

Heli Väärtnõu-Järv: „Riigieksamite tulemustest lähtuvalt on keemiaõpetuse seis suhteliselt hea ja stabiilne, õppeainete „populaarsuse“ edetabel annab aga üpris hävitava hinnangu. Küsimus, kuidas neid andmeid kooskõlla viia, ajendaski seda artiklit kirjutama.”



Keemiahariduse „regionaalsus”

H e l i V ä ä r t n õ u - J ä r v , M A
Tartu Ülikooli keemiaosakond

Keemia koos füüsika ja bioloogiaga mängib tänapäeva maailmas suurt osa. Üha enam levib seisukoht, et nende ainete õpetamine (ja loomulikult ka õppimine) on vajalik rahvusliku kultuuri ja majandusarengu tagamiseks, aga ka meditsiini, elukeskkonna ja toiduga seotud probleemide lahendamiseks. Kõiki neid valdkondi ühendab sõna „tehnoloogia”.

Ka Eestis räägitakse üha selgemini vajadusest arendada hariduses loodusteaduslikke suundi ja seda mitte ainult puhteaduslikke eesmärke silmas pidades. Orientatsioon on ikka tehnoloogia, meie juhul eelkõige nn kõrgtehnoloogia, mis määratluse kohaselt on vahetult seotud teadussaavutustega ning nõuab tootmiseks vähe materjali ja energiat, aga loob hinnalist produkti. Nende tingimuste täitmine on väikeriigi majandusarengu ideaal. Seega tundub, et Eesti ühiskond on valmis tellima haridust, mis võimaldab siirduda kõrgtehnoloogiale ülesehitatud majandusele.

Kas praegune koolisüsteem on selle ülesande täitmiseks aga valmis? Kõrgtehnoloogia loojad ja kasutajad peavad olema hästi haritud eelkõige loodusteadustes,

kuid omama ka selgepiirilist maailmavaadet, mõistma humanitaarvaldkonda ning oskama keeli. Neid eesmärke peaks teenima ka haridusreform. Järgnevalt vaatleme põhjalikumalt keemia õpetamise seisut Eesti koolides ning võrdleme seda olukorraga teiste loodusteaduslike ainete-ga.

Keemia hinne vs keemia populaarsus

Tulemuslikkust hariduspõllul iseloomustab saadud hinne. See kuulub küll õpilasele, aga kaudselt ka õpetajale ning veelgi kaudsemalt iseloomustab kooli. Pealegi kasutatakse seda näitajat kooli ja õpetaja edukuse hindamisel. Keemia riigieksami tulemused aastatel 2003–2006 (4) (2003 – 67,61; 2004 – 66,22; 2005 – 67,66; 2006 – 65,50)

räägivad stabiilsusest. Seega on keemia riigieksami sooritanute teadmised püsinud aastate lõikes tasemel, mida on eeldanud riigieksami koostajad. Sama kehtib ka füüsika ja bioloogia kohta, kuigi seal on tulemustes märgata veidi suuremat hajuvust. Kõik need ja edaspidi kasutatavad andmed on saadaval REKK-i kodulehel www.ekk.edu.ee/statistika ega tohiks olla uudiseks meie õpetajatele ja hariduselu korraldajatele. Joonisel 1 on toodud 2006. aasta riigieksami tulemused õppeainete kaupa. Siin asub keemia 6. kohal. Eespool on füüsika (4. koht), tagapool bioloogia. Kõik on esimeses kümnes. Seega peaks loodusteadustes olema tagatud koolilõpetajate teadmiste tase, mis on vajalik kõrgtehnoloogilise arengu korral.

