

2016. aasta põhikooli keemia lõpueksamist

Neeme Katt

põhikooli keemia lõpueksamit ettevalmistava komisjoni liige

1. Eksamitöö ülesehitus

Eksamitöö lähtus 2014. a põhikooli riikliku õppekava 9. klassi keemia ainekavast. Ülesannete koostamisel arvestati nii õpitulemusi kui ka keemia õpetamise eesmäärke ja õppesisu, samuti läbivaid teemasid ning kooliastme üldpädevusi.

Ülesanded hõlmasid kõiki ainekavas ette nähtud sisulisi põhiteemasid: keemia põhimõisted (ül 1, 4, 6, 7, 10, 11, 12), aine ehitus (ül 2, 11), anorgaaniliste ainete põhiklassid (ül 3, 4, 5, 6), lahused (ül 1, 6), redoksreaktsioonid (ül 8), metallid (ül 5, 7, 8, 9), süsinikuühendid (ül 7, 10, 11), keemia argielus ja keskkonnas (ül 1, 4, 7, 10), keemiakatsed ja ohutus (ül 6, 9), arvutusülesanded (lahuste massiprotsent ja tihedus – ül 6, moolarvutused – ül 12, arvutused reaktsioonivõrrandite põhjal – ül 11, 13). Mitmed ülesanded lõimisid erinevaid teemasid, seetõttu on neid eelnevas loetelus märgitud korduvalt. Praktiliselt kõigi ülesannete lahendamine eeldas keemiateksti mõistmist.

Täpsemalt on seotust riikliku õppekavaga ja keemia ainekavaga kirjeldatud põhikooli keemia lõpueksami [vastavustabelis](#).

Eksamiülesanded olid erineva keerukuse ja üldistustasemega, mitmekesise vormistusega. Ülesanded nõudsid info leidmist erineval kujul esitatud andmetest - tekstist, tabelitest, diagrammilt, joonistelt ja tooteetiketilt, samuti keemiale omastest infoallikatest - perioodilisustabelist ja lahustuvustabelist. Hindamisjuhendis toodi ära ülesannete õiged (eeldatavad) vastused ning iga vastuse eest ette nähtud punktid. Punktide jaotus on aastate jooksul välja kujunenud ja kooskõlas ülesannete sisu ning keerukusega. Eksamitöö koostamisel lähtuti põhimõttest, et ligikaudu 20% punktidest sai õpilane äratundmistasandit, 30% reprodutseerimistasandit ja 50% rakendustasandit kontrollivate ülesannete eest.

2. Eksami üldstatistika

Eksami sooritas 704 õpilast 202 koolist. Eksamistatistika on koostatud kõigi nende tööde põhjal.

Eksami sooritajate arv oli kooliti väga erinev (vt tabel 1). Rohkem kui kolmandikus eksamil osalenud koolidest (77) oli vaid üks eksami sooritaja; ligi viiendikus koolidest (39) oli kaks eksamitegijat. Seega ei saa osalejate arvu vähesuse tõttu ühest koolist teha põhjanevaid statistilisi üldistusi. Siiski oli 15 kooli, kust osales eksamil 10 või rohkem õpilast.

Tabel 1. Koolide arv eksamisooritajate arvu järgi

Õpilaste arv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	17	22	23
Koolide arv	77	39	30	13	10	5	4	4	5	2	2	3	2	1	3	1	1

Eksamitöö keskmine tulemus oli 87,2 punkti 100-st (vt tabel 2). Tulemus on oluliselt parem kui eelmisel aastal ja läbi aastate parim. Sellegipoolest on põhikooli keemia eksamite tulemused aastate lõikes olnud vähe kõikuvad (standardhälve 2,45).

Tabel 2. Põhikooli keemia lõpueksami keskmised tulemused aastate lõikes.

Aasta	Keskmine tulemus
2016	87,2
2015	79,4
2014	84,2
2013	86,5
2012	81,6
2011	83,9
2010	85,3
2009	80,8
2008	78,8
2007	80,9
2006	81,8
2005	81,4
2004	80,5
2003	83,6
2002	84,4
2001	83,7
2000	79,5
1999	81,5
Keskmine	82,5

Keskmine eksamitöö hinne oli 4,5. Eksami sooritas hindele „5“ – 432 õpilast, hindele „4“ – 188 õpilast, hindele „3“ – 71 õpilast, hindele „2“ – 10 õpilast ja hindele „1“ – 1 õpilane. Eksamisooritajate keskmine aastahinne oli 4,6. Korrelatsioon aastahinnete ja eksamihinnete vahel oli 0,59. Eksamitöö tulemuste võrdlus aastahinnetega on toodud tabelis 3.

Koolitüübiti ei erinenud keskmine tulemus oluliselt põhikoolides (keskmine $87,7 \pm 1,5$ punkti 95% usaldusnivool) ja gümnaasiumi põhikooli lõpuklassides ($88,2 \pm 1,1$ punkti), kuid mõnevõrra madalam oli tulemus lasteaed-põhikoolides ($81,7 \pm 4,7$ punkti). Väga madal tulemus oli gümnaasiumites, mille juures on põhikooli klasse ($32,8 \pm 18,8$ punkti), kuid sellistest koolidest oli vaid 6 eksamisooritajat.

Punktide jaotust on kujutatud joonisel 1 ja tulemuste jaotust sooti on kujutatud joonisel 2.

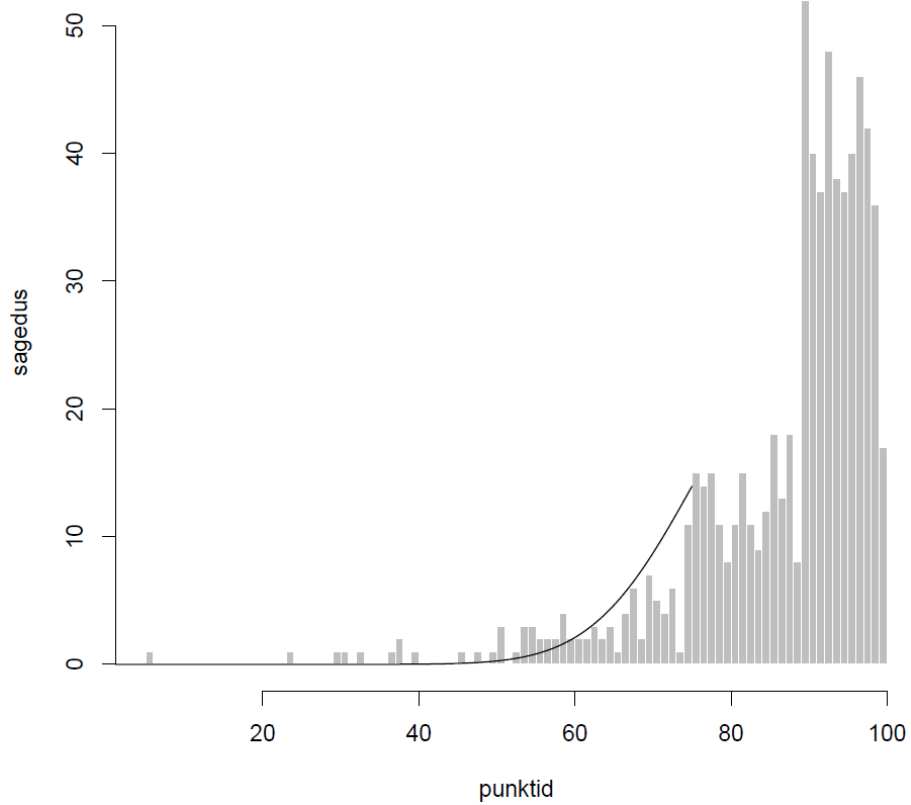
Poiste ja tüdrukute tulemused olid väga lähedased. Poiste keskmine tulemus oli $86,6 \pm 1,5$ punkti (95% usaldusnivool) ja tüdrukute tulemus $87,7 \pm 1,2$ punkti.

