erillinen elementti merkinnöissä
- vaaralausekkeet (H-lausekkeet) vastaavat nykyisiä R-lausekkeita
- turvalausekkeet (P-lausekkeet) vastaavat nykyisiä S-lausekkeita
- enemmän vaaraluokkia ja -kategorioita
- osittain erilaisia luokituskriteerejä ja raja-arvoja
- erilainen lähestyminen seosten luokitukseen

## Varoitusmerkit

Vanhat, tutut oranssimustat varoitusmerkit ovat siirtymäkauden voimassa eli vielä v. 2017 loppuun asti.

Uudessa luokitus- ja merkintäjärjestelmässä kutakin vaara-



Akuutisti myrkylliset aineet.



Elinmyrkylliset, karsinogeeniset, mutageeniset ja lisääntymismyrkylliset aineet sekä hengitystieherkistävät.



Paineenalaiset kaasut ja nesteytetyt kaasut.



Akuutisti myrkylliset aineet, iho-, silmä- ja hengitystieärsytystä aiheuttavat aineet sekä ihoherkistävät.



Syövyttävät aineet, vakavan silmävaurion vaaraa aiheuttavat aineet.



Räjähdyksenvaaraa aiheuttavat aineet.



Helposti syttyvät aineet.



Hapettavat aineet.



Ympäristölle vaaralliset aineet.

Kuva 2. Uudet GHS -varoitusmerkit ja niiden käyttö. [Lähteet: Painokelpoiset varoitusmerkit YK:n verkkosivuilla: <http://tinyurl.com/GHS-paino>, ja Kemikaalilinjauottelukunnan esite CLP-asetuksesta: <http://tinyurl.com/clp-aset>]

ominaisuutta kuvaa vaaraluokka. Vaaraluokkia on kolme: fysikaalinen, terveydellinen ja ympäristövaaraluokka. Kategoriat 1, 2, 3 ja 4 kuvaavat kriteerien jakautumista kunkin vaaraluokan sisällä vakavuuden perusteella, numero 1 on vakavin.

CLP-asetuksen voimaan tulon jälkeen yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät annetaan tavallisesti aineille, jotka ovat:

- hengitysteitä herkistävä, kategoria 1
- sukusolujen perimää vaurioitava, kategoria 1A, 1B tai 2
- syöpää aiheuttava, kategoria 1A, 1B tai 2
- lisääntymiselle vaarallinen, kategoria 1A, 1B tai 2

## CLP-asetuksen mukaiset vaara- ja turvalausekkeet

- H200-290 Fysikaalisiin vaaroihin liittyvät vaaralausekkeet
- H300- 373 Terveydelle aiheutuviin vaaroihin liittyvät vaaralausekkeet
- H400-413 Ympäristövaaroihin liittyvät vaaralausekkeet
- P101-103 Yleiset turvalausekkeet
- P201-285 Turvalausekkeet — Ennaltaehkäisy
- P301-391 Turvalausekkeet — Pelastustoimenpiteet
- P401-422 Turvalausekkeet — Varastointi
- P501 Turvalausekkeet — Jätteen käsittely

## Uudelleen merkintä

Siirtymäkauden ajan aineiden päällyksissä on sallittua käyttää joko nykyisiä EU-merkintöjä tai uusia CLP-asetuksen mukaisia merkintöjä. Kaikki aineet pitää 1. päivästä joulukuuta 2010 lähtien luokitella ja merkitä vain CLP-asetuksen mukaisesti. **Jos aine kuitenkin on saatettu markkinoille ennen 1.12.2010 vanhoilla merkinnöillä, ei sitä tarvitse uudelleen merkitä ja pakata CLP-asetuksen mukaisesti ennen kuin 1.12.2012.**

Kaikki seokset pitää luokitella ja merkitä vain CLP-asetuksen mukaisesti 1. päivästä kesäkuuta 2015. Vastaavasti **seoksia, jotka on saatettu markkinoille ennen 1.6.2015 vanhoilla merkinnöillä, ei tarvitse uudelleen merkitä ja pakata CLP-asetuksen mukaisesti ennen kuin 1.6.2017.**

Edellä oleva huomioiden siirtymäaikana kannattaa käyttää vanhat varastot ehdottomasti loppuun ja tilata vain pieniä määriä aineita ja seoksia, ellei niitä ole saatavilla uusilla CLP-asetuksen mukaisilla merkinnöillä. Näin välttyään uudelleen merkinnästä. Luokituksen tulee uusista merkinnöistä huolimatta olla käyttöturvallisuustiedotteessa sekä entisellä että uudella tavalla seosten siirtymäajan 1.6.2015 loppuun saakka. Käyttöturvallisuustiedotteet säilyvät lähes ennallaan, vain kaksi otsikkoa vaihtaa paikkaa ja mahdolliset alituumisskenaariot ovat liitteinä.

