

RIIKLIK EKSAMI- JA KVALIFIKATSIOONIKESKUS

füüsika
eksamid

2006

Füüsika riigieksami analüüs

Koostaja Anneli Roode

Toimetaja Mari Kadakas

1. Eksami eesmärk

Gümnaasiumi lõpueksamite eesmärgid on:

- hinnata riiklikus õppekavas määratletud õpitulemuste saavutatust eksamiainetes;
- suunata eksami sisu ja vormi kaudu õppeprotsessi;
- siduda järjestikuseid haridusastmeid ja -tasemeid.
- võimaldada õpilastel saada objektiivsema ettekujutuse oma õpitulemustest ja koolil ennast hinnata;
- võimaldada kooli pidajal, Haridus- ja Teadusministeeriumil, lastevanematel ja teistel saada tagasisidet õppimise ning õpetamise tulemuslikkusest koolis;
- võrrelda gümnaasiumilõpetajate eksamitulemusi;
- ühitada gümnaasiumi lõpueksamid kutseõppeasutuse, rakenduskõrgkooli ja ülikooli sisseastumiseksamitega.

2. Eksamitöö koostamise alused

2.1. Füüsika ainekava ja õppekirjandus

Eksamitöö koostamisel on arvestatud kehtiva põhikooli- ja gümnaasiumi riikliku õppekava (edaspidi *riiklik õppekava*) füüsika ainekava ning õppekirjandust, mille alusel gümnaasiumilõpetaja oma teadmised ja oskused on omandanud. Arvestades riigieksami vormi ja läbiviimise tingimusi võeti eksamitöö koostamisel aluseks füüsika gümnaasiumiastme ainekava järgmised õpitulemused.

Gümnaasiumi lõpetaja **teab**:

- füüsikaliste nähtuste iseloomulikke tunnuseid, nähtuste ilmlemise tingimusi, seost teiste nähtustega; nähtusi selgitavaid teaduslikke teooriaid, nähtuste kasutamist praktikas;
- füüsikamõisteid, sh füüsikalisi suurusi, nähtusi või omadusi, mida mõiste iseloomustab; suuruste seoseid teiste füüsikaliste suurustega; mõõtühikuid, mõõtmisviise ja mõõtmisvahendeid;
- seaduste või seaduspärasuste sõnastust, seadust väljendavat valemit, nende õigsust kinnitavaid katseid, kasutamist praktikas ja seaduse rakendatavust;
- teooria eksperimentaalset põhjendust; põhimõisteid, -seisukohti, -seadusi; põhilisi järeldusi, praktilist kasutamist ja rakendatavust;
- mõõteriistade, mehhanismide, masinate otstarvet, töötamis põhimõtet, kasutamise näiteid ja reegleid, ohutusnõudeid;
- erinevust klassikalise ja kvantmehaanilise füüsikalise maailmapildi vahel.

Gümnaasiumi lõpetaja **oskab**:

- vaadelda nähtusi füüsika seisukohalt;
- kasutada mõisteid, seadusi ja teooriaid loodus- ja tehnikanähtuste seletamisel;
- eristada teaduslikku ja pseudoteaduslikku maailmakäsitust;
- lahendada arvutus- ja graafilisi ülesandeid, kasutades õpitud seadusi ja valemeid, vormistada lahendusi;
- lahendada probleemülesandeid.

Riigieksamiga hinnatakse nõutavate õpitulemuste saavutatust, teadmiste ja oskuste omandatust. Eksamitööga ei kontrollita praktilisi oskusi, mõnda oskust mõõdetakse kaudsemalt. Näiteks,

eksaminandil on võimalik kasutada füüsikaliste suuruste tabelit, mis asub eksamitöö kolmanda osa esilehel. Seega peavad nad oskama füüsikaliste suuruste tabelitest infot leida. Oskust *hinnata mõõtemääramatust* kontrollitakse kaudselt ülesannetega, kus eksaminandid peavad oskama kasutada mõõtemääramatust, olema teadlikud mõõtevigade olemasolust ja teadma, et arvutamisel tekkiv viga suureneb iga järgneva tehtega ja oluline on oskus arvuline vastus õigesti ümardada (vt III osa ülesanded 1–5).

Füüsika riigieksam hõlmab õppekavas antud õppesisu, millede kajastamine eksamitöö osades ülesannete kaupa on esitatud järgmises tabelis 1.

Tabel 1. Õppesisu moodustavate teemade sisalduvus eksamitöö osades I - III.

	I osa	II osa	III osa
1. Mehaanika	4	3	3
2. Soojusõpetus	2	1	1
3. Elektromagnetism		3	1
4. Optika	1	1	1
5. Aine struktuur	3	1	1
6. Kosmoloogia ja nüüdisaegne maailmapilt	1	1	0

2. 2. Üldpädevused, valdkonnapädevused ja läbivad teemad

Üldpädevused. Riiklik õppekava taotleb õpilastel üldpädevuste (õpipädevus, tegevuspädevus, väärtuspädevus, enesemääratluspädevus) kujunemist, mis füüsika riigieksamiga on mõõdetavad vaid kaudselt.

Eksamiülesannete lahendamisel oli eksaminandil vaja kasutada järgmisi oskusi: võrdlemisoskus, seostamisoskus, funktsionaalne lugemisoskus ja järelduste tegemise oskus. Tegevuspädevustega on kaudselt seotud II osa ülesanded 6 ja 9 ning III osa ülesanded 3 ja 5. Eksamitöös puuduvad ülesanded väärtuspädevuse ja enesemääratluspädevuse kohta.

Valdkonnapädevused. Füüsika riigieksam võimaldab kontrollida järgmiste valdkonnapädevuste kujunemist gümnaasiumi lõpuks:

- *looduspädevus* – kõik ülesanded on seotud elus- ja eluta looduses toimivate ja nendega seonduvate seaduspärasuste, loodusteaduslike teadmiste ja mõtteviisides orienteerumisega;
- *kommunikatiivne pädevus* (kõik ülesanded) – orienteerumine füüsika keeles ja märgisüsteemides, mida selle teaduse aluste õpetamisel kasutatakse; oskus ja suutlikkus mõtestada teksti, lugeda ja mõista füüsika keelt, tõlgendada ja tõlkida füüsika keelt igapäevakeelde ja vastupidi; oskus lugeda graafikuid ja skeeme, suhelda erinevates situatsioonides (eriliigilised ülesanded) ja teemadel ning end korrektselt ja lakooniliselt kirjalikult väljendada;
- *tehnoogiapädevus* on pädevus, milleta ei oleks võimalik antud eksami sooritamine (I osa ülesanded 6, 9, 10 ja II osa ülesanded, 2, 4, 5, 6, 7, 9 ning III osa kõik ülesanded);
- *matemaatikapädevus* – on vajalik 90% ülesannete lahendamiseks.

Läbivad teemad. Riikliku õppekava läbivate teemadega ei ole otseselt seotud ükski eksamiülesanne. Kaudne seos on teemaga turvalisus III osa ülesandel 5, mis on seostatav elektriohutusega.

3. Eksamitöö ülesehitus

3. 1. Töö osad ja ülesannete arv

Eksamitöö koosneb kolmest osast, mis moodustavad terviku. Töö osad on üksteisest sõltumatud. Eksaminand võib ise valida, mis osast eksamitöö täitmist alustada. Riigieksamitöö on koostatud nii, et ta ei kontrolli ainult miinimumtaseme saavutatust, vaid selgitab välja õpilase teadmiste/oskuste tegeliku taseme. Seetõttu sisaldab eksamitöö erineva raskusastmega ja erinevat omandamistaset kontrollivaid ülesandeid. Eksamitöö koostamisel on järgitud nõuet, et 20% ülesannetest on äratundmistasandil (I osa), 30% reprodutseerimistasandil (II osa) ja 50% rakendustasandil (III osa).

Eksamitöö maksimaalne punktisumma on 100 ja minimaalne 0 punkti. Eksam loetakse sooritatuks, kui eksaminand on kogunud vähemalt 20 punkti. Täidetavaid ülesandeid võib eksaminand eksamitöö eri osadest vabalt valida. Eksamitöö ei sisalda kohustuslikke ja mittekohustuslikke ülesandeid. Kõik ülesanded on sama kaaluga.

I osa ülesanded (1–10) on äratundmistasandi küsimusülesanded, kus eksaminand peab ära tundma etteantud valikvastuste seast 2 õiget. Iga ülesande eest on võimalik saada maksimaalselt 2 punkti ja I osa eest kokku 20 punkti. Need valikvastustega küsimusülesanded võimaldavad hinnata põhivara tundmist ja orienteerumist füüsika keeles. Küsimuste sisu moodustavad füüsikalised suurused – nende tähised, ühikud, definitsioonvalemid; seadused, sõltuvused, seosed – nende sisuline mõistmine; füüsikalised nähtused – nende tõlgendamine.

II osa ülesanded (1–10) on reprodutseerimistasandi avatud vastustega küsimus-, tekst-, arvutus- ja graafilised ülesanded. II osa maksimaalne punktisumma on 30 punkti. Iga ülesanne koosneb kolmest alaküsimusest, iga õige vastus annab 1 punkti, kogu ülesanne kuni 3 punkti. Juhul, kui ülesande ühe küsimuse vastus on vale/ebakorrekne või on see vastamata jäetud, on selle küsimuse tulemus 0 punkti.

Reprodutseerimistasandi ülesanded sisaldavad füüsikaliste suuruste ja nende tuletatud ühikute definitsioone, füüsika seaduste, printsiipide ja nähtuste kirjeldusi, mille sisulist mõistmist õpilaste poolt antud küsimuste abil välja selgitatakse.

III osa ülesanded (1–5) on rakendustasandi seostamata (1, 3, 5) ja seostatud redelülesanded (2, 4, 5) ning funktsionaalsele lugemisoskusele toetuvad ülesanded (1–5). Kõik ülesanded on arvutusülesanded. Kõigi ülesannete õige lahendamise eest on võimalik saada kokku 50 punkti. Ülesanded on eksamitöösse paigutatud kasvava raskusastme põhimõttel, s.o ülesannete raskusaste suureneb ülesande numbri suurenedes, mis kajastub ülesande eest saadavates punktides järgmiselt: ülesanne 1 – 6 punkti, ülesanne 2 – 8 punkti, ülesanne 3 – 10 punkti, ülesanne 4 – 12 punkti ja ülesanne 5 – 14 punkti. Ülesanded 3 ja 5 on redelülesanded, mille iga õigesti sooritatud samm võimaldab koguda erineva punktisumma, mis on märgitud ka eksamitööle.

Füüsika riigieksami hindamiskomisjon ja apellatsioonikomisjon lähtusid eksamitöö kontrollimisel ning ülesannete lahenduste õigsuse hindamisel eksamitöö hindamisjuhendist.

3. 2. Ülesannete tüübid ja nende nende osa eksamitöös

Füüsika riigieksamitöö põhimõtteline struktuur on püsinud viimaste aastatel muutumatuna. Sama võib öelda ka eksamitöös sisalduvate ülesannete tüüpide ja nende osa kohta eksamitöös.

Vastavalt riiklikule õppekavale peab gümnaasiumi lõpetaja oskama lahendada graafilisi-, küsimus- ja arvutusülesandeid. Eksamitöö ülesannete jaotust kirjeldab tabel 2.

Tabel 2. Ülesannete tüübid eksamitöös

	Graafilised ülesanded	Küsimusülesanded	Arvutusülesanded
I OSA	9, 10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8	5
II OSA	1, 3, 6, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10	3, 6
III OSA	3, 5	1	1, 2, 3, 4, 5
Kokku	8	18	8

Eksamitöö võimaldas kontrollida õpilaste teadmisi ja oskusi erinevatel tasanditel (äratundmine, reprodutseerimine, rakendamine) eritüübiliste ülesannete graafilise, analüütilise ja arvulise lahendamise ning nähtuste seletamise kaudu.

4. Eksami üldandmed

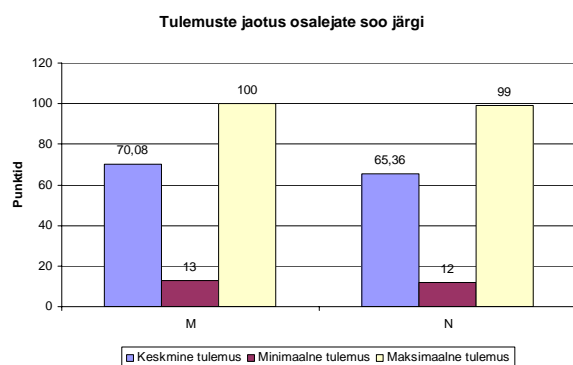
Füüsika riigieksamile registreerunuid oli kokku 649. Eksamikeskusesse tagastati 580 eksamitööd, nende põhjal koostatud statistilised andmed on käesoleva analüüsi aluseks. Lisaeksamil osales 2 eksaminandi, eksamil kokku 582 eksaminandi.

Eksternina soovis füüsika riigieksamit sooritada 3 eesti ja 2 vene õppekeelelega eksaminandi. Ülevaate füüsika riigieksamile registreerunud eksaminandidest lõpetamise aasta ja õppekeele järgi annab tabel 3.

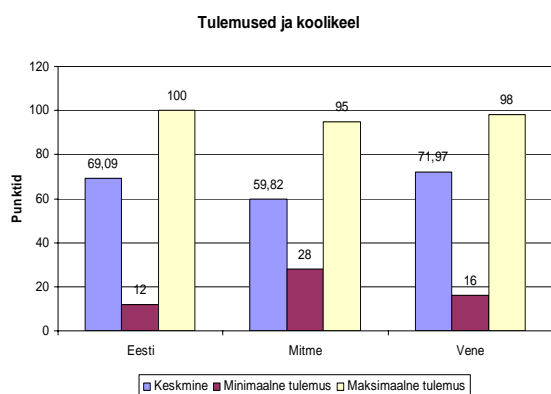
Tabel 3. Riigieksamile registreerunud eksaminandid lõpetamise aasta ja õppekeele järgi.

		Õppekeel			KOKKU
		Eesti	Muu	Vene	
Lõpetamise aasta	1978	0		1	1
	1989	1		0	1
	1996	0		1	1
	1997	1		0	1
	1998	1		0	1
	1999	3		0	3
	2000	1		0	1
	2003	1		1	2
	2004	5		1	6
	2005	5		1	6
	2006	533		93	626
Kokku	551		98	649	

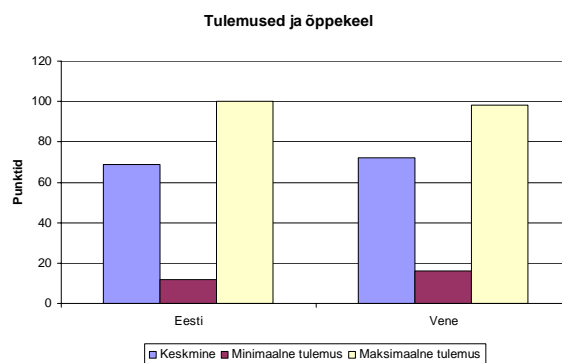
Riigieksamil osales 477 meessoost eksaminandi, kellest 2 sooritasid lisaeksami, ja 103 naissoost eksaminandi. Eksamitulemusi eksaminandi soo järgi illustreerib joonis 1.

**Joonis 1. Tulemuste jaotus eksamil osalejate soo järgi.**

Füüsika riigieksamil osales 498 eesti ja 82 vene õppekeelega eksaminandi. Tulemuste sõltuvust koolikeelest ja eksaminandi õppekeelest illustreerivad joonised 2 ja 3.