Tulemused ei erinenud oluliselt soorituskeelee järgi. Eesti keeles eksami sooritanute keskmine tulemus oli $86,9 \pm 1,2$ punkti (95% usaldusnivool), vene soorituskeele õpilaste keskmine tulemus oli $87,4 \pm 1,8$ punkti ja keelekümbelusklasside õpilastel $89,5 \pm 2,3$ punkti.

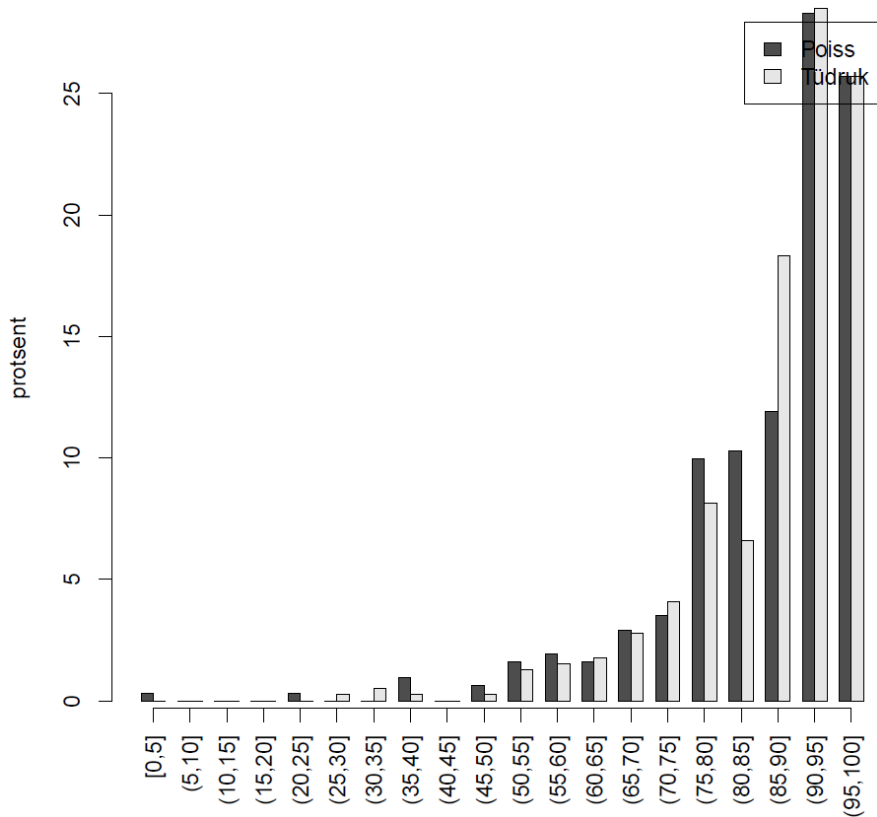
Üsna oluliselt erinesid maakondade keskmised tulemused, mis kõikusid vahemikus 66,7 (Järva maakond) kuni 91,2 punkti (Põlva maakond). Siiski peab märkima, et mõlemas äärmuslike tulemustega maakonnas oli vähe eksamisooritajaid. Kuigi eksami sooritajate arv maakonniti oli erinev, siis usalduspiire arvestades võib teiste sarnases suurusjärgus osalejate arvuga maakondade hulgas pidada oluliselt madalamateks Lääne-Viru maakonna tulemusi (vt joonis 3). Vabariigi keskmisest paremate tulemustega paistab silma suure eksamisooritajate arvuga Tartu maakond.

Tabel 3. Eksamitöö tulemuste võrdlus aastahindega (välja on jäetud kirjed, kus aastahinded puudusid)

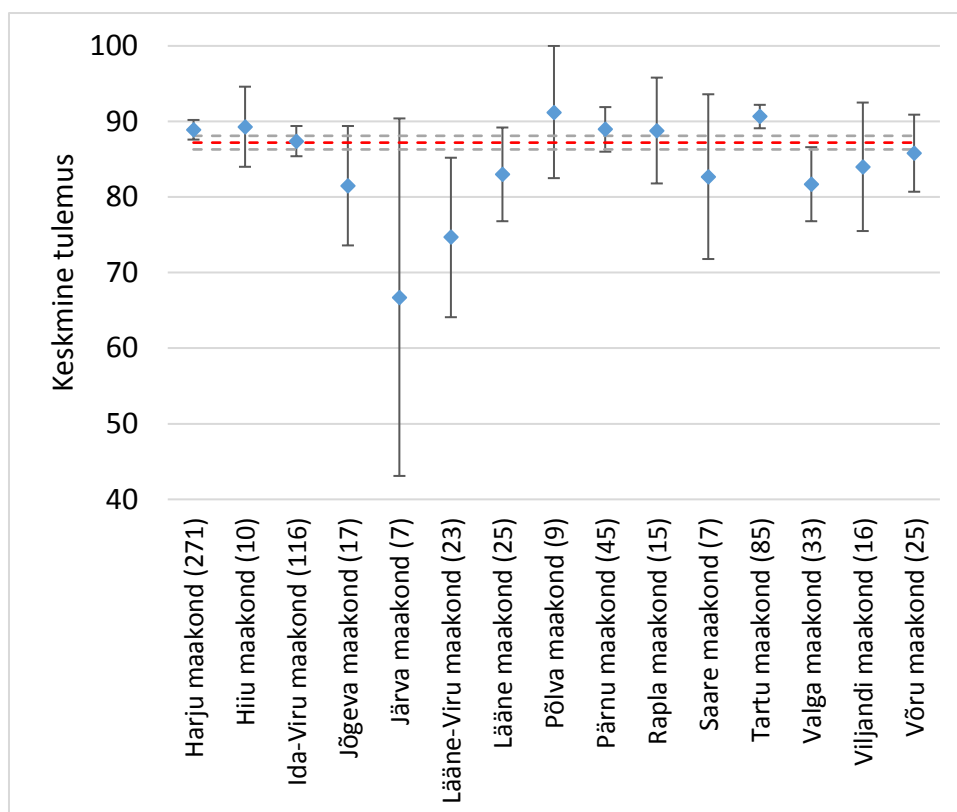
		Aastahinded				Eksamihinded kokku
		2	3	4	5	
Eksamihinded	1	0	1	0	0	1
	2	1	4	5	0	10
	3	0	15	40	16	71
	4	0	7	96	85	188
	5	0	2	51	379	432
Aastahinded kokku		1	29	192	480	702



Joonis 1. Tulemuste jaotus (valimi maht 704, keskmine tulemus 87,2 punkti, standardhälve 12,5).