**Kaikkien ominaisuuksien osalta suora muunnos entisestä uuteen ei ole mahdollinen,** koska CLP-asetuksen luokituskriteerit eroavat joiltain osin luokitusperusteasetuksen kriteereistä. Tämä on huomioitava mm. riskin arvioinnissa. Asetuksen liitteessä LIITE VII (<http://tinyurl.com/liiteVII>) on ainedirektiivin 67/548/ETY-mukaisen luokituksen ja CLP-ase-

tuksen luokituksen välinen muunnostaulukko.

**Aiemmin vaaralliseksi luokittelematon aine voidaan joutua luokittelemaan vaaralliseksi CLP-asetuksen kriteerien mukaisesti.** Toisin sanoen jos aineelle tai seokselle ei ole aiemmin annettu R- ja S-lausekkeita, se ei tarkoita sitä, että aineella ei voisi olla CLP-asetuksen mukaista luokitusta ja merkintöjä.

Poikkeuksena tavanomaisista merkintäsäännöistä tiettyihin vaaraluokkiin kuuluvia aineita sisältäviin pieniin, alle 125 millilitran, pakkauksiin ei tarvitse merkitä vaara- ja turvalausekkeita. (ks. CLP-asetus suomeksi: <http://tinyurl.com/CLP-suomeksi>). Tämä poikkeus tuo varmasti jonkin verran helpotusta merkitsemiseen, kun koulussa siirretään tai laimennetaan kemikaaleja pienempiin käyttöastioihin. Vaara- ja turvalausekkeiden merkitystä ei saa kuitenkaan laiminlyödä silloinkaan.

### Yhteensovittamisongelmia

Säädösten uudistuminen on muutovaiheessa aiheuttanut paljon kysymyksiä monella taholla. Vastauksien saaminen ei ole ollut helppoa ja aina niihin ei ole ollut vastauksia saatavillakaan. Esimerkkinä siitä CLP -asetuksen liitteessä VI olevat vaarallisten aineiden luettelot olivat tammikuuhun asti saatavilla vain englanniksi. STM:n asetus 5/2010 (14.1.2010) kumosi STM:n asetuksen 509/2005 vaarallisten aineiden luettelosta ja uuden asetuksen liitteessä on ko. kemikaalien suomen- ja ruotsinkieliset nimet, joita molempia tarvitaan vaarallisten kemikaalien varoitusetikettiin. EU:n ja kansallisen lainsäädännön yhteensovittamisessa on ollut vaikeuksia välivaiheen aikana ja tulee olemaan vielä jatkosakin, siitä esimerkkinä STM:n tekeminen asetusmuutos 6/2010.



Kuva 3. Omavaltaisia merkintöjä.

Muutosten tulkinnessa näyttää olleen ongelmia muillakin kuin minulla. Näin eräällä koululla erittäin siistin kemikaalivaraston varoitusmerkkeineen (kuvat 1 ja 3). Varoitusmerkit oli tilattu ja ne varmasti täyttävät kaappien ovissa tehtävänsä, mutta ihan säädösten mukaisia ne eivät ole. Nimittäin esimerkiksi uudella GHS:n pääkallovaroitusmerkillä ei ole nimeä myrkyllinen eikä lyhennettä T (Kuva 3). Ilmeisesti myöskään huomiosanoihin vaara ja varoitus ei kuulu huutomerkkiä, vaikka se hyvä tehoste onkin!

### Mistä tietoa?

Tietoa säädöksistä on saatavilla runsaasti ja lisää tulee koko ajan. Sivuston [www.reachneuvonta.fi](http://www.reachneuvonta.fi) Ajankohtaista-sivu on erittäin hyvä lähde. Siellä on linkkejä CLP-verkkoluennoista asetusten painovirheisiin. Tämän kirjoituksen tiedot perustuvat paljolti juuri em. sivuston lähteisiin ja erityisesti *Kemikaalineuvottelukunnan esitteeseen CLP -asetuksesta*. Suosittelen sen tulostamista ja tutustumisen jälkeen ripustamista kemikaaliluettelon ja käyttöturvallisuustiedotteiden läheisyyteen. ■