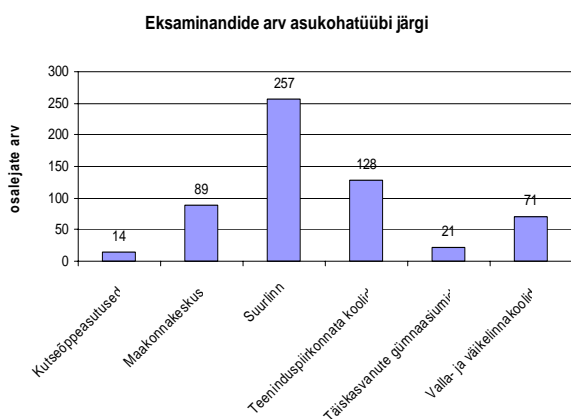


Joonis 2. Tulemuste sõltuvus õppekeelest

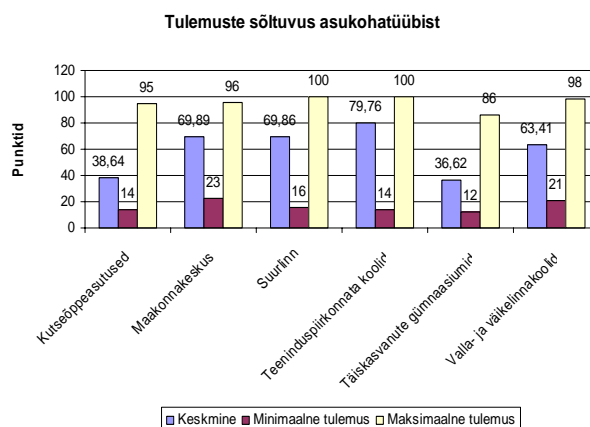


Joonis 3. Tulemuste sõltuvus õppekeelest.

Järgnevad joonised 4 ja 5 illustreerivad eksaminandide arvu ja eksamitulemusi sõltuvalt kooli tüübist ja asukohast.



Joonis 4. Eksaminandide arv kooli tüübi ja asukoha järgi.



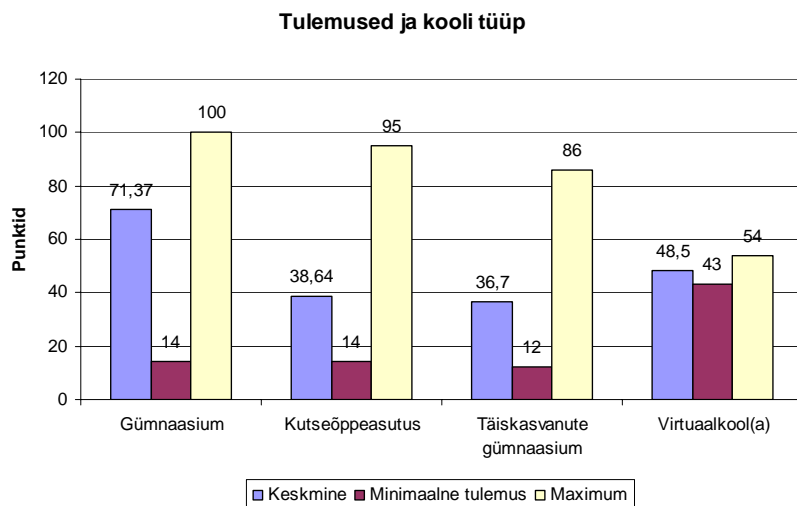
Joonis 5. Tulemuste sõltuvus kooli tüübist ja asukohast.

Eksaminandide arv kooli tüübi järgi on esitatud tabelis 4, eksami tulemuste ja kooli tüübi vahelist seost kirjeldab joonis 6.

Tabel 4. Eksaminandide arv kooli tüübi järgi.

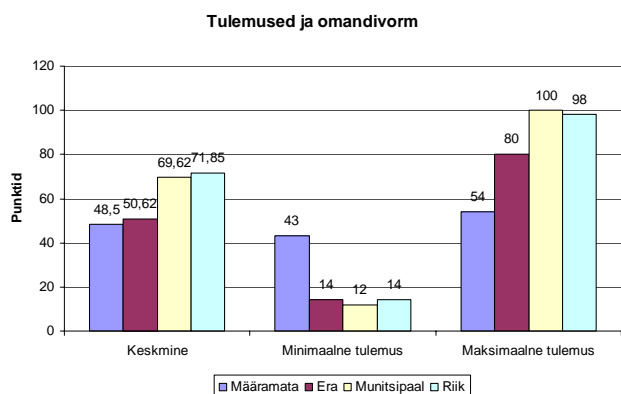
Kooli tüüp	Gümnaasium	Kutseõppeasutus	Täiskasvanute gümnaasium	Virtuaalkool
Osalejate arv	544	14	20	2

Tabelist 4 ja jooniselt 6 on selgub, et kõige enam oli eksami sooritajate hulgas gümnaasiumide lõpetajaid, kelle keskmine punktisumma oli peaaegu poole suurem kui kutseõppeasutuste eksaminandidel. Samas on nende minimaalsed tulemused võrdsed (14 punkti). Täiskasvanute gümnaasiumidest oli eksamil osalejaid rohkem kui kutseõppeasutusest, kuid nende keskmine tulemus ei erine oluliselt kutseõppeasutuste eksaminandide keskmisest tulemusest.



Joonis 6. Füüsika riigieksami tulemuste seos kooli tüübiga.

Kooli omandivormist lähtuvalt oli eksami sooritajaid erakoolist 13, riigikoolist 48 ja munitsipaal-koolist 517. Kaks eksaminandi olid määramata omandivormiga koolist. Eksamitulemuse sõltuvust omandivormist kirjeldab joonis 7. Maksimaalse tulemuse saavutasid munitsipaal-koolide lõpetajad. Erakoolide lõpetajate maksimaalne tulemus oli vaid 80 punkti.



Joonis 7. Eksami tulemused ja kooli omandivorm.

Järgnevad tabelid 5 ja 6 annavad ülevaate, kui palju oli osalejaid eri maakondade koolidest ning millised olid eksami sooritanute keskmised tulemused. Riiklikus Eksami- ja Kvalifikatsiooni-keskuses sooritasid füüsika riigieksami 7 eksaminandi, kelle keskmine tulemus oli 53,57 punkti.

Tabel 5. Eksaminandide arv ja keskmine tulemus maakonniti .

Maakond	Eksaminandide arv	Keskmine tulemus punktides
Harju maakond	11	62,64
Hiiu maakond	4	43,5
Ida-Viru maakond	8	79,75
Jõgeva maakond	11	65,55
Järva maakond	13	57,15
Lääne maakond	2	62,5
Lääne-Viru maakond	28	65,86

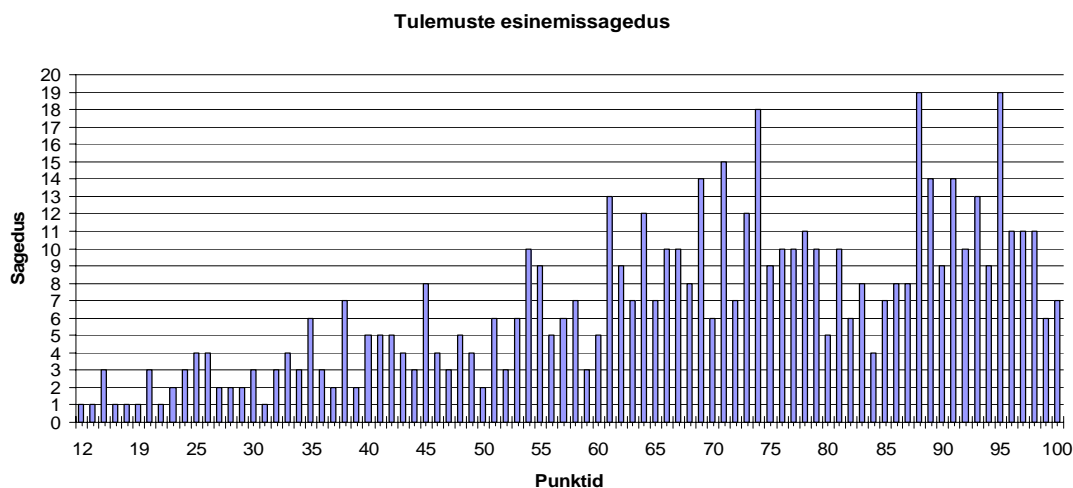
Põlva maakond	7	51,57
Pärnu maakond	4	50,5
Rapla maakond	15	52,67
Saare maakond	28	62,25
Tartu maakond	42	77,55
Valga maakond	7	63,57
Viljandi maakond	32	71,63
Võru maakond	5	74,6

Tabel 6. Suuremate linnade eksaminandide arv ja keskmine tulemus.

Linn	Eksaminandide arv	Keskmine tulemus punktides
Kohtla-Järve	15	58,33
Narva	15	76,27
Pärnu	44	81,8
Tallinn (Haabersti)	8	58,63
Tallinn (Kesklinn)	111	74,59
Tallinn (Kristiine, Nõmme)	17	60,94
Tallinn (Lasnamäe)	19	75,58
Tallinn (Mustamäe)	57	63,72
Tallinn (Põhja-Tallinn)	9	66,22
Tartu	61	71,44

Eksamil oli osalejaid kõigist maakondadest. Kõige enam oli esindatud Tallinn (212), Tartu linnast oli osalejaid 61 ja Pärnust 44. Maakondadest oli osalejaid kõige rohkem Tartu maakonnast (42), Viljandi maakonnast 32, Saare maakonnast 28 ja Lääne-Virumaa maakonnast 28 osalejat.

Keskmine tulemus oli 69,3 punkti, noormeestel 70,1 ja neidudel 65,4 punkti. Läbi kukkus 8 (1,4%). Minimaalne tulemus oli 12 (1) ja maksimaalne 100 punkti, mille saavutas 7 eksaminandi (1,2%). Mediaan oli 72,0 punkti ja standardhälve 21,2 punkti. Lisaeksami sooritanute (2) keskmine tulemus oli 51 punkti (39 ja 63 punkti). Eksamitöö eest saadud punktide esinemissagedust kirjeldab joonis 8.

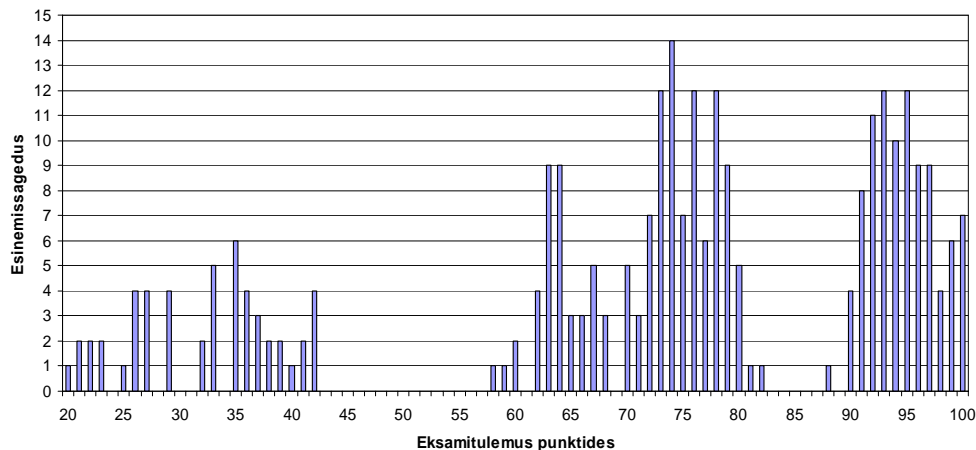


Joonis 8. Füüsika riigieksami tulemuste histogramm.

5. Ülesannete kvaliteedi analüüs eksamitöö osade kaupa

Analüüsitud eksamitööde valim sisaldas 278 eestikeelset terviklikku eksamitööd (I, II ja III osa). Valim, mida kirjeldab joonis 9, moodustati järgnevalt: 1/3 valimist on vahemikus 20–40 punkti, 1/3 valimist on eksami keskmise tulemuse saanud tööd ja 1/3 on 90–100 punkti saanud tööd.

Analüüsitud tööde keskmine tulemus oli 72,3 punkti, mediaan 75,5 ja standardhälve 22,17.



Joonis 9. Eksamitulemuste histogramm analüüsitud valimi eksamitöödest.

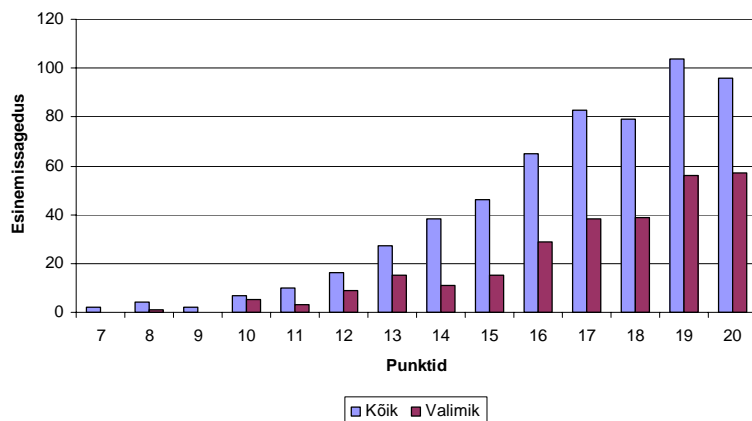
Eksamitöös on kokku 25 ülesannet, mille jaotust eri tasandite ja liikide järgi on kirjeldatud antud analüüsi punktis 3. Ülesannete eristamisel on kasutatud järgmist tähistust:

- üldstatistikas: I osa ülesanded T1–T10, II osa ülesanded T1–T10, III osa T1–T5;
- valimis: I osa ülesanded T1_1–T1_10, II osa ülesanded T2_1–T2_10, III osa T3_1–T3_5.

5. 1. Eksamitöö I osa ülesannete kvaliteedi analüüs

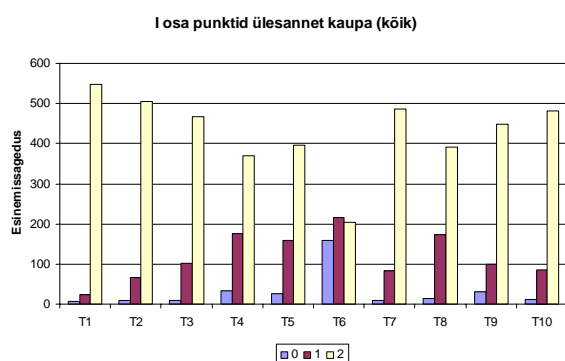
I osa maksimaalne punktisumma on 20, ülesandeid on 10, iga ülesande maksimaalne punktisumma 2 punkti. Kõigi eksamitööde I osa keskmine tulemus oli 16,89 punkti ja kogu I osa lahendatavus üldstatistikast lähtuvalt 84,45%. Analüüsitud tööde I osa keskmine punktisumma oli 17,23 punkti ja lahendatavus 86,13%. Joonis 10 kirjeldab I osas kogutud punktide 0–20 esinemissagedust nii kõigi tööde kui ka valimi kohta. I osa madalaim punktisumma oli 7 punkti. Samas näitab graafik, et enamus eksaminandidest ületas I osas 17–19 punkti.

