



Liina Karolin-Salu: „Õpilased, kes pole omandanud ekspertraja esimesi etappe, suudavad viimastes etappides sellele vaatamata „kombineerida”, jättes kõrvaltvaatajale petliku mulje aine rahuldavast valdamisest.”

Mis etapid jäävad ekspertrajal vahele?

Liina Karolin-Salu

Tartu Kommertsgümnaasiumi keemiaõpetaja

Teadmisruumi teooriast lähtuvate testide võrdlus näitab, et viie aasta jooksul ei ole õpilaste keemia-teadmised muutunud paremaks ega halvemaks.

Teadmisruumi teooriat (*knowledge space theory*) kasutatakse USA-s California osariigis aktiivselt matemaatika õpetamisel. Matemaatikateadmisi kontrollitakse seal igas kooliastmes ca 700 omavahel hierarhiliselt seotud küsimusega. Piltlikult öeldes – peetakse rangelt silmas, et enne korrumtamise juurde asumist oskaks laps liita, enne seda loendada jne.

Teadmisruumi teooria keskne mõiste on *kriitiline õpperada* (*critical learning pathway*), mida nimetatakse ka ekspertrajaks. Selle teooria järgi on õppe ees-

märk lähendada õpilase kriitilist mõtte-rada maksimaalselt õpetaja omale. Õpetaja jälgib õpilase liikumist rajal ja tegutseb vastavalt (1).

Eestis on teadmiseruumi teooriast lähtudes viidud läbi kaks keemiaõpetuse uuringut, esimene neist 2002. aastal. Osalejaid oli 739. Uuesti testiti õpilasi samade ülesannetega 2007. aastal, vastajaid siis 314. Uuriti, kuidas on õpilaste keemiateadmised selles ajavahe-mikus muutunud ja kus on nende kriitilisel õpperajal lünki.

Testi tulemuste osana analüüsiti õpilaste oskust kirjutada võrrandit. Võrrandi kirjutamine jagati õpperaja kaheksaks etapiks (vt joonis 1), mis vastavad aine oskaja – eksperdi mõttekäigule. Analüüsiti ühe keemilise omaduse *alus + hape = sool + vesinik* võrrandi kirjutamist.

Ekspertrajal püsis 2002. aastal 62 ja 2007. aastal 58% testitud õpilastest (vt joonis 2). Mõlemal aastal on kogu ekspertraja läbinuid – neid, kes on võrrandite kirjutamise hästi omandanud – pisut üle 40%. Kui uurida toimunud muutusi, siis selgub, et 2007. aastal testitustest takerdub suur hulk juba esimestes etappides – ainete nimetusi ja valemeid tun-takse halvasti.

2007. aasta testis langevad õpilased juba neljanda etapi juures lõpptaseme lähedale. 2002. aastal jõutakse lõpp-nivoo lähedale kuuendas etapis. Sellest võib järeldada, et keskmine oskus võrrandeid kirjutada on viie aasta jooksul mõnevõrra langenud.

Kui 2002. aastal valmistas kõige rohkem raskusi ainete keemiliste omaduste tundmine (6. etapp, langus 10%), siis 2007. aastal osutus takistuseks juba

Ekspertraja kaheksa etappi

1. Teab keemilise võrrandi olemust, lähteainete ja saaduste tasakaalulisuse põhimõtet, oskab ette antud võrrandit tasakaalustada.



2. Oskab valemite ja nimetuse põhjal aineklasse määrata.



3. Tunneb lähteaineid, oskab neid nimetuse, valemi või aineklassi põhjal valida (hape ja alus).



4. Tunneb saadusi, oskab neid nimetuse, valemi või aineklassi põhjal valida (sool ja vesi).



5. Oskab koostada oksüdatsiooniasemeid kasutades valemite (soolad).



6. Teab reaktsioonitüüpi $alus + hape = sool + vesi$.



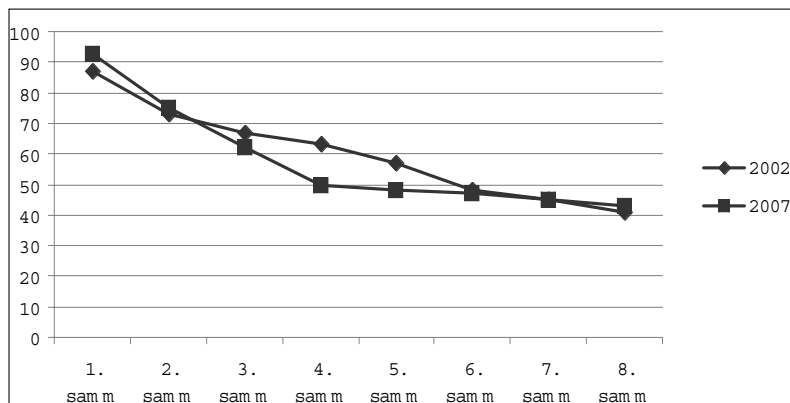
7. Oskab ette antud lähteainete põhjal kirjutada välja saadused.