Joonis 2. Tulemuste jaotus sooti.

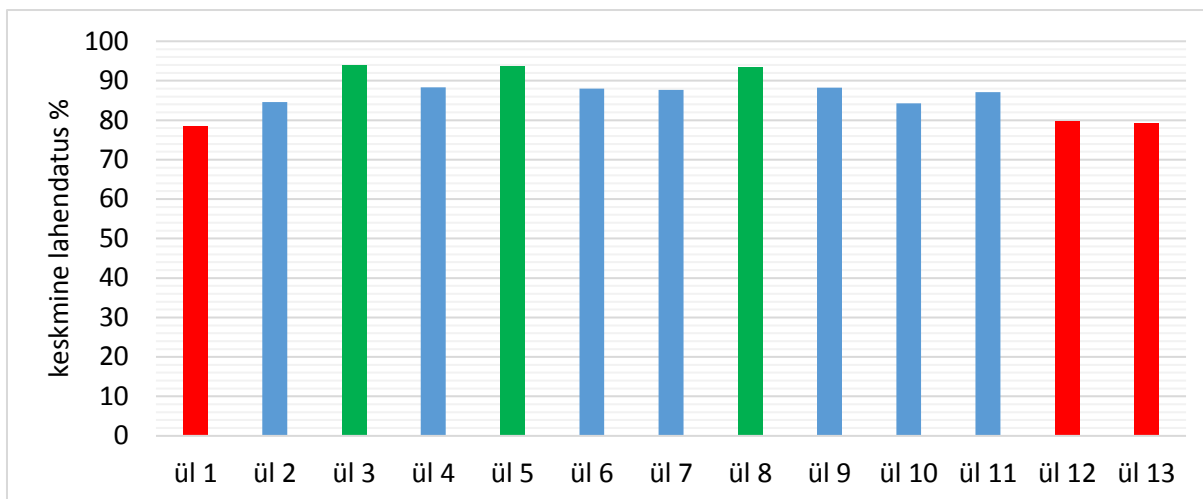


Joonis 3. Keskised tulemused maakonniti (sulgudes eksamisooritajate arv) koos usaldusintervalliga 95% usaldusnivool; punktiiriga on antud üleriigiline keskmine ja usaldusintervall.

3. Statistika ülesannete kaupa

Ülesannete lahendus jäi vahemikku 78,4 % (1. ülesanne) kuni 93,8% (3. ülesanne). Ülesannete keskmised lahendatused protsentides on toodud joonisel 4.

Ülesannete lahendatuse ja eksamitulemuse vahel oli keskmine või tugev positiivse suunaga seos (lineaarne korrelatsioonikordaja 0,50–0,78). Enamiku ülesannete puhul oli korrelatsioonikordaja üle 0,6. Kõige paremini korreleerusid eksamitulemusega ülesanded 6, 11 ja 13. Kõige nõrgemini korreleerus eksamitulemusega ülesanne 7. Tugev seos ülesannete lahendatuse ja eksamitulemuse vahel on keemia eksami ülesannetele iseloomulik, kuna kõik põhikooli ainekava teemad on omavahel tihedalt seotud ning kui õpilasel jääb midagi arusaamatuks, mõjutab see ka ülejäänud materjali omandamist.



Joonis 4. Ülesannete keskmine lahendatus; kolm kõige paremini lahendatud ülesannet on märgitud roheliselt ja kolm kõige halvemini lahendatut punaselt.

Ülesanne 1

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida õpilaste teadmisi pihuste alaliikide ja lahuste kohta. Õpilane pidi selgituse põhjal ära tundma kaks mõistet (lahus, suspensioon) ning tooma kummagi kohta argielust näite. Lahuste ja pihustega seotud mõistete valik oli antud loeteluna. Kummagi mõiste äratundmine andis 1 punkti ja kummagi näite esitamine samuti 1 punkti. Ülesanne oli vormistatud tabelina. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 4 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 78,4%, millega ülesanne osutus kõige halvemini lahendatud ülesandeks. Silmatorkav on ka asjaolu, et nõrgemate õpilaste keskmine lahendatus on selle ülesande juures vaid 57,9% (tugevamatel samal ajal 96,3%). Vaid arvutusülesannete (12 ja 13) juures on nõrgemate õpilaste tulemus kehvem. Ülesande korrelatsioonikordaja eksamitöö tulemusega oli keskmise tugevusega - 0,54.

Kui vaadata kummagi mõiste äratundmist ja näidete toomist eraldi, siis selgub, et ülesande kehva soorituse taga on suspensiooni mõiste mitte teadmine (nõrgematel õpilastel vaid 44,3%). Seda hoolimata asjaolust, et suspensiooni küsiti ka eelmise (2015. a) eksamitöös ja see osutus ka seal komistuskiviks, mis oli eksami tulemuste analüüsis välja toodud.

Seepärast olgu siinkohal taaskord rõhutatud, et keemia põhimõisted vajavad õpetamisel rohkem tähelepanu.

Ülesanne 2

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida õpilaste teadmisi ja arusaamist aatomi ehitusest ning keemilise sideme olemusest, samuti ka seda, kas õpilane oskab seostada perioodilisustabelit aatomite elektronstruktuuriga. Õpilasele esitati elektronstruktuurid piltskeemidena (mudelitena), mille põhjal tuli vastata küsimustele. Vastused küsimustele olid vormistatud

lünktekstina. Õpilane pidi kirjutama lünka õige mudeli numbri ning põhjendama oma valikut aatomi ehitusest lähtudes. Iga õige numbri valik (D-osas mõlema numbri) ja iga põhjendus andis 1 punkti. Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 8 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 84,6% ja korrelatsioonikordaja 0,65. Seega oli ülesande lahendatus veidi alla keskmise ning seos töö kogutulemusega keskmine. Ülesande kui terviku alla keskmise lahendatus on mõnevõrra üllatav, sest aatomi ehitusega seotud ülesanded on tavaliselt olnud väga hästi lahendatud. Samas oli sel aastal vaja lugeda infot skeemidena esitatud mudelitelt ja oma otsuseid põhjendada. Tavaliselt on aatomi ehituse ülesanne piirdunud vaid perioodilisustabelist info hankimisega.