I osa punktide esinemissagedus

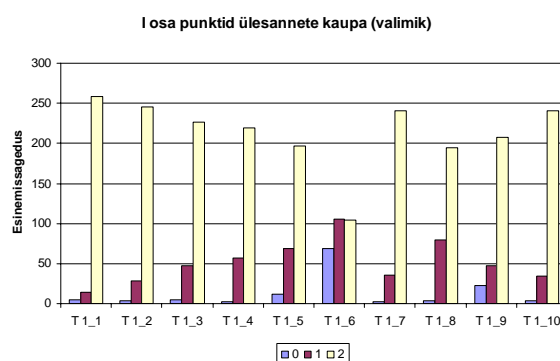


Joonis 10. I osa punktide esinemissagedus

Joonised 11 ja 12 avavad I osa tulemused ülesannete kaupa. Suurim erinevus kõikide tööde ja valimi vahel on I osa ülesande 4 tulemustes.



Joonis 11. Kõigi tööde I osa punktid ülesannete kaupa.



Joonis 12. Valimi tööde I osa punktid ülesannete kaupa.

Järgnev ülesannete analüüs on tehtud valimisse kuulunud eksamitööde põhjal.

Ülesanne 1

Lahendatavus 96,5% ja ekstsess 24,6, mis näitab, et antud valikvastustega ülesandele õige vastuste paari leidsid peaaegu kõik vastajad.

Uuritud valimist oli 259 korralt ära märgitud õige vastuste paari *Antud füüsikalistest suurustest on vektorid kiirus ja jõud*. *Temperatuur* oli märgitud 6 korda, *sagedus ja periood* 8 korda ning *mass* 2 korda. Uuritud valimist ei olnud keegi märkinud *tihedust*.

Järelikult võib öelda, et õpilased oskavad eristada skalaarseid füüsikalisi suurusi vektoriaalsetest suurustest.

Ülesanne 2

Ülesandes tuli leida 7-st väitest kaks õiget väidet. Üldstatistikast oli keskmine tulemus 1,85 punkti ja lahendatavus 92,5%.

Uuritud valimi keskmine tulemus oli 1,87 ja ülesande lahendatavus 93,71%, vastamata olid jättnud 3 eksaminandi. Õiged väited leidsid 246 eksaminandi. Samas pidas 250 eksaminandi õigeks väidet *Päikesel toimub termotuumareaktsioon, mille käigus vesinik muutub heeliumiks* ja 249 teadsid, et *Päike on täht*. 19 eksaminandi arvas, et õige on väide *Suurem tähesuurus vastab heledamale tähele* ja 5, et *Tähed ei erine üksteisest värvuselt*.

Järelikult teavad õpilased äratundmistasandil piisavalt hästi, mis on Päike ja millised protsessid Päikesel toimuvad.

Ülesanne 3

Etteantud valikvastuste hulgast tuli leida need kaks õiget, mis iseloomustavad kineetilist energiat. Keskmine tulemus oli 1,79 ja lahendatavus 89,5%.

Uuritud valimi keskmine tulemus oli 1,78 ja lahendatavus 89,75%. Seega võib antud tulemust üldistada kõigile eksamitöödele. Valimikust leidsid õiged väited 226. Vastuse *Kineetiline energia on liikuva keha energia* märkisid 271 ja vastuse *Kineetiline energia on võrdeline keha kiirusega ruudus* 228 eksaminandi. Kõige levinum vale vastus oli väide *... sõltub keha kiirusest lineaarselt*

(32) ja 13 korral loeti õigeks väide on vastastikmõju energia. Ülesanne on seotud tugevalt matemaatika mõistete võrdeline-, pöördvõrdeline ja lineaarne seos omandatusega.

Ülesanne 4

Esitatud valemitest oli vaja valida kaks valemit valguskvandi energia leidmiseks. Ülesande lahendamine eeldas mõistete *valguskvant* ja *kvandi energia* teadmist, etteantud seoste ja neis esinevate tähistuste äratundmist. Õiged olid vastused $E=h f$ ja $E = (c h)/ \lambda$. Üldstatistikast oli selle ülesande keskmine punktisumma 1,58 ja lahendatavus 79%.

Uuritud valimi tulemused oli vastavalt 1,78 ja 89,03%. Ülesanne oli vastamata oli 1 töös. Plancki valem tunti ära 242 korral ja õigete valemite paari märkisid 190 eksaminandi. 42 olid pidanud õigeks kineetilise energia arvutusvalemit ja 32 pidasid õigeks vigast fotoefekti võrrandit.

See ülesanne on väga hea äratundmistasandi ülesanne sarnaste seoste hulgast sobivate õigete seoste leidmise kontrollimiseks.

Ülesanne 5

Ülesandes tuli 7 väite hulgast leida õige väide, mis eeldas gravitatsioonijõu valemi ja matemaatika-mõistete võrdeline ja pöördvõrdeline seos teadmist.

Ülesande lahendamise keskmine tulemus oli 1,64 punkti, ekstsess 0,71 ja lahendatavus 82%. Uuritud valimi keskmine tulemus oli 1,67 punkti ja lahendatavus 83,27%. Kaks õiget väidet leidsid vaid 197 eksaminandi (70,86%). Samas märkisid vastuse 5 ära 208 ja vastuse 7 227 eksaminandi. Enamesinenud vale vastus oli valikvastus 2: *Kahe keha vahelise kauguse suurenemisel 4 korda väheneb kehadevaheline gravitatsioonijõud 4 korda* (27 juhul), 17 juhul loeti õigeks vastust 4, 12 juhul vastust 1 ning 11 juhul vastust 6.

See ülesanne on arvestatav ülesanne funktsionaalse lugemisoskuse kontrollimiseks. Tulemus näitab, et teatakse gravitatsioonijõu arvutusvalemit, kuid segadust tekitavad mõisted *suurenema* ja *väheneb*, *korda* ja *võrra*.

Ülesanne 6

Ülesandes tuli leida etteantud ühikute hulgast kaks energiaühikut. Energiaühik džaul (J) on SI-süsteemi tuletatud ühik, mis moodustakse põhiühikutest kilogramm, meeter ja sekund. Paraku näitas selle ülesande üldstatistika (keskmine tulemus 1,08 punkti, ekstsess -1,38 ja lahendatavus vaid 54%) ning uuritud valimi vastavad näitajad (1,13 punkti ja 56,29%), et füüsikaliste suuruste ühikuid tuntakse halvasti ning neid ei osata põhiühikute kaudu avaldada. Probleeme võis tekitada ka ühikute väljendamine astmete kaudu. Kuna džaul on nii energia-, töö- kui ka soojushulgaühik ja tema kasutamine on korduv, siis peaks see olema piisavalt kinnistunud. Uuritud valimis oli see ülesanne vastamata 3 töös. Õiged ühikud (valikvastused 3 ja 4) olid märgitud 104 töös, vastuseid 3 ja 4 oli peetud õigeks 148, vastust 5 – 54 ja vastust 1 – 51 töös.

Ülesanne 7

Ülesandes tuli leida kaks õiget osakest, millel on tavaolekus elektriliselt positiivne laeng. Ülesanne on seotud ka keemias õpituga.

Keskmine tulemus oli 1,83 punkti ja lahendatavus 91,5% ning uuritud valimil vastavalt 1,86 ja 92,99%. Sellest järeldub, et õpilased on omandanud mõisted *prooton*, *footon* ning teavad, millised on antud aatomi ja tema koostisosade ning teiste elementaariosakeste laengud. Valimisse kuulunuist leidsid õiged vastused *prooton* ja *aatomituum* üles 241 eksaminandi, 273 teadsid, et positiivse laenguga on prooton ja 244, et seda on aatomituum. Suurim eksitaja oli *footon* (18).

Ülesanne 8

Ülesandes tuli leida etteantud 7 lause hulgast 2 lauset, mis on füüsikaliselt õiged. Ülesanne oli aatomifüüsika kursuse kohta ning kaudsemalt seotud keemia ja matemaatikaga (*suureneb, väheneb, võrdeline ja pöördvõrdeline*). Ülesanne sobib ka funktsionaalse lugemisoskuse kontrollimiseks.

Keskmine tulemus oli 1,65 ja lahendatavus 82,5%. Uuritud valimi keskmine tulemus oli 1,69 ja lahendatavus 84,35%. Õige lausetepaari (laused 4 ja 5) leidis 195 eksaminandi. 63 eksaminandi märkisid ühe vastusena lauset 4 ja 16 eksaminandi lauset 5. 38 juhul loeti õigeks lause 1, 17 juhul lause 7 ja 12 juhul lause 3. Seega näitab antud tulemus, et mõisted *isotoop* ja *radioaktiivne lagunemine* on omandatud puudulikult. Seitsmenda (7) lause õigeks pidamine osutab selgelt, et puudu jääb teksti ja lause õigest mõistmisest. Lause oleks olnud korrektne, kui seal oleks esitatud võrdlus, mille suhtes on α -kiirgus lühikese lainepikkusega.

Ülesanne 9

See on graafiline ülesanne, mis eeldab isoprotsesside teadmist ning oskust neid protsesse erinevatel graafikutel väljendada. Selle ülesande lahendamisel on oluline oskus, tõlkida graafikul olev informatsioon tavakeelde ja vastupidi. Ülesandel on seos matemaatikaga (lineaarne sõltuvus ja pöördvõrdeline sõltuvus, nende funktsioonide graafikute tundmine). Õiged valikvastused – 3 ja 7.

Keskmine punktisumma oli 1,72 (1,67) ja lahendatavus 86% (83,45%). Valimist leidsid kaks õiget isotermilise protsessi graafikut 208 eksaminandi; valikvastuse 7 luges õigeks 241, -vastuse 3 oli mõne teise vastusega sidunud 15 eksaminandi. 26 juhul peeti õigeks vastust 6 ja 12 juhul vastust 1.

Ülesanne 10

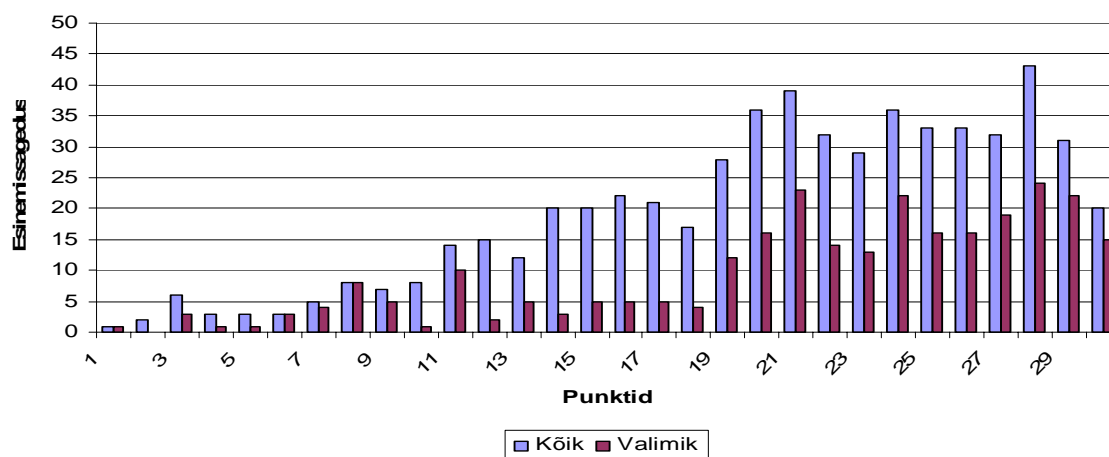
Graafiline ülesanne, milles tuli leida etteantud jooniste seast kaks õiget joonist, millel on kujutatud õigesti kiirte käik valguse murdumisel, kus valgusekiire levik on suunaga õhust klaasi.

Ülesanne osutus suhteliselt lihtsaks, sest lahendatavus oli 90,5% (1,81 punkti) ja uuritud valimis 92,81% (1,86 punkti). Õiged olid valikvastused 1 ja 4. Ülesande lahendas õigesti 241 valimisse kuulunud eksaminandi. Valikvastuse 1 märkisid ühe õigena 23 ja valikvastuse 4 – 11 eksaminandi. Kõige rohkem oli vale vastusena märgitud valikvastuseid 2 ja 6, kumbagi 14 korda.

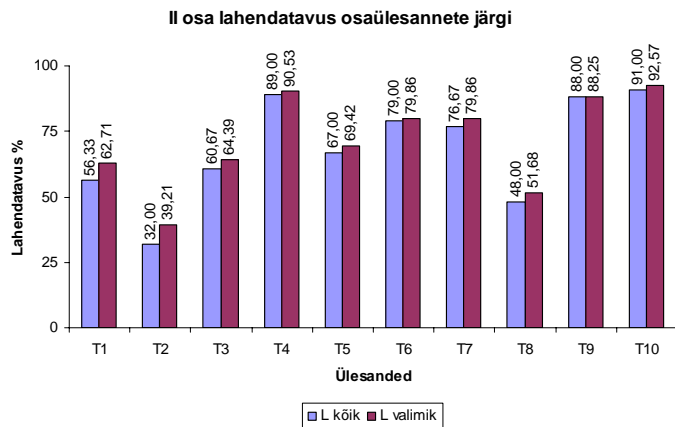
5. 2. Eksamitöö II osa ülesannete kvaliteedi analüüs

II osa kõigi eksamitööde (580) keskmine tulemus oli 20,64 punkti. Standardhälve oli 6,52, ekstsess -0,14. Maksimaalne punktisumma oli 30 punkti ja minimaalne 1 punkt. Uuritud valimi (278) keskmine tulemus oli 21,55, mediaan 23 punkti, standardhälve 6,58 ja lahendatavus 71,85%. Ülevaate II osas esinevate punktide sagedusest kõikide tööde ja valimi kohta annab joonis 13.

II osa punktide esinemissagedus

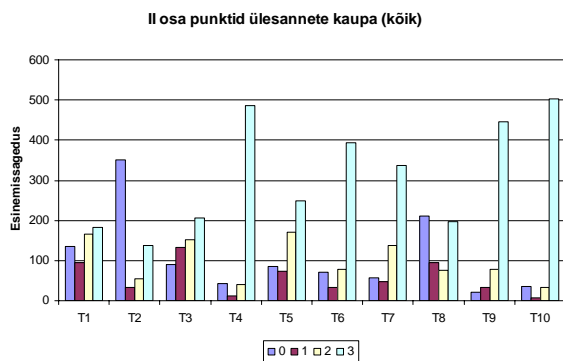


Joonis 13. II osa ülesannete punktide esinemissagedused.

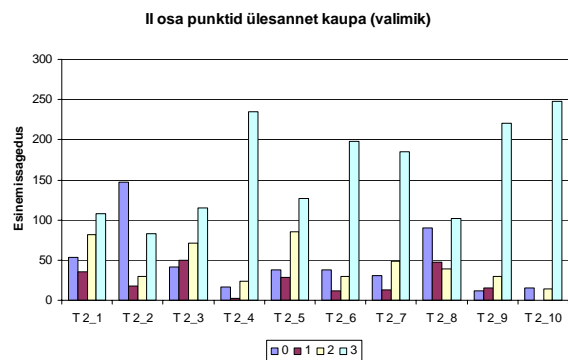


Joonis 14. II osa ülesannete lahendatavus ülesannete kaupa.

Jooniselt 14 selgub, et valimi põhjal tehtud tööde analüüsi võib üldistada kõigile töödele. Erinevus on vaid ülesannete 1 ja 2 lahendatavuse protsentides, kuid see võib olla juhusliku valiku tulemus.



Joonis 15. Kõigi tööde II osa punktide esinemissagedused ülesannete kaupa.



Joonis 16. Valimi tööde II osa punktide esinemissagedused ülesannete kaupa.

Joonised 15 ja 16 annavad ülevaate punktide esinemissagedustest ülesannete lõikes. Erinevused kahe diagrammi vahel võivad olla tingitud ka analüüsimise käigus selgunud asjaolust, et hindamiskomisjon, kas oli andnud punkti või ei olnud seda andnud, kuid analüüsija pidas siiski vajalikuks punkt anda või mitte. Seoses sellega on analüüsitud andmetesse sisestatud need tulemused, mida analüüsija pidas õigeks. Vastav teave hindamiskomisjoni töö kohta esitatakse riigieksamite korraldajatele ja füüsika ainekomisjonile.