8. Oskab tasakaalustades saada korrektse keemilise reaktsioonivõrrandi.

Joonis 1. Valitud kaheksaetapiline mõttekäik ehk ekspertrada.

Tulemused 2002. ja 2007. aastal



Joonis 2. Kriitilisel õpperajal (ekspertrajal) liikunute protsent aastatel 2002 ja 2007.

võrrandisse saaduste kirjutamine. Probleem pole mitte ainult soolade tundmises (erinevus 12%), vaid ka ioonidest ainete valemite kirjutamise oskuses, mis erineb varasemast ligi 10%. Nii nimetuste ja valemite tundmine kui ka ioonidest valemite moodustamine vajab õppimist ja omandatu kinnistamist harjutamise käigus.

Ilmselt on vale väita, et tulemuste languse taga on õpetajate järele andmine ümbruse nõudele *vähem faktide õppimist*, kuid ka sellel võib olla oma roll. Pedagoogid peavad endale siiski teadvustama, et faktide omandamine on kriitilise õpperaja (ekspertraja) edukaks läbimiseks oluline samm.

Veel mõningaid tähelepanekuid. 2007. aastal suutis esimese etapi edukalt sooritada 94% õpilastest, mis on 7% rohkem kui 2002. aastal, mil vastav protsent oli 87. Ekspertrajalt kõrvale kaldunud oli 2002. aastal 25% kõigist analüüsitud õpilastest, 2007. aastal 36%.

Joonistel 3 ja 4 on toodud tüüpilised ekspertrajalt kõrvalekaldumised. Ühest etapist pikemaid kõrvalekaldeid oli vähe, kuid siiski. Isegi kolm etappi (2., 3., 4) jättis mõlemal aastal vahele 4,4% testitud õpilastest ehk 16–17% ekspertrajalt kõrvalekaldunutest. Näeme, et paljud õpilased suudavad etteantud lähteainetest võrrandeid kombineerida ka siis, kui tunnevad aineklasse kehvasti.

2002. aastal põhjustasid tõsiseid taakistusi 6. etapp – 44% kõigist kõrvalekaldujatest (keemiliste omaduste tundmine), 5. etapp – 37% kõigist rajalt väljujatest (valemite moodustamine ioonidest), 2. etapp – samuti 37% (üldine aineklassideks liigitamine).

2007. aastal oli massiliste kõrvalekallete allikaks (26% kõigist kõrvalekaldujatest) vaid 6. etapp. Kõige suurem muutus võrreldes 2002. aastaga oli 5. etapil kõrvalekaldujate arvu vähenemine.

Võrrandi olemuse mõistmine ja tasakaalustamise oskus oli 2007. aastal 7% parem kui 2002. aastal. Ekspertrajal püsis mõlemal korral umbes 60% õpilastest. Raja suutis lõpuni läbida mõlemal korral pisut üle 40% õpilastest. Rajalt kõrvalekalded olid mõlemal korral sarnased. 2007. aastal aga osati halvemini

konkreetsete aineklasside esindajate valemeid ja nimetusi ning valemeid moodustada – 10% kehvemini kui viis aastat varem.

Esimesed etapid jäävad vahele

2007. aasta põhikooli matemaatikaeksamil oli kõige paremini lahendatud teine ülesanne (lahendatuse protsent 87,44). Tegemist oli protsentülesandega. Sama oskust kasutame ülesannete lahendamisel ka keemias. See on tüüpiline näide matemaatika ja keemia integratsiooni võimalustest. Testis ei olnud otseselt vaja protsentülesannet lahendada, küll aga hinnata väite õigsust, mis eeldas protsendi mõiste teadmist ja tema olemuse mõistmist.

Väide oli järgmine: *20 grammi soola lahustamisel 100 grammis vees saadakse 20% lahus.* Hämmastav, et õige vastuse suutis anda vaid 41,2% vastanutest, seega üle kahe korra vähem kui matemaatikaülesande puhul. Siit võib järeldada, et ekspertraja mingid etapid on õpilastel läbimata nii keemias kui ka matemaatikas.