Eelnevast võiks järeldada, et õpetamisel tuleks pöörata rohkem tähelepanu sisulistele seostele, mitte ainult perioodilisustabeli kasutamise mehhaanilisele ära õppimisele.

Ülesande osiste analüüs näitab järgmist.

- Osa A osutus selle ülesande kõige kergemaks osiseks – lahendatus 95,4%. Seega õpilased oskavad hästi seostada elektronkihtide arvu ja elemendi asukohta perioodis.
- Osa B osutus selle ülesande kõige raskemaks osiseks – lahendatus 73,2% (tugevamatel siiski 94,7%, nõrgematel vaid 41,7%). Seega osutus raskeks seostada elemendi poolt moodustatavate kovalentsete sidemete arvu väliskihi üksikute elektronide arvuga. Ometigi on kovalentset sidet lisaks põgusale käsitlusele 8. klassis uuesti õpitud suhteliselt hiljuti enne eksamit (seoses C, H ja O poolt moodustatavate keemiliste sidemete arvuga orgaanilistes ainetes peaks sidemete arvu siiski ka põhjendama, mitte lihtsalt pähe õppima).
- Osade C ja D lahendatused olid vastavalt 85,4% ja 84,3% - seega ülesande kui terviku lahendatuse lähedal. Järelikult teatakse päris hästi, et täielikult täitunud väliskihiga aatomid praktiliselt ei osale reaktsioonides ja ühes rühmas / sama väliskihi elektronide arvuga elemendid on sarnased. Siiski on ka nende küsimuste korral nõrgemate õpilaste tulemused vastavalt vaid 62,2% ja 64,5%.

Ülesanne 3

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida tähtsamate hapete ja happeanioonide valemite ja nimetuste omavahelist seostamist õpilase poolt. Õpilane pidi ära tundma kahe happe (väävlishape ja väävelhape) ja ühe happeaniooni (sulfiti) valemid ning kirjutama vastavad nimetused; lisaks pidi ta esitama ühe happeaniooni (sulfaadi) valemi. Ülesanne oli vormistatud tabelina. Iga tühja lahtri õige täitmine andis 1 punkti. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 4 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 93,8%, millega ülesanne osutus kõige paremini lahendatud ülesandeks. Seejuures oli tugevate õpilaste tulemus lausa 99,5% ja ka nõrgematel 83,6%. Seega on hapete ja happeanioonide nimetused üldiselt hästi selged. Ülesande korrelatsioon eksamitöö tulemusega oli keskmine (0,52).

Ülesanne 4

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida õpilaste teadmisi ja oskusi soolade aineklassi kohta, samuti soolade väetistena kasutamisega seotud keskkonnaprobleemide mõistmist. Ülesanne oli suunatud ka kodanikupädevusele, sest ülesande tekstis oli kasutatud löike väetiseseadusest. Valemite koostamine eeldas ka lahustusvustabelis leiduva info (ioonilaengud) kasutamist. Õpilane pidi koostama nimetuse põhjal kolme väetisena kasutatava aine valemid, tuvastama need kui soolad ja põhjendama, miks nad on soolad. Iga valemi koostamine andis 1 punkti, soolade aineklassi äratundmine 1 punkti ja soola mõiste selgitamine 1 punkti. Ülesande viimases osas pidi õpilane nimetama väetiste sattumisel põhja- või pinnavette tekkiva keskkonnaprobleemi ja selle tagajärje. Nii probleemi kui tagajärje nimetamine andis 1 punkti. Ülesanne oli vormistatud alaküsimustena. Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 7 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 88,3% ja korrelatsioonikordaja 0,67. Seega oli ülesande lahendatus napilt üle keskmise ning seos töö kogutulemusega keskmine.

Ülesande osiste analüüs näitab järgmist.

- Osa A osutus selle ülesande kõige kergemaks osiseks – lahendatus 94,8% (tugevamatel 99,6%, nõrgematel 82,3%). Seega ei valmista soolade valemite koostamine raskusi.
- Osa B lahendatus oli lähedane töö keskmisele - 87,1% (tugevamatel 98,8%, nõrgematel 68,8%). Võrreldes eelmise osaga on mõnevõrra üllatav, et aineklassi (soolad) äratundmine ja selgitamine ei olnud nii hästi selge.
- Osa C lahendatus oli selle ülesande kõige kehvem - 79,7% (tugevamatel 94%, nõrgematel 61,8%). Seega valmistas osadele õpilastele raskusi väetistega seotud keskkonnaprobleemide selgitamine.

Ülesanne 5

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida erinevate reaktsioonivõrrandite kirjutamisoskust: happeline oksiid + vesi, aluseline oksiid + vesi, aluseline oksiid + hape ja metall + hape. Õpilasele olid antud lähteainete nimetused või valemid. Õpilane pidi teadma lämmastikhappe ja vee valemid, koostama ülejäänud lähteainete ja saaduste valemid ning reaktsioonivõrrandid tasakaalustama. Iga reaktsioonivõrrandisse lisatud valemi eest sai 1 punkti (ette antud valemite eest punkte ei saanud), tasakaalustamise eest veel 1 punkti. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 12 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 93,6%, millega ülesanne kuulus kolme kõige paremini lahendatud ülesande hulka. Seejuures oli tugevate õpilaste tulemus 99,5% ja nõrgematel 78,5%. Viimane viitab asjaolule, et nõrgematel on siiski arenguruumi. Ülesande korrelatsioon eksamitööga oli 0,72, mis viitab tugevale seosele.

Kui analüüsida iga alaosa (reaktsioonivõrrandi) lahendatust eraldi, siis on kõigi reaktsioonivõrrandite lahendatus lähedane (vahemikus 91,8% - 95,6%). Nõrgemate õpilaste

puhul hakkab siiski silma, et kui reaktsioonivõrrandite A, C ja D lahendatus ületab 80%, siis võrrandi B – vask(II)oksiid + lämmastikhape – lahendatus on oluliselt väiksem (73,2%). Kuna just selles reaktsioonis tuli õpilasel mõlema lähteaine valemid ise koostada, siis võib oletada, et see põhjustaski raskusi.