Ülesanne 1

Ülesanne elektromagnetismi kursusest sisaldas kolm osaülesannet, millest üks oli graafiline ja teised kaks nõudsid valemi reprodutseerimist ja valemis esinenud suuruste nimetamist.

Kõikide tööde keskmine tulemus oli 1,69 punkti, lahendatavus 56,33% ja ekstsess -1,34. Valimi keskmine tulemus oli 1,88 punkti ja lahendatavus 62,71%. Negatiivne ekstsess näitas, et ülesanne osutus küllalt raskesti lahendatavaks.

Esimene osaülesanne oli graafiline ülesanne, kus eksaminand pidi täiendama joonist, joonistades elektrivälja tugevuse vektori punktis 1. Analüüsitud töodes oli õigeid vastuseid 171, vastamata oli

37 ning valesti vastatud 70 juhul. Seega, 107 vastanut selle eest punkti ei saanud. Enamik valesti vastanud olid selle vektori märkinud nii, nagu oleks tegemist magnetilise induktsiooni vektoriga.

Teises osaülesandes tuli kirjutada elektrivälja tugevuse definitsioonivalem. Õigeid vastuseid oli 150, vastamata oli 43 ja vale vastus 85 juhul. Kõige enam esinenud vale vastus oli *Coulombi seadus*.

Kolmandas osaülesandes oli vaja selgitada valemis esitatud tähiseid. Punkt anti ka siis, kui õigesti olid märgitud vähemalt kaks kolmest tähisest. Selle osaülesande eest said punkti 202 eksaminandi, 47 jätsid vastamata ja 29 vastasid valesti. Siin on punkti saanute hulk väga suur, sest punkti said ka need, kes eelmises osas vastasid *coulombi seadus*, sest selles sisalduvad kaks suurust, mis olid punkti saamiseks vajalikud: F- jõud ja q- elektrilaeng.

Ülesanne on suurepärane, võimaldab selgitada välja reprodutseerimistasandil omandatud teadmiste ja oskuste rakendamist nii füüsikaliste suuruste vaheliste seoste loomiseks kui ka graafiliseks kujutamiseks.

Ülesanne 2

Ülesanne oli jällegi elektrodünaamikast. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 0,96 punkti ja lahendatavus 32,00%. Ülesande ekstsess oli jällegi negatiivne (-1,27), mis näitab, et ülesanne osutus väga raskeks. Valimi keskmine tulemus on 1,17 punkti ja lahendatavus 39,21%.

Ülesanne tervikuna oli reprodutseerimist nõudev, temasse oli sisse kodeeritud kõrge keerukuse aste: kõik osaülesanded toetusid üksteisele: kui ei tea üht, siis on suhteliselt suur tõenäosus, et ei tea ka teist ega kolmandat.

Esimeses osaülesandes tuli sõnastada elektromagnetilise induktsiooni seadus. Valimisse kuulunud eksaminandidest andsid sellele küsimusele õige vastuse vaid 100, 91 vastasid valesti ja 87 jätsid vastamata. Seega, null punkti said selle osaülesande eest kokku 178 eksaminandi (64%). Enam esinenud valedest vastustest tasub esile tõsta kahte: *Faraday elektrolüüsiseadus* ja *magnetvoo definitsioon*.

Teises osaülesandes tuli kirjutada Faraday elektromagnetilise induktsiooni seadust väljendav valem. Õigeid vastuseid oli 125, valesid seoseid 73 ja vastama oli jäetud 80 juhul. Ka siin figureerisid valede vastuste hulgas nii *Ohmi seadus kogu vooluringi kohta* kui ka *Faraday elektrolüüsi seadus*.

Kolmandas osaülesandes tuli anda eespool kirjutatud valemis olevate füüsikaliste suuruste ühikud SI-süsteemis. Punkti oli võimalik saada, kui vähemalt 2 suurust on õiged koos ühikutega. Paraku näitab aga suur valesti vastanute (93) ja vastamata jätnute hulk (83), et kui teatakse suurust, siis ei teata õiget ühikut. Kõige probleemsem oli just magnetvoo ühik (Wb – veeber), kuid probleeme oli ka elektromagnetilise induktsiooni elektromotoorjõu ühiku (V- volt) tundmisega. Oli kirjutatud nii [N/C] kui ka [V/m].

Ülesanne 3

Ülesanne on aatomifüüsika kursusest. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 1,82 punkti kolmest võimalikust, ekstsess -1,18 ja lahendatavus 60,67%. Valimiku keskmine tulemus oli 1,93 punkti ja lahendatavus 64,38%.

Ülesanne oli osaliselt graafiline, sest õpilastele anti ette ahelreaktsioon. See on reprodutseerimistasandi ülesanne, nõudis uraani tuuma ahelreaktsiooni ära tundmist. See on nii levinud ja peamine näide, mida kasutatakse ahelreaktsiooni õpetamisel. Vastus eeldas nihkereegli teadmist ja/või head pikaajalise nägemismälu olemasolu. Seega, kes mäletas või arvutas, mitu neutronit tekkis, see sai kolmanda osaülesande eest punkti kirja. Neid oli 211. Valesti vastasid 49 ja vastamata jätsid 18.

Ülesande esimene osaülesanne nõudis antud võrrandist algproduktide kogumassi (234 u) leidmist ja teine neutronite massi (142 u) leidmist. Esimese osaülesandele leidsid õige vastuse 186 ja teisele 140. Valesi vastanuid oli vastavalt 60 ja 100 ning vastamata jätnuid 32 ja 38. Kuna viimased arvud on peaagu võrdsed, siis annavad nad tunnistust sellest, et kui ei vastatud esimesele, siis ei vastatud ka teisele küsimusele ning umbes pooled neist ei vastanud ka kolmandale küsimusele. Seega, peaaegu 6,5% õpilastest ei tea, mis on ahelreaktsioon, ning ei tunne elemendi tähistust.

Paljud, kes esimese osaülesande eest punkti ei saanud, olid eksinud arvutustehtega, kus kõige enam oli liidetud 233 ja 1 ning vastuseks saadud 243. Probleeme valmistas ka vastuse väljendamine aatommassiühikutes. Enam esines vastuse teisendamist kilogrammideks. Sel juhul anti õige vastuse korral ikkagi punkt. Kõige keerulisem antud ülesandes oli algproduktide massi leidmine. Segane tundus olevat mõiste *algprodukt*. Leitud oli kõigi reaktsioonis osalevate produktide ja saaduste neutronite massi.

Ülesanne 4

Ülesanne on mehaanika kursusest. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 2,675 ja lahendatavus 89,00%. Valimi keskmine tulemus oli 2,72 punkti ja lahendatavus 90,53%. See ülesanne on muutmata kujul esinenud füüsika riigieksamitöös juba aastaid. Seda enam paneb ikka ja jälle üllatama asjaolu, et on neid, kes seda ikka veel ei tea.

Ülesanne tervikuna on reprodutseerimistasandi ülesanne, nn ahelülesanne, nagu ka ülesanne T2 2. Esmalt tuli sõnastada Newtoni II seadus, siis kirjutada valem ja lõpuks anda valemis olevate füüsikaliste suuruste ühikud ja tähised.

Hindamisjuhendis oli esitatud Newtoni II seaduse korrektne sõnastus. Aga juhul, kui eksaminandi formuleering erines etteantud sõnastusest, kuid oli füüsikaliselt korrektne, anti talle siiski punkt. Sama oli ka teise osaülesandega. Esimese vastuse eest said punkti 250, valesi vastasid 17 ja 11 jätsid rea tühjaks. 260 kirjutasid valemi, mis näitab, et ülesannete lahendamise käigus on vähemalt Newtoni II seadus omandatud heal tasemel. Siin jätsid vastamata 9 ja andsid vale seose samuti 9 eksaminandi. Kahel juhul oli näiteks esitatud ka kiirenduse definitsioonivalem. Suurimaks probleemiks antud ülesandes ostus aga kolmas osaülesanne: 245 õiget vastust, 23 valet ja 10 vastamata. Punkt saadi jällegi juhul, kui vähemalt kaks ühikut olid õiged. Peamiselt eksiti kiirenduse ühikuga. Kuid kõige enam jäi domineerima see, et ülesande teksti ei loetud ilmselt korralikult läbi. Küsitud oli vaid ühikuid, aga mitte valemis esinevate ühikute tähiste selgitusi. Paljud neist, kes punkti ei saanud, olid kirjutanud ainult tähiste selgitused, jättes ühikud lisamata.

Ülesanne 5.

Ülesanne on soojusõpetuse kursusest. Kõigi eksaminandide keskmine tulemus oli 2,01 punkti ja lahendatavus 67,00%. Antud ülesande ekstsess oli negatiivne (-0,76), mis näitab et see ülesanne ostus küllalt keeruliseks. Valimi keskmine tulemus oli 2,08 ja lahendatavus 69,42%.

Esimene ja teine osaülesanne on reprodutseerimistasandi ülesanded, kuid kolmas oli nn omavastusküsimus, milles eksaminand pidi põhjendama, miks soojusmasina kasutegur ei saa olla 100%. Kuna soojusmasina kasutegurit on võimalik arvutada nii soojendi ja jahuti temperatuuride, kui ka soojendi ja jahuti (saadud ning äraantud) soojushulkade kaudu, siis said esimese vastuse eest punkti 222 vastajat. Valesid seoseid (töö kaudu) oli esitanud 23 ning 33 eksaminandi ei vastanud üldse. Teise osaülesande puhul anti 187 õiget vastust, samas aga selgus, et 35 vastajat olid küll kirjutanud valemi, kuid ei tea tegelikult valemis esinevate tähiste selgitust. Seega said teise osaülesande eest 0 punkti 57 vastajat. Koos mittevastanutega moodustas see 32,7%. See näitab, et valem on mehaaniliselt pähe õpitud, kuid selle tegelikku sisu ei teata.

Kolmas osaülesanne oli vormilt loominguuline, kui pidi siiski olema füüsikaliselt korrektne. Juhendi kohaselt andis punkti vastus *osa soojendilt saadud soojusest läheb paratamatult jahutile*. Samas anti punkt igal juhul, kui vastaja oli kirjutanud, et *esinevad soojuskaod ka ümbritsevasse keskkonda*. Punkti ei antud, kui oli vastatud, et *sellist soojusmasinat ei ole olemas* (tegelik põhjendus puudub) või *soojuse ülekandumine toimub ainult soojemalt kehalt külmemale* või *osa soojusest läheb tööks*.

Ülesanne 6

Graafiline ülesanne mehaanika kursusest hõõrdejõu kohta. Kõigi eksaminandide keskmine tulemus oli 2,37 ja ülesande lahendatavus 79,00%. Valimi keskmine oli 2,39 punkti ja lahendatavus 79,85%.

See on reprodutseerimistasandi graafiline ülesanne, mis eeldas esmalt hõõrdejõuga seotud mõistete ja füüsikaliste suuruste ning nende tähistuste äratundmist ja meenutamist, seejärel graafikult õigete andmete lugemise oskust ning matemaatilist pädevust, arvutada antud andmete põhjal õige vastus.

Oli märgata, et suhteliselt suur osa vastajatest asus kohe vastama, jälgimata graafikut, millel tegelikult sisaldus vastus esimesele küsimusele (telgede tähistused!). Õige seose olid välja kirjutanud 213 eksaminandi, kuid osa neist kirjutasid ainult hõõrdejõu seose ja sealt hõõrdeegurit ei avaldanud. Enim esinenud eksimus (eksamikomisjoni arvates!) oli see, et vastaja oli kirjutanud toereaktsiooni N asemele ($m \cdot g$). Antud vastuse korral oli ka teises osaülesandes antud tähistete seletuses esitatud nii m kui ka g seletused. Jällegi sai punkti ka siis, kui õigeid tähisteid oli vähemalt kaks, seda kinnitab ka 225 korda esinenud õigete vastuste hulk. Mittevastanud oli samuti 29 nagu esimese osaülesande puhul.

Analüüsitud töödest oli graafikult saadud andmete põhjal arvanud õige tulemuse 228 vastajat, samas kirjutas neist 213 välja valemi ja 225 teadsid tähistete seletusi. See annab tunnistust sellest, et mehaaniliselt on omandatud graafikult teatud andmete kogumise oskus ja meenutatakse seda, et kui graafik on lineaarne, siis peab olema võrdeline sõltuvus, kuid sisuline omandamine on lünklik. Selle kinnituseks tuleb märkida, et enamik valesti vastanud ei teadnud, milline suurus tuleb millega kas korrutada või jagada ($F_h N$ -ga või vastupidi).

Ülesanne 7

Ülesanne mehaanika kursusest. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 2,30 punkti ja ülesande lahendatavus 76,67%. Valimi keskmine tulemus oli 2,39 punkti ja lahendatavus 79,85%.

Selles reprodutseerimistasandi ülesandes oli esmalt vaja anda mehaanilise võimsuse definitsioon, seejärel esitada mehaanilise võimsuse arvutamise valem kahel kujul (töö ja jõu abil) ning kolmandaks, anda tähistete seletused. Kolmanda osaülesande puhul sai punkti siis, kui vähemalt kaks tähistete seletust olid õiged. Ühikuid ei küsitud.

Õigesti vastanute arv (235) ja protsent (84,5%) näitab, et seda, mida nimetatakse mehaaniliseks võimsuseks, teavad gümnaasiumilõpetajad väga hästi. Paraku aga ei osata seda seost väljendada valem kujul ja eriti jõu abil. See näitab jällegi, et mehaaniliselt on omandatud (ka ülesannete lahendamisel) valemi kuju $N=A/t$, kuid seda, et A on töö ning mehaanikas arvutatakse tööd selle tegemiseks rakendatud jõu ja teepikkuse korrutise kaudu, et teepikkuse ja aja jagatis ei ole midagi muud kui kiirus, ei teata. Teise osaülesande vastusena oli vaja lisaks eelmainitud seosele esitada ka järgmine $N=F \cdot v$. Teise osaülesande eest ei saanud punkti 83 vastajat (29,9%), kusjuures neist vaid 14 ei vastanud üldse. Ülejäänud jätsid teise seose kirjutamata.

Kahe esimese osaülesande lahendamise tulemused lubavad järeldada, et valem on omandatud, kuid selles sisalduvate suuruste omavahelisi seoseid ei teata või ei osata näha. Võib eeldada, et nimetatud valemite omavahelistele seostele ei ole õppeprotsessis piisavalt tähelepanu pööratud.

Kolmandas osaülesandes oli 1 punkti saanud 236, mis näitab, et kui üht valemit teati, siis temas esinevate füüsikaliste suuruste tähised olid korrektselt esitatud.

Ülesanne 8

Elektromagnetismikursuse ülesanne, mille lahendamiseks on vaja teada mõistet *kondensaator*. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 1,44 punkti, ülesande lahendatavus 48,00%, ekstsess -1,69. Valimi keskmine tulemus oli 1,55 punkti ja ülesande lahendatavus 51,67%.

Jällegi reprodutseerimistasandi ülesanne ja sarnane eelnevale. Siin oli aga tegemist ka tähelepanu-ülesandega, millega on teatud mõttes võimalik funktsionaalset lugemisoskust kontrollida. Nimelt küsiti ülesandes, mida nimetatakse kondensaatori elektrimahtuvuseks. Tuli esitada valem, tähiste seletus ja ühik SI-süsteemis.