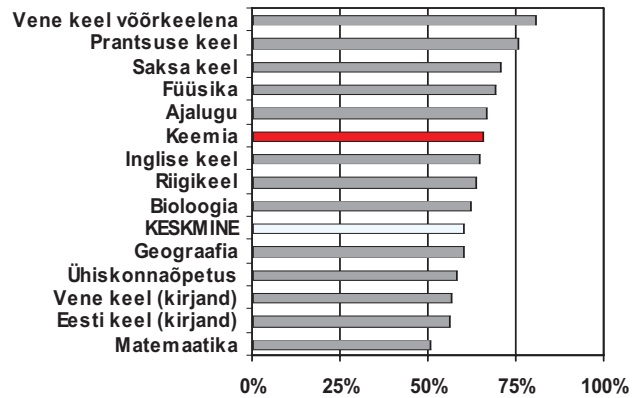
Samas on leida ka teisi andmeid. Nii on avaldatud hiljutise uuringu tulemused, mis reastavad õpilaste hinnangute põhjal õppeained meeldivuse järjekorras (3). Üllatavalt on keemia seal alles 14., füüsika kogunisti 15. kohal. Kokku ongi nimekirjas ainult 15 ainet. Uuringus on eraldi vaadeldud eesti- ja venekeelseid koole. Keemia ebapopulaarsus ilmneb sarnaselt mõlemal juhul. Seega on riigieksamite tulemustest lähtuvalt seis suhteliselt hea ja stabiilne, õppeainete „populaarsuse“ edetabel annab aga üpris hävitava hinnangu. Küsimus, kuidas neid andmeid kooskõlla viia, ajendaski seda artiklit kirjutama ning tutvuma lähemalt ka riigieksamite statistikaga.

REKK-i andmetabelist saab ülevaate, kui paljud lõpueksamite sooritanutest on valinud keemia riigieksami. Kuigi 2006/2007. õppeaastal registreerus keemiaeksamile 261 õpilast rohkem kui eelmisel õppeaastal, on see arv aastate lõikes siiski vähenenud. Samas oleneb eksamisooritajate arv ka üldisest õpilasarvust. Seega on korrektsem kasutada suhtarvusi. Nende saamiseks võrdlesin loodusteaduste ainetes riigieksameid sooritanute arvu lõpukirjandi kirjutajate koguarvuga (eesti- + venekeelsed kirjandid), mille omakorda lugesin võrdseks gümnaasiumilõpetajate koguarvuga. Need andmed keemia riigieksami kohta on toodud aastate 2003–2006 lõikes järgneva protsendireana: 2003 – 18,9%; 2004 – 21%; 2005 – 19,6%; 2006 – 16,9%.

On näha, et keemia riigieksami valinute arv jääb viimastel aastatel tavaliselt alla 1/5 koolilõpetajatest. Muidugi on täpsete andmete saamiseks vaja põhjalikumalt analüüsi, sest kehtiva õppekava üks eripära on keemia õppimise lõpp 11. klassis. Seega on just siis õige aeg riigieksami sooritamiseks, kuna järgnev aasta ainult kustutab omandatud teadmisi mälust.

Teisalt on REKK-i esitatud andmetest näha, et keemiaeksami sooritanute suhtarv on aastate lõikes jäänud enam-vähem samaks. Seetõttu on edaspidi võrreldud samal aastal toimunud riigieksamite tulemusi.

On huvitav, et 2006. aastal valis bioloogia riigieksami 28% gümnaasiumilõpetajatest. Seega umbes kaks korda

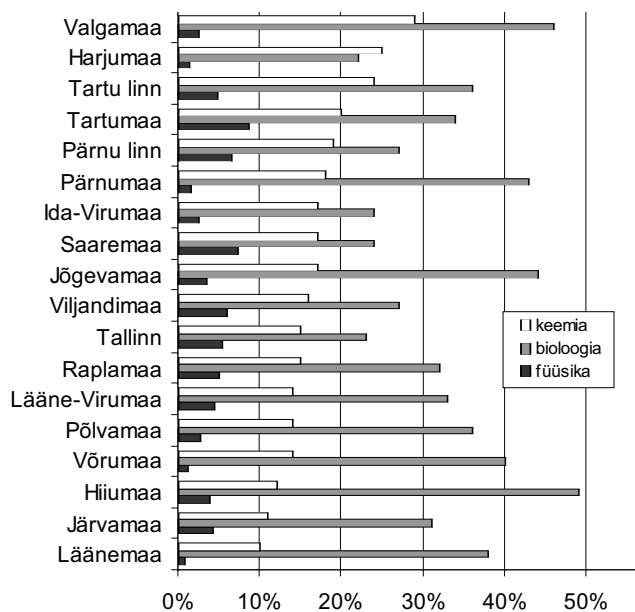


Joonis 1. Riigieksamite tulemused 2006. aastal.