Ülesanne 6

Ülesanne lõimis erinevaid teemasid ja pädevusi. Ülesande korrektsel lahendamisel oli oluline roll argielulise keemiateksti mõistmisel, sest õpilane pidi kasutama infot ajaleheuudisest ja keemiatootte sildilt. Õpilane pidi teadma, mida väljendab lahuse pH (1 punkt) ning leidma sellekohase vea ajaleheuudisest (1 punkt). Samuti kontrolliti reaktsioonivõrrandite kirjutamise oskust (alus + hape, alus + happeline oksiid). Õpilane pidi teadma divesiniksulfiidhappe ja vee valemid, koostama ülejäänud lähteainete ja saaduste valemid ning reaktsioonivõrrandid tasakaalustama. Iga reaktsioonivõrrandisse lisatud valemi eest sai 1 punkti, tasakaalustamise eest veel 1 punkti. Veel kontrolliti torupuhastusvahendi sildil kujutatud ohumärgi tähenduse äratundmist (1 punkt). Õpilane pidi sildilt leitava info (lahuse massiprotsendi) ja etteantud lahuse tiheduse abil arvutama lahuse massi ja lahustunud aine massi. Kumbki tehe andis 2 punkti (1 punkt avaldamise ja 1 punkt arvutamise eest). Ülesanne oli vormistatud alaküsimustena. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 15 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 88% ja korrelatsioonikordaja 0,78. Seega oli ülesande lahendatus töö keskmisel tasemel ning seos töö kogutulemusega tugev. Nõrgemate õpilaste lahendatus oli 69,3%, tugevamatel 99,1%. Ülesande osised olid lahendatud väga erineval tasemel.

- Osas A tuli selgitada pH mõistet. Selle osa lahendatus oli 90,1%, mis on üsna kõrge.
- Seevastu osa B, kus tuli leida tekstist ajakirjaniku eksimus (NaOH on nimetatud äärmiselt happeliseks aineks), oli lahendatud vaid 80,3%. See oli ka kogu ülesande kõige halvemini lahendatud osis. Seejuures oli just nõrgematel õpilastel tulemus kehv (52,7%). Seega on jätkuvalt vaja pöörata tähelepanu teksti mõistmisele ja keemiateadmiste rakendusoskusele.
- Osas C tuli koostada kaks reaktsioonivõrrandit. Esimesega neist (hape + alus) saadi kenasti hakkama (lahendatus 94%), aga teine (alus + happeline oksiid) põhjustas raskusi – lahendatus 81,2 %, seejuures nõrgematel õpilastel vaid 58,1%.
- Osas D tuli teada ohumärgi tähendust ja see oli lahendatud traditsiooniliselt hästi (97,9%).
- Osas E oli vaja arvutada lahuse ruumalast ja tihedusest lähtuvalt lahuse mass. Kuigi E-osa keskmine lahendatus oli kõrge (93%), oli silmatorkavalt madalam nõrgemate õpilaste tulemus (73,6%). Seejuures oli ka vahepealsete kvintiilide tulemus üle 95% ja parimatel lausa 100%. Ilmselt vajab tiheduse valemi rakendamine täiendavat tähelepanu just nõrgemate õpilaste juures.

- Osas F tuli lugeda andmeid tooteetiketilt ja nende abil teostada protsentarvutus. Osa F keskmine lahendus oli suhteliselt madal (82,5%), kuid seejuures olid suured erinevused nõrgemate (52,7%) ja tugevamate (99,3%) õpilaste vahel. Vahepealsete kvintiilide tulemusi vaadates võib öelda, et tegu oli väga hästi diferentseeriva ülesande osaga. Kindlasti vajab rohkem tähelepanu keemiateadmiste sidumine argieluga ja keemia probleemide äratundmine olmes.

Ülesanne 7

Ülesande eesmärgiks oli kontrollida nii õpilase keemiaalaseid teadmisi kui ka üldpädevusi. Ülesande lahendamiseks vajalik info oli antud fotol (tavalise pastapliatsi ehitus ja koostismaterjalid) ning diagrammina (kasutatud sulamite kvalitatiivne ja kvantitatiivne koostis). Õpilane pidi ära tundma kasutatud materjalid (polümeerid ja sulamid). Kumbki neist andis 1 punkti. Ülesande see osa oli vormistatud valikvastustega küsimustena. Ülesande ülejäänud osa olid vormistatud alaküsimustena. Diagrammilt tuli leida, millist metalli on kasutatud mõlemas sulamis (1 punkt) ja mitu protsenti sisaldab roostevaba teras kroomi (1 punkt). Ülesande viimane osa oli suunatud õpilase keskkonnapädevuse kontrollimisele – õpilane pidi analüüsima, miks peaks pastapliiatseid taaskasutama (1 punkt) ja miks see pole otstarbekas (1 punkt). Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 6 punkti.

Ülesande keskmine lahendus oli 87,7%, millega ülesanne kuulus keskmiselt lahendatud ülesannete hulka. Samas oli korrelatsioon töö kogutulemusega kõige nõrgem (0,50), jäädes siiski keskmise tugevusega seoseks.

- Osad A ja B olid vastatud hästi – vastavalt 93,3% ja 99,6%. Seega tunnevad õpilased pastaka valmistamisel kasutatud materjale (polümeerid, sulamid).
- Osa C (diagrammilt andmete lugemine) lahendus oli üllatuslikult alla keskmise – 83,5%. Seejuures on mõnevõrra ootamatult lisaks nõrgematele õpilastele ka keskmiste õpilaste puhul. Ilmselt peab pöörama tundides rohkem tähelepanu graafiliselt esitatud andmete kasutamisele.
- Osad D ja E olid mõlemad suunatud materjalide taaskasutamise analüüsimisele, kuid vastatud väga erinevalt. Osa D (taaskasutamise põhjus) lahendus oli 86%, aga osa E (miks pole pastaka taaskasutamine otstarbekas) lahendus oli vaid 70,4% (nõrgematel 50% ja tugevamatel 96,8%). Seega oleks vajalik keskkonnateemaliste tundide aruteludes puudutada ka „medali teist külge“ – alati ei pruugi taaskasutamine või mõni muu keskkonnasõbralikuna tunduv meede (nt biokütused) siiski olla õigustatud.

Ülesanne 8

Ülesanne kontrollis elemendi oksüdatsiooniastme määramise oskust ning redoksreaktsioonide äratundmist. Õpilane pidi määrama reaktsioonivõrrandi lähte- ja saadusainetes metalliliste elementide oksüdatsiooniastmed ning seejärel otsustama, milline reaktsioon ei ole redoksreaktsioon ja oma valikut põhjendama. Iga oksüdatsiooniastme õige määramine andis 1 punkti. Oksüdatsiooniastmed tuli kirjutada etteantud kastikestesse valemite kohal. Õige reaktsiooni leidmine andis 1 punkti ja valiku põhjendamine samuti 1 punkti. Vastus viimasele küsimusele oli vormistatud lünktekstina. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 8 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 93,5%, millega ülesanne kuulus kolme kõige paremini lahendatud ülesande hulka. Korrelatsioon eksamitöö kui tervikuga oli keskmise tugevusega - 0,6.