Enamus vastajatest asus kirjutama mahtuvuse definitsiooni. Enamesinenud vale vastus oli plaatkondensaatori mahtuvuse arvutusvalemi sõnaline kirjeldamine ja/või definitsioon. Teise vastusena oli esitatud plaatkondensaatori mahtuvuse arvutamise valem ja kolmandaks tähiste seletused ja ühikud. Märkimisväärne hulk vastajatest ei teadnud, et mahtuvuse ühik on SI-süsteemis [F] farad.

Hindamisjuhend nägi ette, et kirjutatakse ainult mahtuvuse valem $C=q/U$, antakse valemis esitatud tähistele seletused ning kirjutatakse mahtuvuse ühik [F]. Punkt anti eksamijuhendis nõutud vastuste eest. Seega, kui mahtuvuse definitsioon oli sõnaliselt formuleeritud, kuid esitatud oli ka valem, siis punkt anti, kui valem puudus, siis punkti ei antud. Samuti ei antud punkti, kui esitatud olid kõigi teiste valemis esitatud suuruste ühikud, kuid mahtuvuse ühik puudus.

Õige valemi esitasid kokku 134, vale seose 108 ja vastamata olid selle jätnud 36 eksaminandi. Õige tähiste seletuse andsid 146 eksaminandi, vale või puudulik tähendus oli märgitud 73 juhul ja vastamata oli jäetud 59 korral. Mahtuvuse ühikut teadis 151, vale ühiku (V, C, kg/m^3 (1 töö)) märkis 72 ja vastamata jättis 55 eksaminandi.

Selle ülesande suhteliselt nõrk lahendatavus 48,00 näitab, et mõiste *kondensaator* on suhteliselt nõrgalt kinnistunud või omandatud liiga ühekülgsest (plaatkondensaator). Seega, ei teata üldmõistet, küll aga liigimõistet.

Ülesanne 9

Ülesanne on optikakursusest, võimaldas kontrollida valguse peegeldumisega seotud mõistete omandatust. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 2,64 punkti, ülesande lahendatavus 88,00% ning ekstsess 4,00. Valimi keskmine punktisumma oli 2,64 ja lahendatavus 88,24%.

Ülesanne on graafiline, selle lahendamine toimub eelkõige reprodutseerimistasandil. Joonist tuli täiendada nii, et sellel kujutati valguskiire edasine käik (1 p), pinnanormaalid ja nurgad (1 p) ning esitati seosed nurkade vahel, kus vähemalt üks seos andis 1 punkti.

Kiirtekäigu joonestamisega said hakkama 258 eksaminandi. Paraku on aga mõisted *pinnanormaal*, *langev kiir*, *peegeldunud kiir*, *langemis-* ja *peegeldumisnurk* reale eksaminandidele ebaselgeks jäänud. Valesti vastanud oli 32 ja vastamata oli jäetud 4 korral.

Kõige enam esines antud nurkade märkimist pinna ja kiire vahele. Seoste märkimisel said kokku null punkti 42 vastajat. Enam esines juhte, et omavahelisse seosesse olid viidud erinevatelt tasanditelt vaadeldud nurgad. Sealjuures oli 15 eksaminandi küsimuse üldse vastamata jätnud.

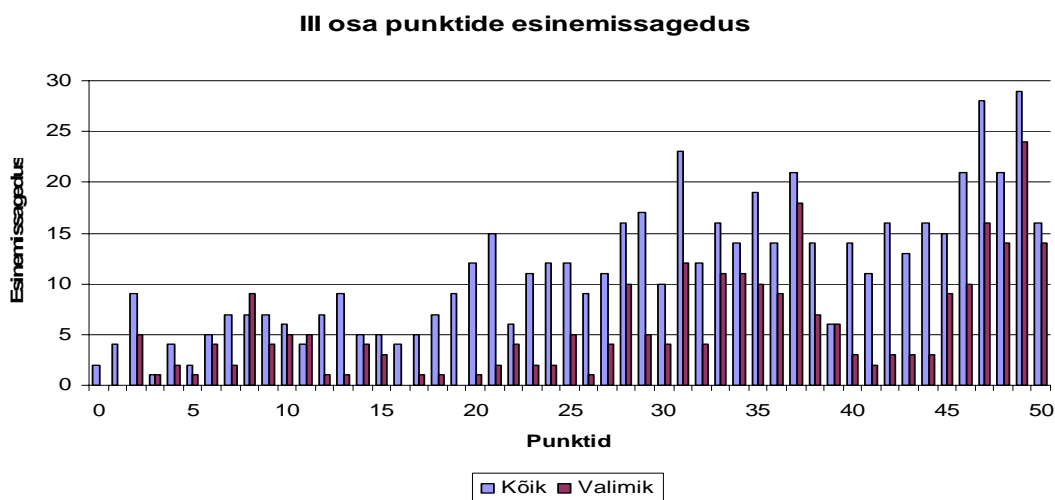
Ülesanne 10

Ülesanne on kosmoloogiakursusest, võimaldab kontrollida astronoomia teatud põhimõistete omandatust. Ülesanne oli ka lugemisoskuse ja tähelepanu kontrollimiseks, kuid selliselt ei tohiks enam ülesandeid eksamitöösse panna. Isegi hindamiskomisjonil oli probleeme vastuse õigeks ja valeks lugemisel. Kõigi tööde keskmine tulemus oli 2,73 punkti ja ülesande lahendatavus 91,00%, mis näitab, et eksaminandid teavad, mis on välisplaneedid ja mis mitte. Uuritud valimi keskmine tulemus oli 2,77 punkti ja 92,56%, mis olulisel määral ei erine kõigi tööde keskmisest tulemusest.

Ülesanne on reprodutseerimistasandi ülesanne ja põhineb fakti teadmisel ning mõistete *Maa rühma planeedid* ja *välisplaneedid* omandatusel. Küsimus oli esitatud eitavas vormis. See ülesanne võimaldas just tekstilise ülesehituse kaudu kontrollida funktsionaalset lugemisoskust. Neid, kes nimetasid kolm mitte Maa rühma kuuluvat planeeti ja said ülesande eest maksimumpunktid, oli 248. Vaid kaks eksaminandi jätsid selle küsimuse vastamata, 14 nimetasid vähemalt kaks õiget planeeti ja 14 olid nimetanud Maa rühma planeedid. Kõige enam oli vale vastusena esitatud *Mars* ja *Merkuur*. Ühel korral oli mainitud ka asteroide, kui mitte Maa rühma kuuluvaid planeete.

5. 3. Eksamitöö III osa ülesannete kvaliteedi analüüs

Kõigi eksamitööde (580) III osa keskmine tulemus oli 31,76 punkti. Mediaan oli 33,00 punkti, standardhälve 13,29 ja ekstsess -0,66. Eksamitöö III osa maksimaalne punktisumma oli 50 punkti ja minimaalne 0 punkt. Kolmanda osa kõigi ülesannete kogu lahendatavus $L_K = 63,52\%$. Uuritud valimi (278) keskmine tulemus oli 33,51, mediaan 36 punkti, standardhälve 13,80 ja kolmanda osa kõigi ülesannete kogu lahendatavus $L_V = 67,03\%$. Kõigi eksamitööde ja valimiku III osa punktide esinemissagedusest annab ülevaate joonis 17.

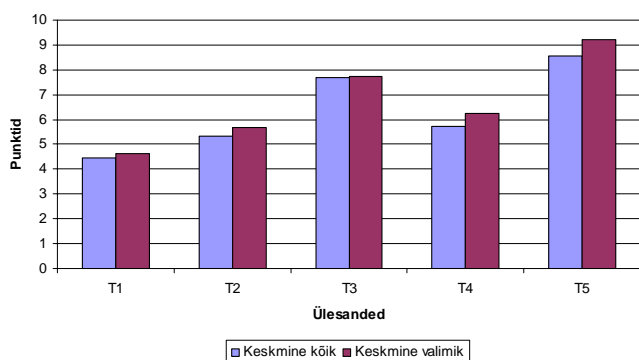


Joonis 17. III osa punktide esinemissagedused.

Kuigi valimi aluseks olid 1/3, siis just rakendustasandil on märgata kõige suuremaid erinevusi punktide esinemissageduste osas kõigi sooritanutega võrreldes. Samas võib selle põhjus peituda selles, et analüüsimise käigus püüti võimalikult täpselt välja selgitada, mille eest punkt kas anti või ei. Kui analüüsija ei leidnud põhjust punkti andmiseks või mitteandmiseks, siis vastavad andmed ka sisestati. Seega on eksamitöö III osa puhul ka suuremaid erinevusi eksamitööde koguhulga ja valimisse kuulunud tööde vahel. Kahjuks ei ole võimalik esitada, kui suures ulatuses analüüsimise käigus punktisummasid tõsteti või langetati. Kuna selline tegevus ei hõlmanud kõiki töid, siis võime öelda, et tendentsid langevad kokku nii uuritud valimi kui ka kõigi eksamitööde osas. Joonisel 18 on esitatud ülesannete lahendamise keskmised tulemused. Eri ülesannetel oli erinev maksimumpunktide arv (T1 6, T2-8, T3-10, T4-12, T5-14). Kõige lähemal oldi maksimumpunktide saavutamisele ülesande 1 lahendamisel, kõige vähem oli punkte saadud ülesande 4 eest.

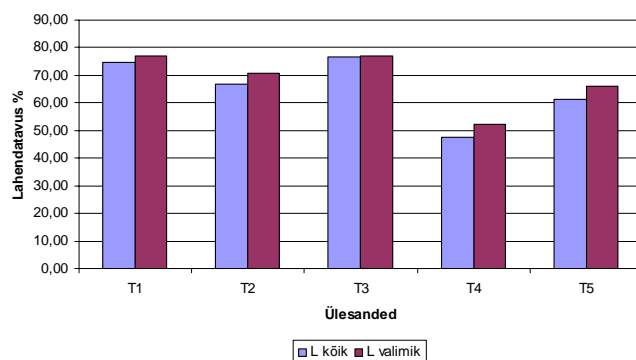
Jooniselt 19 saab välja lugeda ka põhjuse: eksamitöö III osa kõige kõrgema lahendatavuse protsendiga oli ülesanne 1, talle järgnesid ülesanded 3 ja 2. Kõige väiksem lahendatavuse protsent oli ülesandel 4.

III osa keskmised tulemused ülesannete kaupa



Joonis 18. Keskmised tulemused ülesandeti

III osa ülesannete lahendatavus



Joonis 19. III osa ülesannete lahendatavus.

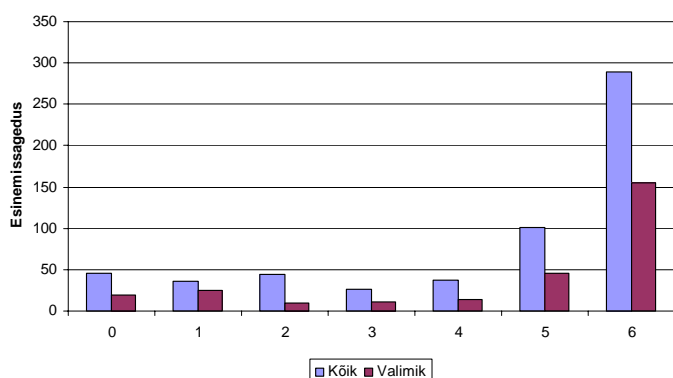
Ülesanne 1

Ülesanne on seostamata redelülesanne laineoptikast. Tegemist on tekstülesandega, milles sisaldub ka küsimusülesanne. Ülesande eest oli võimalik saada maksimaalselt 6 ja minimaalselt null punkti. Kõigi tööde hulgast oli 7,9% saanud 0 punkti ja 49,9% maksimaalse 6 punkti. Keskmine punktisumma oli 4,47 ja lahendatavus 74,5%. Tegemist on lihtsa ülesandega, mis osutus üle ootuste keeruliseks (ekstsess -0,26). Valimi keskmine tulemus oli 4,36 punkti ja lahendatavus 77,16%.

Kõige probleemsemaks osutus murdumisnäitaja avaldamine langemisnurga ja murdumisnurga siinuste suhtena. Vaid kolmes valimi töös oli joonis! Tulemus näitas, et rakendustasemel on omandamata mõisted *langemisnurk*, *murdumisnurk*; *valguse sageduse*, *lainepikkuse* ja *valgusekiiruse vaheline seos*. Ülesanne on arvestatav funktsionaalse lugemisoskuse kontrollimiseks – erinevate mõistete äratundmise ja seostamise ning rakendamise tasandil.

Tööde analüüsimisel selgus, et ülesande lahendamine oli takerdunud peamiselt tekstist andmete leidmisele. Seetõttu ei kirjutatud ka välja otsitavaid suurusi. 15 eksaminandi jätsid andmed üldse välja kirjutamata, piirdudes vaid murdumisnäitaja valemi kirjutamisega. 216 oli murdumisnäitaja õigesti leidnud, kuid 20-s töös olid ära vahetatud langemis- ja murdumisnurga asukohad ja 25 eksaminandi said seetõttu vale arvulise vastuse. 35 ei teadnud valemit ega arvutanud üldse murdumisnäitajat. 209 teadsid valgusekiiruse, lainepikkuse ja valgusekiiruse vahelist seost ning neist 109 said ka õige tulemuse. Küsimusele, kas valguse värvus muutub levimisel klaasis, vastasid 198 eitavalt ja põhjendasid oma vastust, 55 andsid vale vastuse ja 25 ei vastanud üldse. Joonis 20 kirjeldab ülesande 1 eest saadud punktide esinemissagedusi nii kõigi tööde kui ka valimi lõikes.

III osa ülesanne 1



Joonis 20. III osa ülesande 1 eest saadud punktide esinemissagedused.

Ülesanne 2

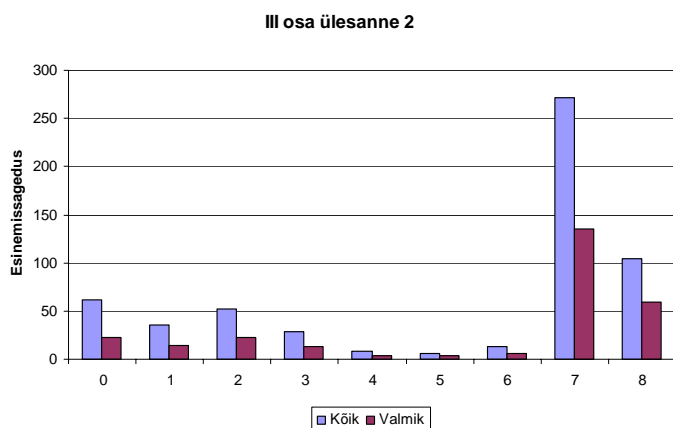
Ülesanne on seostamata redelülesanne mehaanikakursuse teemast perioodilised liikumised. Maksimaalselt oli ülesande eest võimalik saada 8 punkti.

Kõigi eksaminandide hulgast said vaid 104 (18%) maksimaalse tulemuse, 217 (46,8%) kogusid 7 punkti, aga 62 (10,7%) said null punkti. Keskmine punktisumma oli 5,34 ja lahendatavus 66,75%. Vastavad näitajad valimiku osas olid 5,67 ja 70,91%. Seega osutus ülesanne keeruliseks. Uuritud valimi eksamitööde põhjal võib teha järgmised järeldused.

Probleeme tekitab ülesande andmete väljakirjutamine ja ühikute teisendamine. See oli ka peamine põhjus, miks paljud jäid ilma maksimaalsest punktisummast. 220 eksaminandi kirjutasid sageduse valemi, 203 võngete arvu ja 208 õige seose teepikkuse arvutamiseks, kuid samas said uuritud valimist õige tulemuse vaid 60 eksaminandi. Teine probleemne koht oli, et ühe täisvõnke jooksul läbitakse tee pikkus, mis on võrdne 4 amplituudiga. 60 eksaminandi jättis ülesande pooleli seal, kus tuli leida tee pikkus.