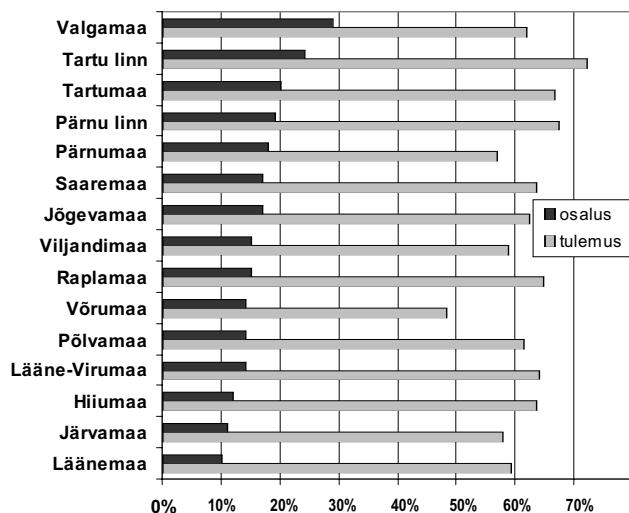
rohkem keemiaeksami tegijaist. See on kooskõlas ka õppeainete populaarsuse „edetabeliga”, kus bioloogia on keemiast kaugel eespool. Samas on õppeainete populaarsuse „edetabelis” viimasel kohal oleva füüsika olukord hoopis kurb. Füüsika riigieksami valis 2006. aastal ainult 4,3% riigieksameid sooritanutest. Seega valiti füüsikat 3–4 korda vähem kui keemiat. See trend näib süvenevat. Kui ühiskonna arengu mootoriks peaks aga tõesti tõusma kõrgtehnoloogiline majandus, on vaja inimesi, kes omaksid loodusteaduslikku gümnaasiumi- ja kõrgkooliharidust. Kust selliseid spetsialiste aga võtta, kui koolilõpetajate nigi kahanevast hulgast suurem osa neid erialasid ei tunnista?

Selline olukord ei ole Eesti eripära, samale probleemile otsivad lahendust Euroopa juhtivad tööstusmaad. Arvuti-protssessorite tootja Intel sulges eelmisel aastal oma uurimislaborid Cambridge'is Inglismaal ning firma Euroopa-osa juht Gordon Graylish põhjendas sammu noorte üha väheneva huviga matemaatika ja loodusteaduste vastu, mis ei võimaldavat tagada uurimisprogrammide täitmiseks vajalikku tippteadlaste hulka. Käesoleva aasta jaanuaris kuulutati Ühendkuningriigi tööstusminister Even Margaret Hodge, et noorte suunamine loodusteadusliku hariduse juurde on tänapäeva suurimaid väljakutseid (1).

Tõenäoliselt on mitmeid põhjusi, miks õpilased kaotavad huvi loodusteaduste vastu. Ilmselt juhtub see juba põhikoolis. Põhjusi peaks lähemalt uurima ka Eesti oludes. See on vajalik kas või uue õppekava tegijate suunamiseks, sest kui võtta tõsiselt suund kõrgtehnoloogilise tööstuse arendamisele, peab õpilaskonna hoiak muutuma. Aga kas ainult õpilaskonna või on tegu hariduspoliitilise küsimusega laiemalt ning muutuma peavad ka õpetaja, kool ning haridusametnik? Võib tunduda, et sellise deklaratsiooniga võikski arutelule punkti panna. REKK-i materjal võimaldab teemaga aga veelgi edasi minna, keskendudes Eesti eripärale.



Joonis 2. Loodusainetes 2006. aastal riigieksami valinud õpilaste osakaal protsentides maakonniti.



Joonis 3. Õpilaste osavõtt keemia riigieksamist ja eksami tulemused 2006. aastal.