- Paremini oli lahendatud osa A (o.a määramine) – lahendatus 96,3%.
- Osa B (mitteredoksreaktsiooni äratundmine ja põhjendamine) oli seevastu lahendatud 85,1% (seejuures märgatavalt kehvemini nõrgematel õpilastel – 59,5%).

See ülesanne näitas taas, et mehhaanilised tegevused võivad olla hästi ära õpitud, kuid sisuline mõistmine (põhjendamine) on siiski raskem.

Ülesanne 9

Ülesanne kontrollis teadusuuringute põhimõtete (probleem > hüpotees > katse > järeldused) rakendamise oskust õpilase poolt ning katsevahendite tundmist. Õpilasele olid tabeli kujul ette antud kolme katse lähtetingimused ja tulemus. Kuna lähtetingimused erinesid vaid temperatuuri poolest, siis pidi õpilane sõnastama hüpoteesi, mis seostab temperatuuri mõju vesiniku eraldumisega (reaktsiooni kiirusega). Selle eest sai õpilane 1 punkti. Järgnevalt pidi õpilane tegema järelduse oma hüpoteesi kehtivuse kohta, tuginedes tabelis toodud andmetele (1 punkt). Ülesande teises osas pidi õpilane tegevuse kirjelduse põhjal valima kolm sobivat katsevahendit tegevuse läbiviimiseks. Iga õige katsevahendi valik andis 1 punkti. Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 5 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 88,2% ja korrelatsioonikordaja 0,55. Seega oli ülesande lahendatus keskmise lähedal ning seos töö kogutulemusega samuti keskmine.

Ülesande osiste analüüs näitab järgmist.

- Osa A lahendatus oli 85,2%. Seega valmistas uurimisküsimuse sõnastamine osadele õpilastele raskusi.
- Samas osa B (hüpoteesi sõnastamine ja tõestamine) oli tehtud märksa paremini – lahendatus oli 90,1% (seejuures kõigil kvintilidel va nõrgimatel üle 90%). Ilmselt vajab rohkem harjutamist just uurimisküsimuse sõnastamine.
- Osa C (laborivahendite valimine etteantud tegevuseks) oli mõnevõrra kehvemalt tehtud, kuid lahendatus 87,8% on siiski töö keskmise lähedal.

Ülesanne 10

Ülesanne tugines kütuseid kirjeldavale tekstile ning kontrollis õpilase oskust koostada struktuurivalemeid ja liigitada nimetatud kütuseid taastuvateks ja taastumatuteks. Kokku tuli koostada kolm struktuurivalemit. Iga õige struktuurivalem andis 1 punkti. Seejuures pidi õpilane teadma metaani ja etanooli valemit; kolmanda aine (propaani) summaarne valem oli tekstis antud. Tekstis oli kokku nimetatud ja alla joonitud 7 kütust. Nende õigesti liigitamine andis punkte järgmiselt: 7 õiget andis 4 punkti; 5–6 õiget andis 3 punkti; 3–4 õiget andis 2 punkti; 1–2 õiget andis 1 punkti. Lisaks küsiti veel eksotermilise reaktsiooni mõistet (1 punkt). Ülesande eest oli võimalik maksimaalselt saada 8 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 84,3% ja korrelatsioonikordaja 0,63. Seega oli ülesande lahendatus veidi alla keskmise ning seos töö kogutulemusega keskmine.

- Kõige paremini oli lahendatud A osa - 92%. Seega struktuurivalemeid osatakse koostada.
- B osa oli tehtud juba alla keskmise – lahendatus 81,5%. Seejuures oli nõrgemate ja tugevamate tulemus märgatavalt erinev: vastavalt 69,1% ja 95%. Järelikult valmistas nõrgematele õpilastele raskusi kütuste liigitamine taastuvateks ja taastumatuteks.
- C osa (eksotermilise reaktsiooni mõiste selgitamine) lahendatus oli kasin - keskmiselt 72,2%. Seejuures erakordselt madal just nõrgematel - 36,5% (tugevamatel 96,5%). See näitab (nagu ülesande 1 analüüski), et nõrgemate õpilaste puhul on vajadus keskenduda keemia põhimõistete äraõppimisele.

Ülesanne 11

Ülesanne kontrollis õpilase teadmisi ja oskusi süsivesinike, aga ka aine massi jäävuse seaduse kohta. Ülesanne oli vormistatud alaküsimustena. Õpilane pidi teadma, mida tähistab etteantud heksaani struktuurivalemis üks kriips (1 punkt), ära tundma heksaani kui süsivesiniku (1 punkt), teadma süsivesinike hüdrofoobsust (1 punkt) ja koostama heksaani summaarse valemi (1 punkt). Veel tuli koostada ja tasakaalustada heksaani täieliku põlemise reaktsioonivõrrand (iga lisatud valem andis 1 punkti ja tasakaalustamine 1 punkti). Ülesande viimane osa kontrollis aine massi jäävuse seaduse rakendamist õpilase poolt. Ette antud kahe

lähteaine massi ja ühe saaduse massi põhjal pidi ta arvutama teise saaduse massi. Kokku andis see tehe 2 punkti (1 punkt avaldamise ja 1 punkt arvutamise eest). Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 10 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 87,1% ja korrelatsioonikordaja 0,78. Seega oli ülesande lahendatus veidi alla keskmise ning seos töö kogutulemusega tugev. Seose tugevuse poolest kuulus ülesanne kolme tugevama seosega ülesande hulka. Ka ülesande kui terviku ja tema osiste raskusjooned viitavad, et tegu on hästi diferentseeriva ülesandega.

Osade lahendatud olid järgmised: A 84,9%, B 92,5%, C 66,6%, D 95,4%, E 91,3% ja F 83,3%. Järelikult on hästi selged süsivesinike äratundmine, struktuurivalemite koostamine ja süsivesinike põlemisreaktsioonide võrrandite koostamine (vastavalt B, D ja E osa). Probleeme on aga taaskord sisulisemate küsimustega. Kuigi struktuurivalemi koostamisel kasutatakse kriipsukest (ül 10 osa A oli hästi tehtud!), ei teata kuigi hästi, mida need kriipsukesed tähendavad (käesoleva ülesande osa A). Raskusi on taaskord põhimõistete rakendamisega (osa C - süsivesinike hüdrofiilsus/hüdrofoobsus). Kehvem on ka aine massi jäävuse seaduse sisuline mõistmine ja rakendamine (osa F).