Hea ülesanne, kontrollimaks nii füüsikaalaseid teadmisi kui ka lugemisoskust. Paraku oli aga näha, et ka hindajad oli segaduses, et mille eest antud ülesandes ikka punkt anda või seda mitte anda.

Järgnevalt jooniselt 21 võib välja lugeda seda, et need, kes võtsid vaevaks ülesanne lahendada, jõudsid üldjuhul ka lõpptulemuseni. Null punkti said kõik need, kes ülesannet ei lahendanud või kelle väljakirjutus ei väärinud punkti. Uuritud valimis oli selliseid töid 23, kus eksaminand ei olnud midagi kirjutanud.



Joonis 21. III osa ülesande 2 punktide esinemissagedused.

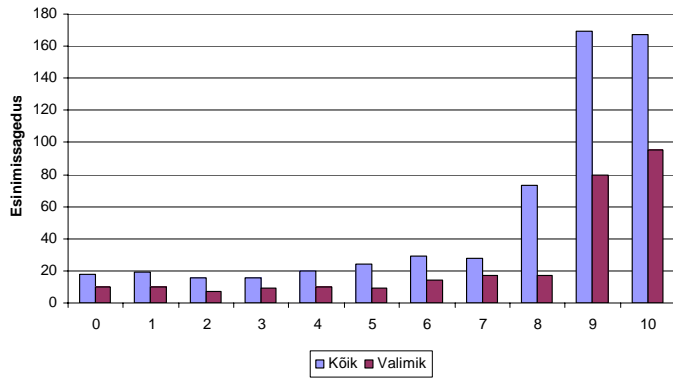
Ülesanne 3

Seostamata redelülesanne, mis koosnes neljast osaülesandest. Maksimaalne punktisumma oli 10 punkti ja osaülesannete eest vastavalt a) 4 punkti, b) 2 punkti, c) 2 punkti ja d) 2 punkti. Maksimaalse punktisumma kogusid 167 (28,8%), 0 punkti said 18 eksaminandi (3,1%).

Ülesande keskmine tulemus oli 7,68 punkti ja lahendatavus 76,8%. See on ainus III osa ülesanne, mille ekstsess oli positiivne 0,84. Valimi vastavad näitajad olid: keskmine tulemus 7,27 punkti ja lahendatavus 77,16%.

Joonis 22 annab ülevaate punktide esinemissageduse kohta nii valimi kui ka kõigi lahendajate korral III osa ülesande 3 kohta. Valimis ei esinenud ühtegi sellist tööd, milles antud ülesannet ei oleks lahendatud. Null punkti saadi valede vastuste eest.

III osa ülesanne 3



Joonis 22. III osa ülesande 3 punktide esinemissagedused.

See oli graafiline ülesanne, lahendamiseks vajalikud andmed oli tarvis leida graafikult. Ülesande lahendamiseiga tulid eksaminandid üldjuhul hästi toime. Paraku 23 eksaminandi ei osanud, vaatasid valesti ning 31 ei märkinud kiirendust viimasel lõigul.

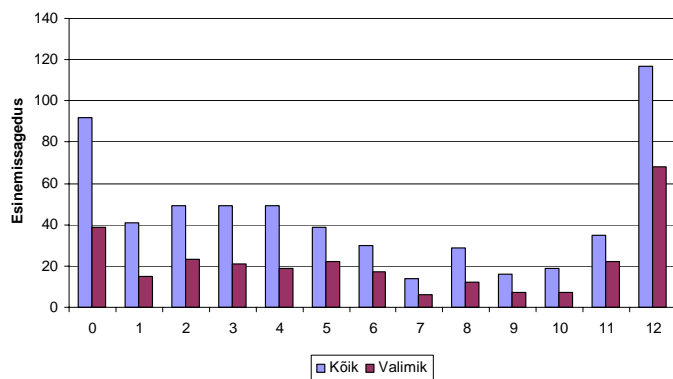
Teepikkuse arvutamisel arvutasid 58 eksaminandi selle valesti, võttes aluseks, et tegemist on ühtlase sirgjoonelise liikumisega. Ülesande kolmandas osas ei saanud punkti 117 eksaminandi, sest jätsid kogu teepikkuse arvutamisel välja kolmanda lõigu. Keskmise kiiruse leidmisel kasutasid 63 “oma valemit”, mis kahjuks ei andnud vajalikku tulemust, ja 7 ei vastanud sellele küsimusele üldse.

Üldiselt oli tegemist hea ülesandega, mis ühe teema piires loob head võimalused uurida mõistete omandatust ja nende rakendusoskust.

Ülesanne 4

Ülesanne on elektromagnetismi kursusest, kuid seotud ka mehaanikakursuse Newtoni II seaduse ja ringliikumise ning perioodi mõistetega.

III osa ülesanne 4



Joonis 23. III osa ülesande 4 punktide esinemissagedused.

Kõigi tööde keskmine tulemus oli 5,72 (6,26) punkti ja ülesande lahendatavus 47,67% (52,19%). Maksimaalse punktisumma 12 punkti kogusid 117 (20,2%) ja minimaalse 0 punkti said 92 (15,9%). Valimist selgus, et 29 tööd olid tühjad (0 punkti). Järelikult tundsid eksaminandid end selles teemas ebakindlalt ega alustanudki lahendamist. Paljud, kellel õnnestus siit koguda 1–3 punkti, said selle andmete ja otsitavate välja kirjutamise eest (vt joonis 23). Kuni 6 punkti oli võimalik saada ka juhul, kui lisaks andmete ja otsitavate märkimisele kirjutati välja ka seosed, kuid neid ei rakendatud arvutamisel.

Ülesandes tuli leida elektroni kiirus, tiirlemisperiood ja kineetiline energia. Ülesande lahendamise eeldas teadmisi nii elektrodünaamikast (Lorentzi jõud) kui ka mehaanikast (Newtoni II seadus, ringjoonelise liikumise kiirendus, punkti joonkiirus ringliikumisel, periood, sagedus ja kineetiline energia). Seega võimaldas ülesanne kontrollida mitmeid erinevaid teadmisi ja nende rakendamise oskust.

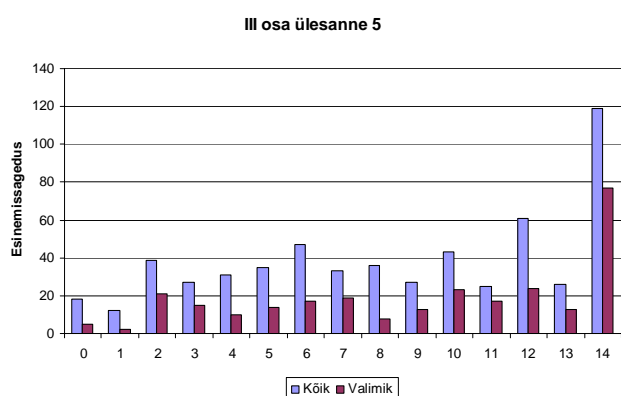
Selgus, et peaaegu pooled valimisse kuulunud eksaminandid (141) ainult teadsid Lorentzi jõu valemit. 115-s töös vastav valem puudus. 143 ei osanud põhjendada, miks osake saab ringjooneliselt liikuda. Paljud ei kasutanud N II seadust, vaid gravitatsiooniseadust. 89 arvutas kiiruse, kuid neist 52 said tulemuseks vale vastuse, sest ei olnud andmeid SI-süsteemi ühikuteks teisendanud. Perioodi valemi märkisid 143, neist 105 arvutasid andmetele toetudes välja õige vastuse. Samas oli kineetilise energia valem hästi kinnistunud (204) ja selle kaudu arvutati õige tulemus (104).

Kuigi ülesannet lahendati vähe, andis see piisavalt tagasisidet selle kohta, et tuleb rohkem lahendada just selliseid ülesandeid, mis seovad omavahel füüsika eri teemasid ja neis sisalduvaid mõisteid ning seda just rakendaustasandil.

Ülesanne 5

Elektromagnetismi kursuse ülesanne, mis võimaldab kontrollida ka funktsionaalset lugemisoskust. Olemuselt on ülesanne nii seostamata kui ka osaliselt seostatud redelülesanne, mis koosneb 7 osaülesandest, millest iga võimaldas saada 2 punkti. Maksimaalselt oli võimalik saada 14 punkti ja selle summa kogus kõigist lahendajatest 20,6% (119). Null punkti said vaid 18 eksaminandi (8,1%). (Uuritud valimis oli 1 lahendamata töö).

Kõigi tööde keskmine tulemus oli 8,56 punkti ja lahendatavus 61,14%. Ekstsess (-1,19) näitab, et tegemist oli küllaltki raske ülesandega. Samas on see ülesanne lahendatav ka põhikoolis. See võib ka olla põhjuseks, et gümnaasiumi lõpus enam ei mäletata, kuidas leida juhtide kogu takistust rööpahelas või arvutada juhis eraldunud soojushulka. Ülesandega kogutud punktisummade esinemissagedusest annab ülevaate joonis 24.



Joonis 25. III osa ülesande 5 punktide esinemissagedused.

Ülesanne oli graafiline, vastajad pidid joonestama vooluringi. Sellega sai enamik väga hästi hakkama. Uuritud valimist 258 märkisid lambid ja 231 ka kõik teised elemendid korrektselt. Selle punkti jätsid lahendamata 6 eksaminandi valimist. Probleemi tekitas kogutakistuse leidmine rööpühenduse korral ja hiljem selle tulemuse kaasamine ahela kogutakistuse arvutamisel. Osaülesanded olid seotud järgnevalt: a), b) ja c) ning d), e), f) ja e) ja g). Probleemsemad osaülesanded olid d), kus voolutugevus leidmiseks tuli kasutada elektromotoorjõu valemit, kuid paljud kasutasid Ohmi seadust vooluringi osa kohta (150 õiget ja 108 vale vastust).

Osaülesandes e) mõisteti, et üht lampi läbiva voolu tugevus on sama kui teises lambis, kuid probleeme tekitas matemaatika – ümardamine ja arvutamine (eksis 113). Lühise kohta ei osanud midagi arvata 67, reostaadil eraldunud soojushulga arvutasid valesti 83, sest jätsid minutid sekunditeks teisendamata. Valemi kirjutasid 178, aga õige tulemuse said 127.

See on hea ülesanne, sest lisaks gümnaasiumis omandatud teadmistele ja oskustele võimaldab kontrollida ka põhikoolis õpitu kinnistumist gümnaasiumis. Samas haaras ülesanne ka terve hulga oskusi ja teadmisi just rakendustasandil.

6. Järeldused ja ettepanekud

6.1. Järeldused

Füüsika riigieksamitöö ülesanded on koostatud vastavalt õppekavale, arvestatud on kaudselt ka kõigi mõõdetavate üldpädevuste ja valdkonnapädevustega. Eksamitöö sisaldab eri tüüpi ülesandeid füüsika ainekavas esitatud õpitulemuste kontrollimiseks. Äratundmis-, reprodutseerimis- ja rakendustasandi ülesannete maht on tasakaalus. Ülesanded on formuleeritud selgelt ja arusaadavalt.

Eksamitöö sisaldas nii graafilisi-, arvutus- kui ka tekstülesandeid. Kõik ülesanded on sobivad funktsionaalse lugemisoskuse kontrollimiseks, sest ilma selle oskusega ei ole võimalik lahendada ühtegi füüsikaülesannet. Sellest seisukohast lähtudes võib esile tõsta eksamitöö I osa ülesandeid 5, 6, 8, 9; II osast ülesanded 1, 3, 5, 6, 8 ja III osa kõiki ülesandeid. Nende ülesannete lahendamisel kaotasid paljud punkte seetõttu, et ei saanud loetavast aru või ei lugenud ülesannet tähelepanelikult läbi. II osa ülesannete lahendamisel ilmnes, et suurimaks probleemiks on ülesande tekstist vajalike andmete välja kirjutamine ja otsitava formuleerimine. Graafiliste ülesannete lahendamisel kogutud keskmised punktisummad olid üldjuhul kõrgemad kui tekst- või küsimusülesannete korral.

Eksamitöös oli rõhuasetus elektrodünaamika õpitulemuste kontrollimisel. Ülesannete analüüsist selgus, et kõige probleemsemaks osutusid ülesanded elektromagnetilise induktsiooni, elektromotoorjõu (II osa ülesanne 2, lahendatavus 32%), kondensaatori mahtuvuse (II osa ülesanne 8, lahendatavus 48%) ja laengu magnetväljas liikumise kohta (III osa 4 ülesanne). Esimesel juhul oli keskmine tulemus vaid 0,96 punkti (maksimum 3 punkti) ja lahendatavus 32%, teisel juhul oli keskmine tulemus 5,72 punkti ja lahendatavus 47,67%. Viimasest ülesandest kogusid maksimaalse punktisumma (12 punkti) vaid 117 eksaminandi (20,2%) ja 0 punkti said 92 (15,9%) eksaminandi.

Kuna füüsika riigieksami sooritanute hulk moodustab vaid ligikaudu 10% kõigi lõpetajate hulgast ja valim on liiga väike, ei saa eksami tulemusi üldistada kõigile lõpetajatele ja sellega ei ole võimalik ainekava tugevaid ja nõrku kohti kindlaks määrata. Kuna eksam on valikeksam, siis ei ole mõistlik teha eksami tulemusi üldistades järeldusi kõigi lõpetajate õpitulemuste kohta. Keskmine tulemus on tõusnud (tänavu 69,3, eelmisel aastal 67 punkti). Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et eksami valik on muutunud sihipäraseks ja teadlikuks, et eksami valivad need, kes tunnevad end aines kindlalt.

6.2. Ettepanekud 2007. aasta eksamitöö koostamiseks

Järgmise aasta füüsika riigieksamitöös võiks olla veelgi enam graafilisi seostamata ja seostatud redelülesandeid, milles õpilane saaks mitte ainult graafikult infot lugeda, vaid ka ise infot graafikule kanda. II osa ülesannetes võiks olla enam õpilase loovusele suunatud ülesandeid. II osa ülesandele 10 sarnase (eksitava) tekstiga ülesandeid ei tohiks eksamitöös olla.

6.3. Ettepanekud õpetajale/õppijale, millele tuleb õppeprotsessis tähelepanu pöörata

Õpilastele tuleb selgeks õpetada ülesannete lahendamise etapid, millest esimene ja olulisem on – loe tekst läbi ja teine – kirjuta andmed välja. Probleemne on ikka ühikute teisendamine, sellega tuleks enam tegelda. Rohkem võiks lahendada redelülesandeid, sest need võimaldavad enam kasutada erinevaid oskusi ja teadmisi füüsika teemadest.

Füüsika põhikooli analüüs

Koostaja Anneli Roode

Toimetaja Mari Kadakas

1. Eksami eesmärk

Põhikooli füüsika lõpueksami eesmärk on:

- 1) hinnata põhikooli ja gümnaasiumi riiklikus õppekavas (edaspidi riiklik õppekava) määratletud õpitulemuste saavutatust füüsikas;
- 2) saada tagasisidet õppimise ja õpetamise tulemuslikkusest;
- 3) suunata eksami sisu ja vormi kaudu õppeprotsessi;
- 4) siduda järjestikuseid haridusastmeid ja -tasemeid.

2. Eksamitöö koostamise alused

2.1. Riiklik õppekava ja õppekirjandus

Eksamitöö koostamisel on lähtunud riiklikust õppekavast ja õppekirjandusest, mille alusel tänane põhikoolilõpetaja oma teadmised ja oskused on omandanud. Eksamitöö koostamisel peeti silmas põhikooli füüsikaõpetuse taotlusi ja nõutavaid õpitulemusi (teadmisi ja oskusi).