Regionaalsed erinevused

Järgnevas analüüsis valime keemia õpetamise ja õppimise edukuse kriteeriumiks selles aines riigieksami valinute ja gümnaasiumilõpetajate suhtarvu. Need andmed leiab REKK-i statistikast ning arvutused on tehtud ülalpool kirjeldatud moel. Kuigi arutelu on suunatud peamiselt keemiaharidusele, on võrdluseks kasutatud andmeid ka füüsika ja bioloogia riigieksamite kohta – lootuses, et taoline analüüs võimaldab avada loodusainete õppimise ja õpetamisega seotud uusi momente.

Nagu ilmneb, on keemia riigieksami valinute suhtarv maakonniti vägagi erinev. Kokkuvõtte olukorrast 2006. aastal on toodud joonisel 2, kus maakonnad on reastatud keemiaeksami valinute suhtarvust lähtudes. Andmed füüsika- ja bioloogiaeksami kohta on sellele pingereale lisatud. Sealt saab teha mitmeid järeldusi.

Esiteks on ilmne, et keemiaeksami valinute suhteline hulk (valged tulbad) varieerub maakonniti kuni kolm korda ning on kõige suurem Valgamaal. Samal ajal erinevad bioloogia riigieksami valinute suhtarvud maakonniti (hallid tulbad) ainult kuni kaks korda, füüsikas (mustad tulbad) kasvab see erinevus aga kümnekordseks. Lisaks populaarsuse üldisele erinevusele valivad õpilased nende ainete riigieksameid Eesti eri osades seega väga erinevalt. Tähtis on mõista selle nähtuse põhjusi, sest varieeruvuse vähendamine taseme tõstmise teel on lihtsaim viis keemia riigieksami tegijate arvu suurendada. Ilmselt on see viis ka kõige reaalsem, sest kui midagi suudetakse Eestimaa ühes piirkonnas, näiteks Valgamaal, peaks see olema võimalik ka teistes piirkondades.

Teiseks ilmneb samadest andmetest, et puudub sõltuvus keemia ja bioloogia (korrelatsioonikordaja $R = -0.022$) ja keemia ja füüsika (korrelatsioonikordaja $R = 0.055$) riigieksamiks valinute suhtarvude vahel. See tähendab, et keemia riigieksami suurem populaarsus teatud maakonnas ei tähenda teiste loodusainete suuremat populaarsust samas maakonnas ja vastupidi. Seega ei saa rääkida õpilaste loodusainetealase võimekuse üldise taseme erinevusest maakonniti, mis oleks ka igati absurdne väide.

Kolmandaks on näha, et keemia ning teiste loodusainete populaarsus ei erine ka juhtudel, kui piirkonnas asuvad valdavalt vene õppekeelega koolid (Ida-Virumaa koos Narvaga, samuti mõned Tallinna linnaosad). Seega pole alust müüdil, et vene õppekeelega koolides on loodusainete õpetamine paremal järjel kui eesti õppekeelega koolides. Tõsi, kindlasti on koole, kus keemia, bioloogia ja füüsika õpetamise tase on väljapaistvalt hea ning nendes koolidesse lähevad olümpiaadide medalid ja diplomid. Samas, maakondade üldist seisust selliste tippude olemasolu oluliselt ei mõjuta, kui kasutame mõõdupuuna riigieksamil osalejate arvu.

Neljandaks on huvitav võrrelda maakonniti keemia riigieksami valinute suhtarvu ja selle riigieksami tulemusi. Need andmed on toodud joonisel 3, kus maakonnad on järjestatud keemia riigieksami valinute suhtarvu järgi ning nendele andmetele on lisatud riigieksami tulemused. Näha on, et keemia riigieksamil saavutatud keskmine tulemus ei olene eksami valinute suhtarvust. Teiste sõnadega, nende suuruste vahel puudub oluline korrelatsioon ning palju eksamitegijaid ei tähenda maakondade arvestuses parimat ega ka halvimat tulemust. Näiteks sooritasid 2006.