Ülesanne 12

Ülesanne kontrollis aine oleku ja keemistemperatuuri vahelise seose mõistmist ning moolarvutuste oskust. Ülesande esimeses osas olid antud tabeli kujul kolme gaasi sulamis- ja keemistemperatuurid. Õpilane pidi andmete põhjal otsustama, milline gaas aurustub vedelast olekust kõige madalamal temperatuuril (1 punkt). Ülesande teises pooles pidi õpilane ette antud argooni massi põhjal leidma tema ruumala. Selleks tuli esmalt leida argooni hulk moolides ja seejärel sai leida ruumala. Kumbki tehe andis 2 punkti (1 punkt avaldamise ja 1 punkt arvutamise eest). Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 5 punkti.

Ülesande keskmine lahendatus oli 79,6% ja korrelatsioonikordaja 0,68. Seega oli ülesande lahendatus märgatavalt alla keskmise ning seos töö kogutulemusega keskmine. Nõrgemate õpilaste lahendatus oli märgatavalt halvem (49,2%) kui tugevamatel (95,1%).

Ülesande A osa lahendatus oli kogu töös kõige halvemini lahendatud osa üldse. Keskmine lahendatus oli vaid 48,2%, seejuures nõrgematel 20,3% ja isegi kõige tugevamatel kõigest 78%. Järelikult ei oska õpilased rakendada seost aine keemistemperatuuri ja oleku vahel negatiivsete temperatuuride korral ja see vajab õpetamisel täiendavat tähelepanu.

Ülesande osa B keskmine lahendatus oli töö keskmise lähedane (87,5%). Tegelikult ulatus kõigi kvintiilide lahendatus üle 90% ja ainult kõige nõrgemate tulemus oli tunduvalt madalam (56,4%). Seega vajavad tavalised moolarvutused täiendavat harjutamist just nõrgemate õpilaste korral.

Ülesanne 13

Ülesanne kontrollis reaktsioonivõrrandiga seotud arvutusülesannete lahendamise oskust. Õpilane pidi arvutama gaasi ruumala põhjal tema hulga (2 punkti), reaktsioonivõrrandi alusel teise reagendi hulga (2 punkti) ning selle kaudu reagendi massi (2 punkti). Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 6 punkti. Seejuures oli vaja teha üks teisendus ($\text{ml} > \text{l}$) ja arvutada sidrunhappe molaarmass. Kumbki tehe andis 1 punkti. Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 8 punkti.

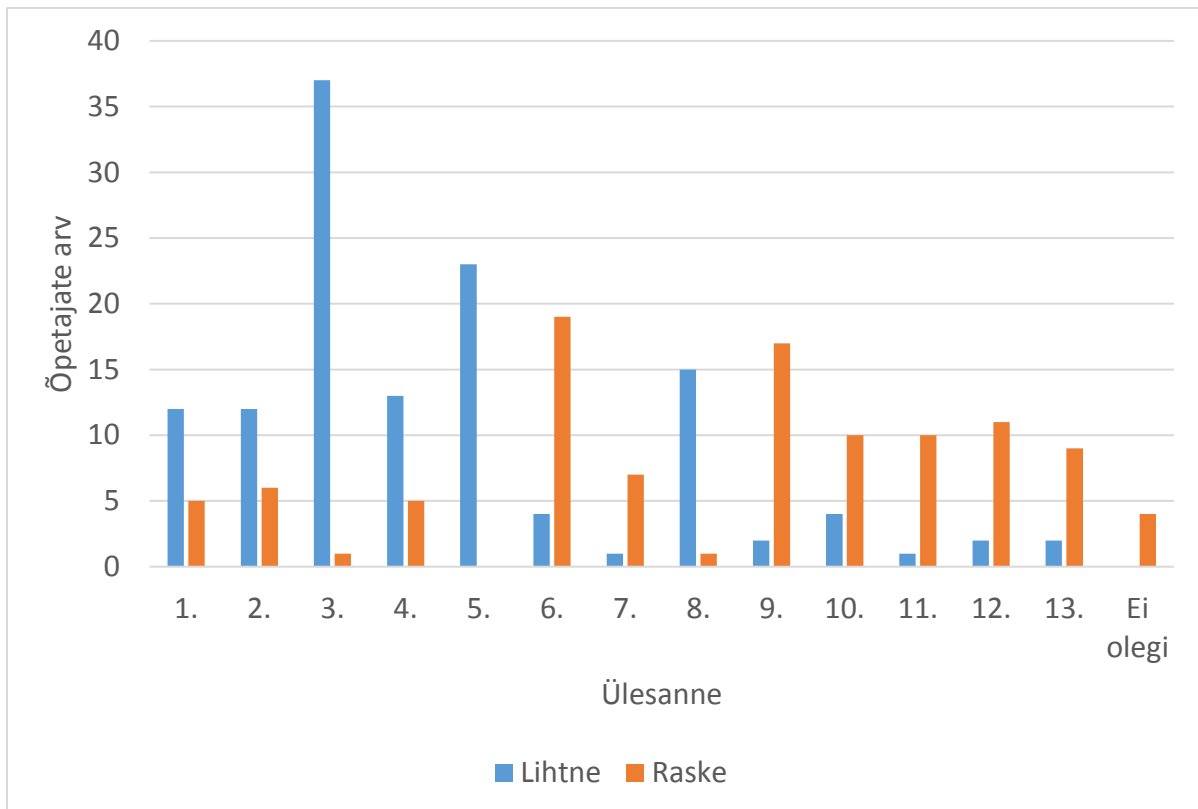
Ülesande keskmine lahendatus oli 79,2% ja korrelatsioonikordaja 0,75. Seega oli ülesande lahendatus alla keskmise ning seos töö kogutulemusega tugev. Nõrgemate õpilaste lahendatus oli 35,1%, tugevamatel 98,5%; vahepealsete kvintilide tulemused olid vastavalt 79,3%, 93,8% ja 96,4%. Kuna statistikas pole välja toodud punkte ülesande alaosa eest, siis pole võimalik muud nentida, kui et arvutused reaktsioonivõrrandite alusel on keskmistel ja tugevamatel õpilastel suhteliselt hästi selged.

4. Õpetajate hinnang 2016. aasta eksamitööle ja hindamisjuhendile

Õpetaja tagasiside küsimustiku täitis 44 õpetajat, kellel oli kokku 168 eksamitegijat. See moodustab 23,9% keemiaeksamil osalenud õpilastest. Vastajate hulgas oli vaid 3 Tallinna kooli ja 1 Tartu kooli õpetaja! Vastanutest õpetajatest rohkem kui 60% oli kõigest 1 – 3 eksamitegijat ning seetõttu on hinnangud sageli antud lähtuvalt sellest, mis mõnele konkreetsele õpilasele raske või kerge oli. Seega ei ole tagasiside põhjal võimalik statistiliselt usaldusväärseid järeldusi teha.

Vastanud õpetajatest hindas eksamitöö heaks 28 õpetajat ja väga heaks 16 õpetajat.