2.2. Kooliastme üldpädevused ja läbivad teemad

Kooliastme üldpädevused, mida on võimalik füüsikaeksamiga kaudselt mõõta, on järgmised:

- 1) oskab iseseisvalt kasutada arvutit õppimis- ja töövahendina, on omandanud põhikoolilõpetaja tehnoloogiaalased pädevused (eksamiülesannete lahendamisel on lubatud kasutada taskuarvutit);
- 2) väärtustab säästvat eluviisi; oskab näha inimtegevuse mõju loodusele (ülesanne 14 on kaudselt seotud energia säästmisega);
- 3) püüab teha teadlikke valikuid, näha ette valiku tagajärgi (töös on kasutatud valikvastustega ülesandeid (ül 1–3 ja 6 ning 8); nende lahendamisel peab õpilane tegema teadlikke valikuid ning samas nägema ette ja oskama hinnata antud valikust tekkida võivaid tagajärgi; konkreetseid ülesandeid antud pädevuse mõõtmiseks ei ole);
- 4) oskab üldjoontes kavandada ühistegevuse eesmarke ja eesmärkideni jõudmiseks vajalikke tegevusi, jaotada tööülesandeid, koostada ajakava (õpilane peab eksamitöö tegemisel oskama valida ülesandeid ja koostama nende lahendamiseks plaani; vastavat pädevust näitab ülesannete lahendatavuse ja saadud punktisummade statistiline analüüs);
- 5) oskab oma arvamust kujundada, põhjendada, kaitsta, vajadusel muuta (eksamitöö sisaldab ülesandeid, mis nõuavad vastuse põhjendamist (ül 11, 13));
- 6) tunneb uurimistöö ja arendusprojektide koostamise algtõdesid ja oskab neid vajadusel rakendada (füüsika tasemeeksamitöös on kolm mõttelise eksperimendi laadset ülesannet (9, 10, 11));
- 7) oskab õppida: seada õppimise eesmarke, valida ja kasutada sobivaid õpivõtteid, hinnata oma õpitegevust (eksami valinud ja positiivselt sooritanud õpilaste arv (350) näitab, et õpilased on võimelised eesmarke seadma ning kasutama õigeid õpivõtteid eesmärkide saavutamiseks.

Kooliastme üldpädevused, mida on põhikooli füüsika eksamiga võimalik mõõta, on järgmised:

- 1) oskab näha põhiseoseid looduses, looduse, inimtegevuse ja tehnoloogia seoseid (see pädevus on otseselt mõõdetav ja seotud füüsika eksami kõigi ülesannete lahendamise tasemega);
- 2) oskab kasutada eri märgisüsteeme informatsiooni vastuvõtmiseks, talletamiseks, tõlgendamiseks, edastamiseks ja loomiseks (eksami kõigi ülesannetega mõõdetakse füüsika keele ja emakeele kui märgisüsteemi kasutamist. (teksti mõistmine, vastuste füüsikaline ja keeleline õigsus ja korrektsus);
- 3) oskab nähtusi, olukordi ja probleeme analüüsida ja üldistada, selle tulemusi oma tegevuse kavandamisel, valikute tegemisel ja hindamisel rakendada (eksamitöös on nn probleem-ülesanded, mille lahendamine eeldab antud pädevuse olemasolu; nende lahendamisel saadud punktisummade statistiline analüüs kirjeldab ilmekalt, kui hästi on see pädevus saavutatud);

Füüsika eksamitöös kasutatud ülesanded ei mõõda üldpädevusi otseselt, vaid eeskätt ainepädevusi ja valdkonnapädevusi ning nende kaudu ka nendega otsesemalt või kaudsemalt seotud üldpädevusi.

Läbivatest teemadest on füüsika eksamiülesannetega seotud vaid turvalisuse teema (ülesanne 13 on liiklusohutuse ja ülesanne 14 elektriohutuse kohta).

3. Eksamitöö üleehtus ja hindamine

Eksamitöö oli koostatud ühes variandis. Eksamitöö sisaldas 15 ülesannet ja oli illustreeritud (3 värvilist ja 2 mustvalget joonist). Eksamitöö lahendamiseks oli aega 150 minutit. Ülesannete lahendamist võis alustada vabalt valitud ülesandest. Maksimaalse punktisumma saamiseks tuli lahendada kõik ülesanded. Maksimaalselt oli võimalik saada 75 punkti.

Punktide vastavus hinnete

Hinne „5“ (väga hea)	90–100% – 68–75 punkti
Hinne „4“ (hea)	70–89% – 53–67 punkti
Hinne „3“ (rahuldav)	45–69% – 34–52 punkti
Hinne „2“ (mitterahuldav)	20–44% – 19–33 punkti
Hinne „1“ (nõrk)	0–19% alla 19 punkti

Hinnete vastav punktide arv on määratud haridus- ja teadusministri 10. augusti 2005. a määruse nr 24 „Õpilaste hindamise, järgmisse klassi üleviimise ning klassikursust kordama jätmise alused, tingimused ja kord” § 3 alusel.

Vastavalt haridusministri 24. detsembri 2001. a määruse nr 75 paragrahvi 8 lõikele 2³ oli lähtudes õpiraskuse spetsiifikast aine lõpueksamikomisjoni põhjendatud otsuse korral lubatud põhikooli- ja gümnaasiumiseaduse § 15 lõikes 1 nimetatud klassi ja § 21 lõikes 4¹ punktides 1 ja 2 nimetatud klasside õpilaste ning õpilaste, kellele rakendatakse koduõpet või parandusõpet, eksamitöid lubatud hinnata hindega „3“ alates 35% punktide arvust. Samuti oli lubatud hinnata ka nende üksikute õpilaste eksamitöid, kes õppisid tavaklassis, kuid hariduslikest erivajadustest lähtuvalt oleksid võinud õppida põhikooli- ja gümnaasiumiseaduse § 21 lõikes 4¹ punktides 1 ja 2 nimetatud eriklassides. Vastav otsus ja põhjendused tuli kirjutada eksamitööle.

Töid kontrollis ja hindas kooli eksamikomisjon. Iga õigesti ja nõuetekohase selgitusega lahendatud ülesanne andis teatava arvu punkte (vt tabel 1) vastavalt hindamisjuhendile. Hindamine toimus täispunktides. Abivahendina oli lubatud kasutada vaid töö esilehel paiknevat mitmesuguste füüsikaliste suuruste tabelit ja kalkulaatorit.

Tabel 1. Punktide arv ülesandeti

Ül nr	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Punkte	3	3	3	3	3	1	2	3	6	7	7	8	5	15	6

Kui ülesande lahendamisel oli arvutuses tehtud viga, kuid selle tulemusega arvutati edasi õigesti, siis vähendati punkte ainult tehtud vea arvel. Kui õpilane kasutas selliseid lahendusvõtteid, mida hindamisjuhendis ei nimetatud, võis ta õige vastuse ja ammendavate selgituste korral saada maksimaalse arvu punkte.

4. Eksamiülesanded

Eksamitöö sisaldas äratundmistasandi, reprodutseerimistasandi ja rakendustasandi ülesandeid (vt tabel 2). Viis ülesannet olid valikvastustega äratundmistasandi ülesanded (ülesanded 1–3, 6 ja 8b). Neli ülesannet olid avatud vastustega reprodutseerimistasandi ülesanded (4, 5, 7, 8a), millest ülesanne 8 on nii valik- kui ka avatud vastustega ülesanne. Avatud vastuse eest oli selles ülesandes võimalik saada 1 punkti ja valikvastuste eest (kaks õiget) 2 punkti, kogu ülesande eest maksimaalselt 3 punkti. Valikvastuste alaküsimus kuulub äratundmistasandi ülesannete hulka. Avatud vastusega alaküsimus on reprodutseerimistasandi ülesanne.

Järgnevalt ülesannetest, mis kuuluvad rakendustasandi ülesannete hulka. Kaks ülesannet on seostamata redelülesanded (ülesanded 12 ja 14), ülesanne 14 on osaliselt seostatud redelülesanne. Selle ülesande alaküsimused on omavahel seostatud järgnevalt: b, c ja d ning e ja f, kusjuures kõik on otseselt või kaudselt seostatud alaküsimuses a) joonistatud skeemiga. Iga alaküsimus andis õige vastuse korral punkte järgnevalt: a) 6 punkti, b) 2 punkti, c) 2 punkti, d) 2 punkti, e) 3 punkti. Seostatud ülesandeid oli kokku 5 (ülesanded 9, 10, 11, 13, 15).

Tabel 2. Ülesannete tasandid

Tasand	Äratundmistasand	Reprodutseerimistasand	Rakendustasand
Ülesanded	1, 2, 3, 6, 8	4, 5, 7, 8, 11, 12	4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Kokku	5	6	8

Reaalselt on füüsikaülesandeid väga raske konkreetse tüübi alla või tasandile paigutada. Iga ülesanne on teatud mõttes äratundmisele toetuv ja reprodutseerimist nõudev, ka valikvastuse formuleerimine on teatud ülesannete lahendamisel alati teadmise-oskuse rakendamine, seda kas või argikeelest füüsika keelde tõlkimisel. Samas nõuavad kõik ülesanded head funktsionaalset lugemisostkust, teksti mõistmist ja kriitilist mõtlemist (vt ka tabel 3). Käesolevast tööst võiks tuua esile ühe ülesande (ül 13), mis nõudis loovat lähenemist ja millel oli mitu erinevat, kuid õiget lahendus(arutlus)käiku. Selle ülesandega sooviti kontrollida põhikooli lõpetajate funktsionaalset lugemisostkust.

Tabel 3. Ülesannete liigitus

Tüüp	Graafilised ülesanded	Arvutusülesanded	Tekstülesanded
Ülesanded	11, 12, 14, 15	4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1–15
Kokku	4	8	15

Analüüsi tulemusena selgus, et eksamitöö koostamisel on järgitud nõuet, et 20% ülesannetest on äratundmistasandi, 30% reprodutseerimistasandi ja 50% on rakendustasandi ülesanded.

Eksamitöös sisalduvate ülesannete temaatilisest jaotusest annab ülevaate tabel 4.

Tabel 4. Ainekava teema ja eksamiülesanded

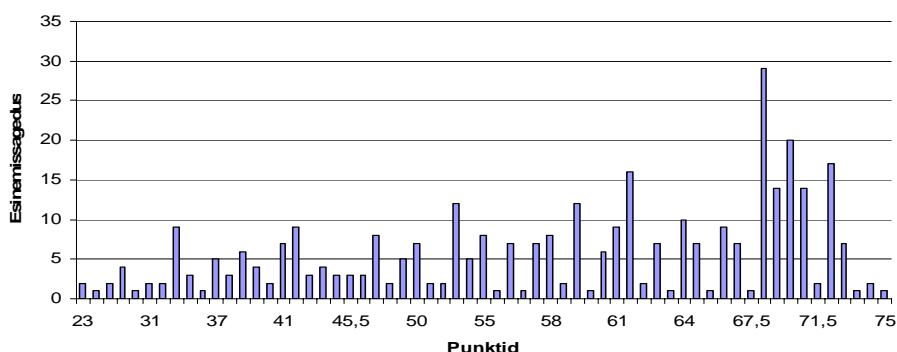
Teema	Ülesanne
Valgusõpetus	1, 2, 3, 4, 5, 15
Mehaanika	1, 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13
Heliõpetus	1, 2, 3
Soojusõpetus	1, 2, 3, 5, 4, 9, 10, 14 e.
Elektriõpetus	1, 2, 3, 5, 14 a-e
Aatomiõpetus	1, 2, 3, 6
Universumiõpetus	1, 2, 3, 7

Analüüsi tulemusena selgus, et eksamitöös oli rõhuasetus soojusõpetuse õpitulemuste kontrollimisel, sest antud teemaga oli võimalik seostada kokku 9 ülesannet. Sellele järgnes mehaanika 8 ülesandega ja valgusõpetus 6 ülesandega. Kõige vähem oli heliõpetusega seotud ülesandeid, need kõik olid valikvastustega ülesannetes. 1 ülesanne oli aatomiõpetusest ja 1 ülesanne universumiõpetusest.

5. Eksami üldandmed

Füüsika lõpueksami sooritas 352 eesti õppekeelega põhikooli lõpetajat. Eksamitöö minimaalne punktisumma oli 23 ja maksimaalne 75 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 57,35 punkti, mediaan 61 punkti ja standardhälve 12,66. Eksamitöö punktisummade esinemissagedused kogu valimi korral on esitatud järgmisel joonisel 1.

2006 a Füüsika põhikooli tasemeeksamitöö punktide esinemissagedused

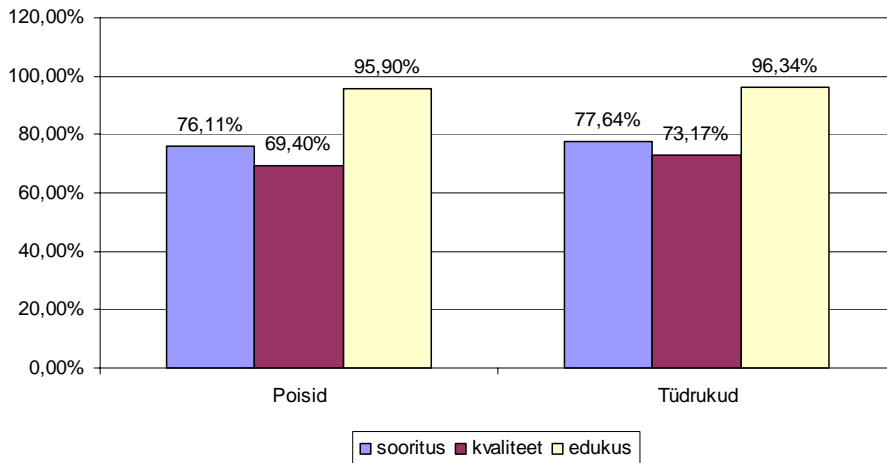


Joonis 1. Eksami punktide esinemissagedused.

Füüsikaeksami sooritajatest olid 269 poisid (76,4%) ja 83 tüdrukud (23,6%). Poiste keskmine tulemus oli 57,08 punkti ja tüdrukutel 58,23 punkti. Kuigi tüdrukute keskmine tulemus on 1,15 punkti võrra kõrgem, ei saa sellest järeldada, et tüdrukute füüsikateadmised ja -oskused on paremad kui poistel, sest sooritajate valik on selleks liiga väike ja tüdrukute arv moodustab ligi neljandiku poiste koguarvust. Eksamitöö sooritust, kvaliteeti ja edukust kirjeldab joonis 2. Selle põhjal selgub, et poiste ja tüdrukute näitajad on peaaegu võrdsed.

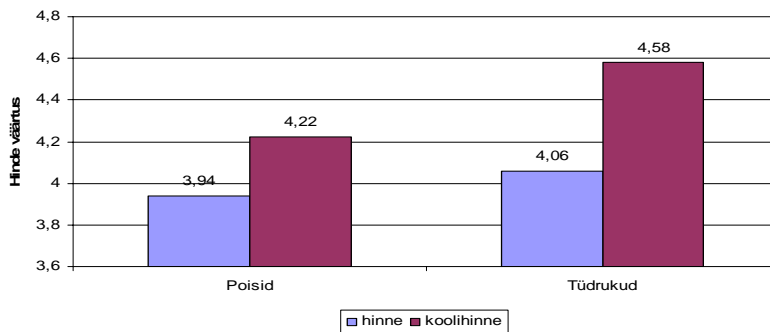
Poiste ja tüdrukute eksami- ja koolihinnete keskmised on esitatud joonisel 3. Analüüsist selgus, et kõige enam oli neid (70–89%), kelle eksamitöös kogutud punktisumma jäi vahemikku 53–67 punkti ja võimaldas saada hinne „4“. Eksamihinne oli „5“ 107 õpilasel, „2“ 14 ja „3“ 90 õpilasel (vt joonis 4). Eksaminandide (352) keskmine hinne oli „3,97“ ja kooli poolt eksamitööle märgitud hinne 4,3.