aastal Läänemaa 30 õpilast keemia riigieksami keskmisele tulemusele 59,2. Samas 272 õpilast seda riigieksamit ei valinud, mistõttu nende keemiateadmistest meil info puudub. Tõenäoliselt on see teadmine keemiaõpetajal, kes mõnel juhul võib õpilasel tungivalt soovitada keemia riigieksamit mitte valida, et hoida nii enda kui ka kooli „marki”, mida senini hinnatakse riigieksami hinde järgi. See arutelu viitab veel kord asjaolule, et keemia riigieksami valinute suhtarv sobib tõepoolest üpris hästi iseloomustama keemia õpetamise ja õppimise tegelikku taset ja edukust. Igatahes selgemini kui riigieksami keskmine tulemus.

Kas õpetamise erinevused?

Mis siis võib olla põhjus, et keemia riigieksami tegijate suhteline arv Eestimaal erineb maakonniti kuni kolm korda ja füüsika riigieksami tegijate suhteline hulk isegi kuni kümme korda? Kui lähtuda seisukohast, et kooli minevate laste võimekus ei erine maakonniti, tuleb mainitud nähtust paraku seostada keemia õpetamisega, täpsemalt formuleerides keemia õpetamise taseme või edukuse varieeruvusega. Veelgi erinevam peab siis olema füüsika õpetamise tase. Samas on maakondade erinevused bioloogia õpetamisel oluliselt väiksemad. Peale selle puudub seos erinevate loodusainete õpetamise edukuse vahel, st keemia ja füüsika halva seisu kõrval võib bioloogia olukord olla vägagi hea. Kirjeldatud regionaalne erinevus on piisavalt tõsine, et nähtuse tekke põhjustesse süveneda. Seda peaks tegema põhjalikumalt, kui võimaldab siinne käsitlus ning lihtsalt leitavad andmed.

Kas erinevuste põhjus võib peituda koolide materiaalses olukorras? Keemia õpetamise vaatenurgast on siin arvestatav tegur keemiaklassi ning keemia nüüdisaegsete õppevahendite olemasolu. Näiteks oleks huvitav teada, kas Valgamaa ning Tartu linna ja maakonna koolides on tõepoolest rohkem spetsiaalselt sisustatud keemiaklasse kui Lääne- ja Harjumaa koolides. Kui see on nii, siis miks, ja mida peaks tegema olukorra muutmiseks? Aga kui keemiaklasside olemasolu ei osutu keemia õpetamise edukust määravaks teguriks, siis mis selleks on? Võimalike seoste analüüs on info olemasolul kindlasti vägagi huvipakkuv.

Ilmselt nõustuvad kõik väitega, et keemia õpetamisel on oluline roll õpetajal. Mis iseloomustab õpetaja võimekust? On selleks õpetaja kvalifikatsioon, erialateadmised ja pedagoogilised oskused? Või peab olema ka lihtsalt pealehakkamist, tahet ja veel mingeid isikuomadusi? Kui kvalifikatsiooni saab hinnata paberil toodud andmete järgi, siis oskusi ja tahet pole võimalik otse mõõta ja hinnata. Võimalik, et selle kaudne iseloomustaja on riigieksamile minejate hulk.