Küsitlusele vastanud õpetajate hinnangutel sisaldas töö nii lihtsamaid kui ka raskemaid ülesandeid (vt joonis 6). Õpetajate arvates lihtsamatena joonistuvad välja ülesanded 3, 5 ja 8; raskematena aga 6, 9 ja 12. Seejuures on huvitav märkida, et ülesannete 6 ja 9 lahendatus oli tegelikult töö keskmisel tasemel ning hoopis ülesanne 1 osutus õpilaste poolt kõige halvemini lahendatuks, seda märkisid aga raskena vaid 5 õpetajat.



Joonis 6. Küsitlusele vastanud õpetajate hinnangud ülesannete keerukusele

Lihtsamateks peetud ülesandeid kommenteeriti sageli järgnevalt.

- Vastab täpselt õpitule.
- Tüüpilised ülesanded.
- Täpselt õppekava väljund.
- Õpetatud mitmeid kordi läbi.
- Keemia raudvara, mida peab teadma ja see on selgeks õpitud.
- Ei nõua mõtlemist, on reprodutseerivad ülesanded.
- Igapäevaelust mõistetav.

Raskemateks peetud ülesannete puhul toodi sagedamini välja järgnevat.

- Oluline oli lugemis- ja eneseväljendusoskus, analüüsivõime.
- On vaja mõelda.
- Liiga palju küsimusi ühe ülesande kohta.
- Ei ole standardsed ülesanded.
- Nõuavad loogilist mõtlemist.
- Käsitletud ammu, edaspidi vähe kasutatud mõisted.
- Mõisted ei olnud selged (suspensioon/aerosool, hüdrofiilsus/hüdrofoobsus).

Konkreetsetest teemadest märgiti raskematena sagedamini järgmist.

- Aine oleku määramine sulamis- ja keemistemperatuuri järgi õpilastele keeruline.
- Aine massi leidmine massi jäävuse seadust kasutades.
- Arvutusülesannete osa on õpilastele alati raskem.

Kaheksa õpetajat pidasid raskeks uurimisküsimuse ja hüpoteesi sõnastamist (ülesanne 9). Märgiti, et seda pole varem küsitud ja sellele pole õppetöös eriti tähelepanu pööratud. See on tegelikult üllatav, sest üks kaheksast keemia õppe- ja kasvatusesmärgist on „õpilane rakendab teadusuuringute põhimõtteid (probleem > hüpotees > katse > järeldused)“. Ka peaks seda põhimõtet rakendatama kõigi teiste loodusainete õpetamisel.

Veel toodi välja, et andmete diagrammilt välja lugemine pole nii täpselt võimalik (ülesanne 7). Kaks õpetajat pidasid torupuhastusvahendi sildilt info leidmist raskeks (ülesanne 6).

Vaid üks õpetaja märkis eksamitöö kohta „tundub, et aastatega läheb raskemaks“. Eksamitulemused seda arvamust siiski ei toeta: tänavuse eksami keskmine tulemus on märkimisväärselt parem kui eelmisel aastal. Ühe õpetaja arvates „on eksam suunatud tugevale õpilasele“.

Oli ka õpetajad, kelle arvates raskeid ülesandeid ei olnudki või kelle õpilased tegid töö nii hästi, et nad ei osanud ühtegi ülesannet raskemana esile tuua.

Paljud õpetaja nentisid, et oli hea eksamitöö. Mõned hinnangud on välja toodud allpool.

- Õpetajana jäin eksamiga väga rahule, mingeid erilisi üllatusi ei olnud.
- Hästi tasakaalus, hõlmab enamikku teemasid.
- Eksam oli huvitav, vastas eristuskirjas olevatele nõuetele ja õppekavas nõutavale.
- Väga õpilassõbralik ja hea töö oli.
- Tänan huvitava ja sisuka eksamitöö eest!

Küsitlusele vastanud õpetajatest hindas eksamitöö hindamisjuhendi väga heaks 20 õpetajat, heaks 23 õpetajat ja rahuldavaks 1 õpetaja. Enamusel vastanutest pole hindamisjuhendi kohta ettepanekuid.

Siiski märgitakse hindamisjuhendi kohta mitmes arvamuses järgmist.

- Kirjutada rohkem lahti võimalikke erisusi (mõeldud on avatud vastustega ülesandeid).
- Kuna andmete diagrammilt välja lugemine pole nii täpselt võimalik, siis oleks tulnud anda lubatud eksimispiirid (ülesanne 7).

Seoses arvutusülesannete parandamisega esitati mitmeid küsimusi ja märkusi. Seepärast on kohane meenutada arvutusülesannete parandamise juhiseid, mida kahjuks pole juba 3 aastat hindamisjuhendis eraldi välja toodud.

- Arvutusülesannetes peavad kõik tehted olema kirja pandud.
- Arvutusülesandeid võib lahendada mitmel viisil. Hindamisjuhendis on toodud iga ülesande üks lahendusvariant, ka teised võimalikud lahendused tuleb õigeks lugeda.
- Kui vale vahevastusega tehakse järgnevalt õiged tehted, siis punkte järgnevate tehete eest maha ei võeta.
- Arvutusülesannete vastuste hindamisel ei alandata punkte, kui tüvenumbrite arv erineb vastuslehel toodust. Oluline on vastuste sisuline õigsus.
- Kõigil arvulistel vastustel (nii vahe- kui lõppvastustel) peavad olema õiged ühikud.
- Kõigil hindamisjuhendis kajastamata juhtudel on kooli eksamikomisjon pädev otsustama, kuidas töid parandada. Sellisel juhul kirjutada selgitav kommentaar parandatud ülesande kõrvale.

Mitmetes arvamustes soovitakse lubada kasutada hindamisel 0,5 p. Seni on Innove sellele vastu olnud. Veel on mitmes arvamuses soovitud, et perioodilisustabelis võiks olla kirjas elementide nimetused.

5. Millele pöörata tähelepanu õpiprotsessis

Keemia õpetamisel ja eksamiks valmistumisel tuleb silmas pidada põhikooli riikliku õppekava üld- ja valdkonnapädevusi ning keemia ainekava õppe-eesmärke, õpitulemusi ja õppesisu (lähtutades 2014. a õppekavast).

Analüüsitud eksami ülesannete lahendatuse ja õpetajate arvamuste põhjal tuleks õppetöös pöörata tähelepanu järgmistele momentidele:

- keemia põhimõisted;
- aatomi ehituse ja perioodilisustabeli seoste sisuline mõistmine (mitte pelgalt tabeli mehhaaniline kasutamine);
- massi jäävuse seadus;
- keskkonnaprobleemide mõistmine, selgitamine ja vastavate otsuste põhjendamine;
- andmete lugemine diagrammidelt ja tabelitest;
- õpitu rakendamisoskus ja seostamine argieluga;
- uurimisküsimuste ja hüpoteeside sõnastamine;
- seos aine oleku ning tema sulamis- ja keemistemperatuuri vahel.