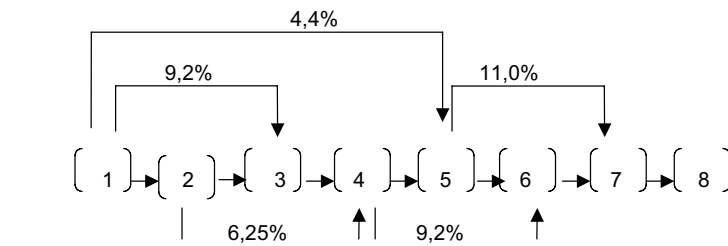
Ühes ülesandes tuli moodustada neljast etteantud ionist kõigi võimalike ainete valeimid. Kombinatsioonivõimalusi oli neli. 26% vastanutest valis ülesandesse suvalised ionid ja moodustas neist valeimid. Seega valemeid osatakse moodustada, kuid puudub igasugune seos lähteülesandega. Missugused etapid on ekspertrajal vahele jäetud?

Pedagoogid ja lapsevanemad peaksid endale teadvustama, et õpilased, kes pole omandanud ekspertraja esimesi etappe, suudavad viimastes etappides sellele vaatamata „kombineerida”, jättes kõrvaltvaatajale petliku mulje aine rahuldavast valdamisest.

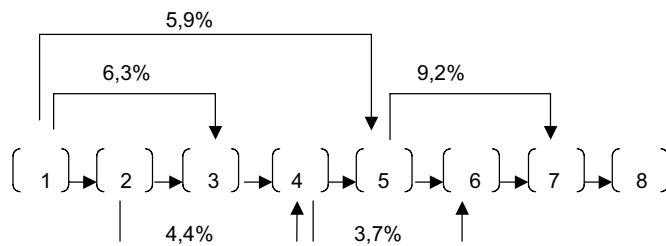
Testide tulemusi võrreldes võib tõdeda, et õnneks või kahjuks ei ole õpilaste keemiateadmistes viie aastaga midagi olulist muutunud.

Järeldusi

Hariduse ümber käivates aruteludes jääb pidevalt kõlama, et õpetajad ja ainekavad tahavad õpilastele põhjendamatult palju fakte õpetada, aga tegelik elu vajab mõtlemaid ja loovaid inimesi, kes kõike seostades ja mõtestatult õpivad. Kahjuks unustame, et mõelda saa-



Joonis 3. Kõige sagedasemad kõrvalekalded ekspertrajalt 2002. aastal testitute seas. Skeemile märgitud protsendid on saadud testitud õpilaste koguarvust. Joonistel toodud protsente pole mõtet summeerida, sest sama õpilane võis korduvalt ekspertrajalt kõrvale astuda ja hiljem sinna naasta.



Joonis 4. Kõige sagedasemad kõrvalekalded ekspertrajalt 2007. aastal testitute seas.

me asjadest siis, kui neist juba midagi teame.

Enamik inimesi peaks rumalaks plaani loobuda inglise, vene või saksa keele omandamisel sõnade pähe õppimisest. Kahjuks unustatakse see loogika, arutledes teiste õppeainete teemal, kus samuti on vaja nn baassõnavara selgeks saada.

Reaalaineid süüdistatakse faktirohkuses ja soovitakse ainekavas fakte vähendada. Ainesse süvenemata liigitatakse faktideks teadmisi, mis sellesse valdkonda kuidagi ei kuulu. Näiteks on keemia puhul faktideks peetud ainete nimetusi. Ainete nimetused olid tõlgendatavad faktidena mitu sajandit tagasi – kui aineid tunti veel vähe ja neile anti nimetused avastaja või mõne muu seose järgi. Tänapäeval on kasutusel süstematiseeritud nimetused, kus iga osa tähistab midagi aine ehitusest. Nimetamise reegleid tundes on lihtne nimetada uusi aineid või nimetuse põhjal kirjutada aine valem. Nimetuste osi saab võrrelda sõnadega ja neist koostatud nimetusi lugeda lauseteks. Arvan, et ükski keeleõpetaja poleks nõus, kui faktimahukuse vähendamiseks mõni sõnaliik (nt tegu-

sõnad) ainekavast välja jäetaks või vene keele õppimisel loobutaks slaavi tähestiku õppimisest. Iga õppimine eeldab alguses üpris palju mehaanilist päheõppimist.

Inimkond on läbi aegade püüdnud luua lihtsustusi ja mudeleid, mis kergendaksid maailma tajumist ja kirjeldamist. Neist on kujunenud erinevad nn keeled – teadusharud, kindlad mõistete korrastamise süsteemid. Mõnel teadusharul on keeltega sarnaselt ka oma märgisüsteem, kuid see pole teadusharus määrav – oluline on mõtteviis.

Kirjandus

1. Taagepera, M. Mõistelis-loogiliste seose kujunemisest õppimisel ja õpetamisel. Haridus, 1999, 3. 44.