Lõpuks peaks arvestama ka piirkondlikus hariduselus

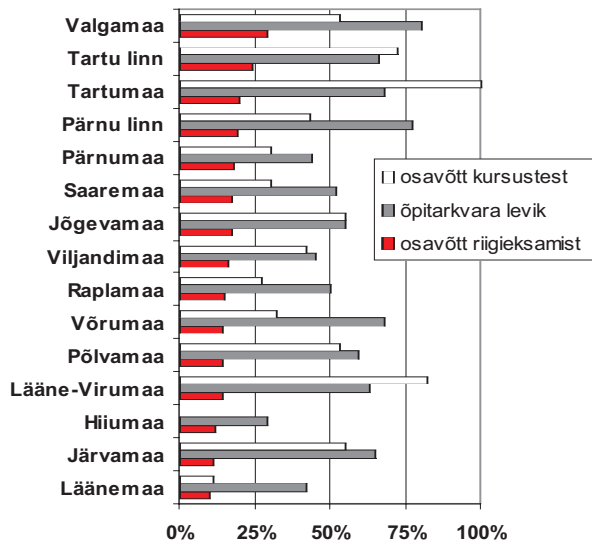
valitsevat õhkkonda ning üldist orientatsiooni, mille kujundamisel on määrav osa koolijuhtidel ning haridusametnikel. Kas mõistetakse loodusteadusliku hariduse edendamise tähtsust? Mida on tehtud, et see mõistmine jõuaks õpetaja ning õpilasele? Kui piirata järgnevat analüüsi ainult nende maakondadega, kus eestikeelsete gümnaasiumilõpetajate arv 2006. aastal oli vähemalt 4/5 lõpetajate üldarvust, saame ülaloodud mõtteid arendada mõne võrdluse abil, kasutades selleks eelkõige minu läbi viidud keemiaõpetajate täienduskoolitusel saadud kogemusi ning koolituse käigus kogunenud andmeid.

Keemia õpetamise edukus ja suhtumine haridusuuendustesse

Üks uuendus keemia õpetamisel on arvutite ning õpitarkvara kasutamine. Alates 1997. aastast olen tõlkinud sellist õpitarkvara eesti keelde ning kohandanud seda meie õppekavaga (5, 6). Töö tulemusena on koolidesse jõudnud kolm tarkvarapaketti, kuhu kuuluvad ka meetodilised materjalid, sealhulgas õpetaja märkmed, õpilaste töölehed ja testid. Samas on seda tüüpi tarkvara paindlik lähtematerjal, mida õpetaja saab lihtsalt ja kiiresti kohandada tunni vajadustega ning kasutada õpilase loovuse arendamiseks, näiteks avastusõppe põhimõtete rakendamiseks.

Koos õpitarkvaratööga olen juhendanud ka õpetajate täiendusõppe kursusi, mille eesmärk on olnud multimeedia õppevahendite tutvustamine ning õpetajate suunamine ja julgustamine arvuti kasutamisele keemia õpetamisel. Kuivõrd arvuti kasutamine keemiatunnis ei ole tänaseni saanud õppetöös igapäevaseks, peegeldab huvi kursuste vastu ja seal osalemine, samuti õpitarkvara kasutuselevõtt koolis õpetajate positiivset suhtumist keemia õpetamise meetodite nüüdisajastamisse. Kokkuvõtvalt nimetaksin seda haridusuuenduslikuks hoiakuks, mida kindlasti märgatakse ning mida oskavad hinnata ka õpilased. Sellise haridusuuendusliku õhkkonna tekitamine koolides on olnud ka kirjeldatud täiendusõppe kursuste kaudsem eesmärk, seda praktiliste oskuste ja teadmiste andmise kõrval.

Viimane kursusteseeria toimus aastatel 2002–2006 Tartu Ülikooli keemiaosakonna arvutiklassis. Kokku võttis neist osa 222 õpetajat. Info kursuste toimumise kohta oli avaldatud Õpetajate Lehes ja Internetis, kursuste kulud kattis Tiigrihüppe Sihtasutus. Sihtasutuse kodulehel on näha ka aruanded. Nüüd, mil kursused lõppenud, on võimalik analüüsida, milliste maakondade õpetajad osalesid ning kuidas keemia õpitarkvara on nende koolidesse jõudnud. Võrdlusest jätsin välja andmed piirkondade kohta, kus venekeelsete õpilaste osakaal riigieksamite sooritajatest ületas 2006. aastal 1/5 piiri (Ida-Virumaa ja Tallinn). Seetõttu puudub neis piirkondades suurel hulgal koolidel



Joonis 4. Õpetajate osavõtt arvutitarkvara kursustest, õpitarkvara levik ja riigieksamite valik õpilaste poolt.

ka huvi eestikeelse õpitarkvara ning selle kasutamist tutvustavate kursuste vastu.

Analüüsi tulemused on toodud joonisel 4 juba tuttavalt viisil, kus keemia riigieksamist osavõtu andmetele maakondade lõikes on lisatud nii õpitarkvarakursustest osavõtnud õpetajate arv kui ka koolidesse jõudnud õpitarkvara eksemplaride hulk, loomulikult suhtena piirkonna koolide koguarvu.

Ilmneb tendents, et maakondadest, kus keemia riigieksam oli õpilaste hulgas populaarsem, osalesid õpetajad arvukamalt ka õpitarkvara kursustel. Samuti on nende maakondade koolides laiemalt levinud keemia õpitarkvara. Märkamata ei jää ka tõsiasi, et kursustest võtsid kõige vähem osa Hiiumaa ja Läänemaa õpetajad.

Samas on loogiline eeldada, et kursustest osavõttu mõjutasid siiski veel mitmed muud tegurid peale õpetajate huvi. Kas või asjaolu, et Tartule lähemate piirkondade õpetajatel oli lihtsalt kergem ja odavam kohale sõita. Sellele vaatamata iseloomustavad keemia riigieksami valiku ja õpetajate kursustel osalemise ning riigieksami valiku ja õpitarkvara leviku vahelisi seoseid korrelatsioonikordajad $R = 0.428$ ja $R = 0.581$. Viimasel juhul võib rääkida juba üpris olulisest seosest võrreldavate suuruste vahel.

Ennetamaks märkusi, tahan aga kindlasti rõhutada, et toodud võrdlused ei ole mingil juhul mõistetavad kui põhjus-tagajärg-suhted. Vastupidi, pigem on ka keemiaõpetajate haridusuuendusliku aktiivsuse võimalikud regionaalsed erinevused tagajärg. Samas on regionaalsete erinevuste tunnistamine esimene samm nende põhjuste leevendamise teel. Selle tee leidmine on vajalik, sest muud kiiret võimalust reaalteadusliku haridusega inimeste osa-

kaalu tõstmiseks Eesti ühiskonnas pole. Teiseks on nende erinevuste vähendamiseks reaalne kasutada ametkondlike meetmeid, mida on kindlasti lihtsam ellu viia kui muuta keemiahariduse sisu ning kvaliteeti õppekava ümberkujundamise kaudu. Jäägu see arenguprotsessi järgmiseks tasemeks.

Õnneks on meie haridussüsteemi kreenisolekut humanitaarainete poole hakanud viimasel ajal tunnistama ka riigimehed. President Toomas Hendrik Ilvese iseseisvuspäevakõne osa (2), kus ta rõhutas reaalainete tähtsust, peaks nende „vihatud” ainete õpetajate südamed küll soojaks tegema. Olgugi lõpetuseks katke kõnest: „Inimestest ei saa avastajaid, leiutajaid, teadlasi ega uurijaid, kui nad ei puutu kokku matemaatika, füüsika, keemia või bioloogiaga. ... Ühiskond, mis näeb kõrgkoolidiplomis väärtust iseeneses, mis keskendub müügikunstile ja ärijuhtimisele, ei jõua minu meelest kaugele. Eestit viivad konkurentsihedas maailmamajanduses edasi need, kes suudavad luua uusi ravimeid, kirjutada arvutiprogramme, panustada uute energiakandjate väljatöötamisse. Meie edu peitub selles, et meil oleks palju teadlasi. Et meil oleks inimesi, kellel on tehniline haridus; et meil väärtustataks kutseoskusi, professionaalsust ja leidlikkust.”

Kirjandus

1. CNET News.com, March 12, 2007.
2. <http://www.president.ee/et/ametitegevus/k6ned.php?gid=89920>.
3. Kallas, R., Veisson, M. Õpilaste toimetulek eesti ja vene koolis. Haridus 2006, 5–6. 16–20.
4. Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus. www.ekk.edu.ee/statistika/index.html.
5. Väärtnõu, H. Multimeedia andmebaas keemia õpetamiseks. Haridus 1998, 6. 55–57.
6. Väärtnõu-Järv, H. Multimeedia õppevahendid loodusõpetuses. Haridus 2001, 3. 42–44.