Teasemeeksamitöö sooritus, kvaliteet ja edukus õpilase soo järgi



Joonis 2. Poiste ja tüdrukute lõpuksamitöö sooritus, kvaliteet ja edukus.

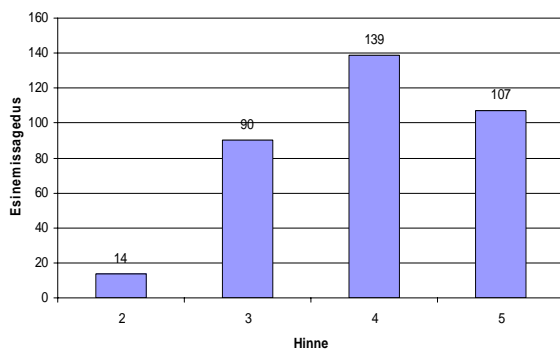
Eksami hinne ja koolihinne



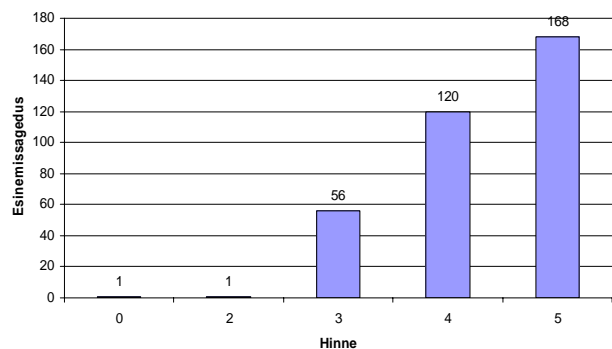
Joonis 4. Tasemeeksami ja koolihinde keskmised tulemused lähtuvalt õpilase soost.

Õpilaste aastahinded olid välja pandud järgmiselt: 168 õpilase hinne oli „5“, 120 õpilasel „4“, 56 õpilasel „3“ ja 1 õpilasel „2“. Ühel juhul hinnet välja polnud pandud või see ei kajastu statistikas. Tegemist võib olla ka lihtsustatud õppekava alusel õppinud põhikooli lõpetajaga. Kolme õpilase aastahinded antud statistikas ei kajastu. Seega on antud statistika valim selles osas vaid 346 õpilast. Eksamihinde ja koolihinde esinemissagedust kirjeldab joonis 5, eksami sooritanud õpilaste arvu ja keskmiste tulemuste jaotust kooli asukoha järgi kirjeldavad joonised 6 ja 7.

Eksamihinde esinemissagedus

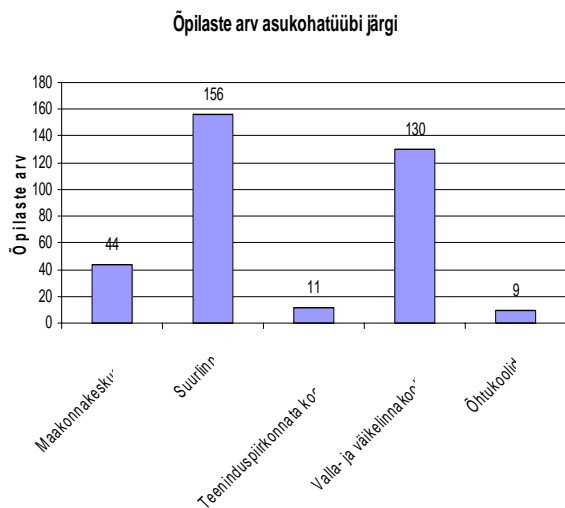


Koolihinde esinemissagedus

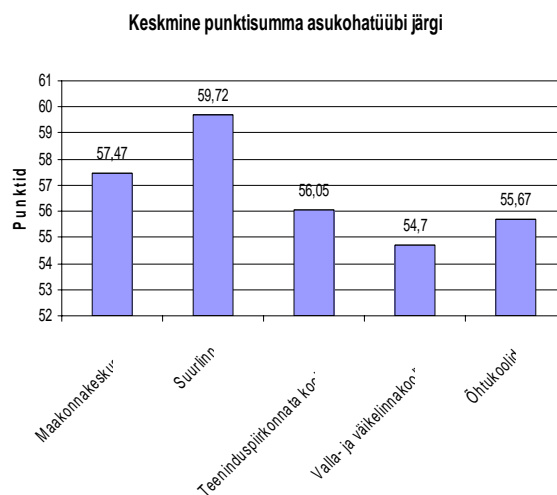


Joonis 5. a) Eksamihinde esinemissagedus;

b) koolihinde esinemissagedus.

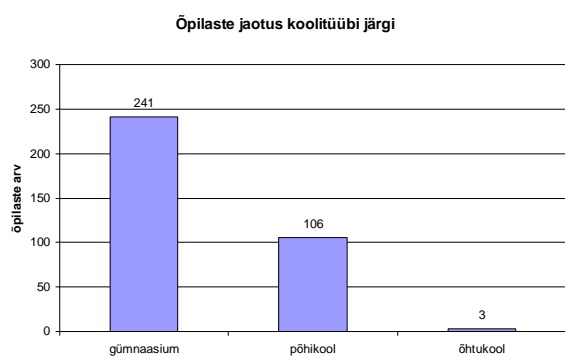


Joon 6. Õpilaste arv kooli asukoha järgi.

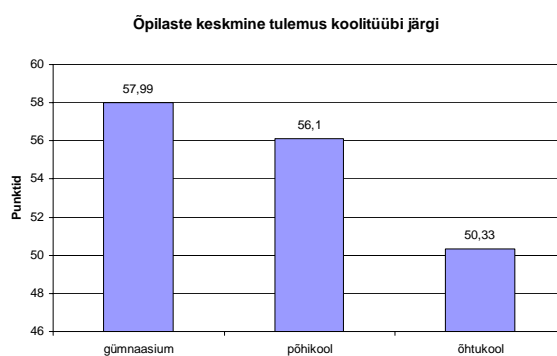


Joon 7. Keskmine tulemus kooli asukoha järgi.

Eksaminandide arvu ja keskmiste tulemuste jaotust kooli tüübi järgi kirjeldavad joonised 8 ja 9.

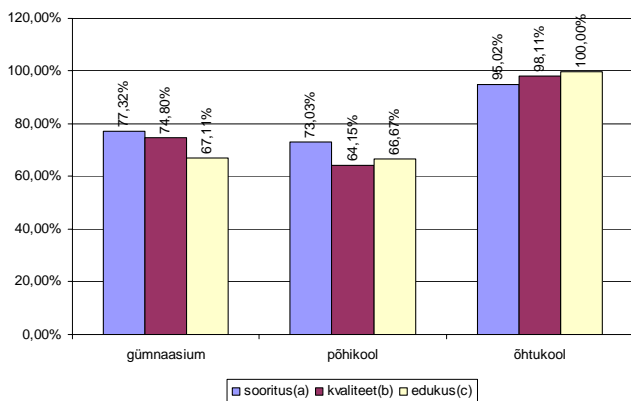


Joonis 8. Õpilaste jaotus koolitüübi järgi.



Joonis 9. Keskmine tulemus koolitüübi järgi.

Kõige rohkem oli füüsikaeksami sooritajate hulgas suurlinnade gümnaasiumide ja põhikoolide lõpetajad. 130 õpilast olid valla- ja väikelinna koolidest ja 44 õpilast maakonnakeskustest. 11 olid teeninduspiirkonnata koolidest (riigikoolid jmt). Gümnaasiumide õpilasi oli 241, nende keskmine tulemus 57,99 punkti. Põhikoolide õpilasi oli 106, nende keskmine tulemus 56,1 punkti. Õhtukoolide lõpetajaid oli 3 ja nende keskmine tulemus 50,3 punkti (vt jn 8 ja 9).



Joonis 10. Eksami sooritus, kvaliteet ja edukus.

Joonis 10 kirjeldab füüsika lõpueksami sooritajate sooritust, kvaliteeti ja edukust koolitüüpide kaupa. Sooritus on keskmine tulemus protsentides. Kvaliteet näitab, kui suur protsent õpilasi tegi töö hinnetele 4 ja 5. Edukus näitab, kui suur protsent õpilasi tegid töö hinnetele 3, 4 ja 5. Selle joonise järgi on parimad tulemused õhtukoolide lõpetajatel, kuid siinkohal tuleb arvestada, et eksamitöö sooritajaid oli vaid kolm ning nende kolme töö keskmine tulemus oli üle 50%.

6. Ülesannete kvaliteedi analüüs

Ülesanne 1

Valikvastusega ülesanne. Etteantud loetelust (10) oli tarvis leida 3 mõõteriista (kangkaalud, mõõtejoonlaud, voltmeeter).

Maksimaalne punktisumma oli 3 ja minimaalne 0 punkti. Juhul kui kaldriste oli rohkem kui 3, siis loeti kogu vastus valeks.

Poiste keskmine tulemus oli 2,91 ja tüdrukutel 2,99 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,929 punkti ja antud ülesande lahendatavus 73,23%. Ekstsess oli 9,305. Tabel 5 annab ülevaate ülesande eest saadud punktide esinemissagedusest.

Tabel 5. Ülesande 1 punktide esinemissagedused.

Punktid	Sagedus	Protsent
0	0	0
1	0	0
2	25	7,1
3	327	92,9
Kokku	325	100

Kuna lahendatavus oli 73,23% ja ekstsess positiivne, siis võib öelda et põhikooli lõpus oskavad õpilased äratundmistasandil eristada mõõteriistu füüsikalistest nähtustest ja teistest kehast.

Kõige enamesinenud vale vastus oli *vedelikusammas*. Selle põhjuseks võib olla vedelikmanomeetris kasutatava vedelikusamba kõrguse muutumise kasutamine rõhkude mõõtmisel.

Ülesanne 2

Valikvastusega ülesanne. Etteantud loetelust (10) oli tarvis leida 3 füüsikalist nähtust (sulamine, kehade ujumine, valguse kiirgumine). Maksimaalne punktisumma oli 3 ja minimaalne 0 punkti. Kui kaldriste oli rohkem kui 3, siis loeti kogu vastus valeks.

Poiste keskmine tulemus oli 2,92 ja tüdrukutel 2,94 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,93 punkti ja antud ülesande lahendatavus 73%. Ekstsess oli 8,68. Tabel 6 annab ülevaate, milline on antud ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.

Tabel 6. Ülesande 2 punktide esinemissagedused.

Punktid	Sagedus	Protsent
0	0	0
1	0	0
2	27	7,7
3	325	92,3
Kokku	352	100

Antud ülesande lahendamise põhjal võib öelda, et põhikooli lõpuks oskavad õpilased äratundmistasandil eristada füüsilisi nähtusi füüsilistest kehadest, objektidest, mõistetest ja mõõteriistadest.

Enamesinenud valed vastused olid *kiirus* ja *tihedus*.

Ülesanne 3

Valikvastusega ülesanne. Etteantud loetelu hulgast (10-st) oli tarvis leida 3 füüsilist suurust (rõhk, soojushulk, kiirus). Maksimaalne punktisumma oli 3 ja minimaalne 0 punkti. Kui kaldriste oli rohkem kui 3, siis loeti kogu vastus valeks.

Poiste keskmine tulemus oli 2,93 ja tüdrukutel 2,91 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,93 punkti ja antud ülesande lahendatavus 73,25%. Ekstsess oli 8,75. Tabel 7 sisaldab punktide esinemissagedust ülesandes 3.

Tabel 7. Ülesande 3 punktide esinemissagedused.

Punktid	Sagedus	Protsent
0	0	0
1	0	0
2	26	7,4
3	326	92,6
Kokku	352	100

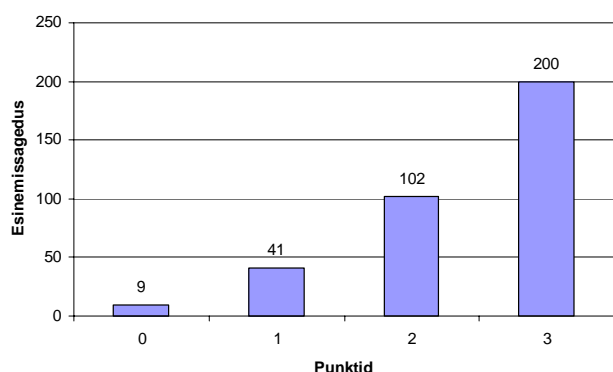
Tulemuste põhjal võib öelda, et õpilased oskavad äratundmistasandil loeteluhulgast ära tunda füüsilisi suurusi. Valedest vastustest väärub esile tõstmist *fookus*.

Ülesanne 4

Avatud vastusega ülesanne reprodutseerimistasandilt, milles oli 3 lünka. Tööülesanne oli mõõtühikute teisendamine. Maksimaalne punktisumma oli 3 punkti ja minimaalne 0 punkti.

Poistel oli keskmine tulemus 2,39 ja tüdrukutel 2,46 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,40 punkti ja antud ülesande lahendatavus 60,0%. Ekstsess oli 0,56. Joonisel 11 on kujutatud, milline on antud ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.

Ülesanne 4



Joonis 11. Ülesande 4 punktide esinemissagedused.

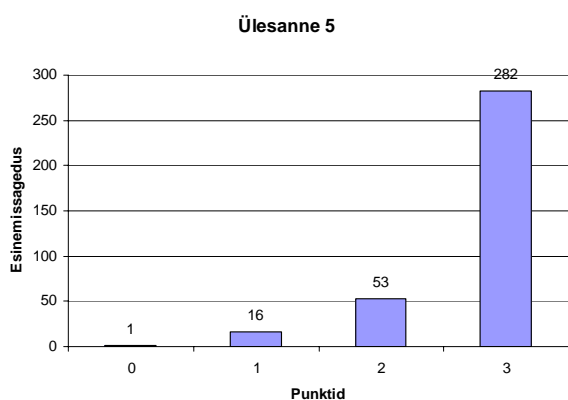
Enim valmistas probleeme milligrammide teisendamine grammideks ja ruutmeetrite teisendamine ruutsentimeetriteks. Üldiselt saadi hästi hakkama džaulide teisendamisega kilodžaulideks. Hea ülesanne, sest andis piisavalt hea ülevaate õpilaste oskusest teisendada füüsiliste suuruste ühikuid põhiühikuteks ja vastupidi.

Ülesanne 5

Avatud vastusega ülesanne reprodutseerimistasandilt, milles oli 3 lünka. Tööülesanne oli: seada vastavusse füüsilised suurused ja nende ühikud. Maksimaalne punktisumma oli 3 punkti ja minimaalne 0 punkti.

Poistel oli keskmine tulemus 2,72 ja tüdrukutel 2,82 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,75 punkti ja antud ülesande lahendatavus 68,75%. Ekstsess oli 4,24. Joonisel 12 on kujutatud, milline on antud ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.

Optilise tugevuse ühikut teatakse, samas tekitab segadust njuuton jõu ühikuna. Voolutugevuse mõõtühikuks oli üksikutel kordadel märgitud „I“. Seega ajavad õpilased segamini füüsilise suuruse tähistuse ja mõõtühiku tähistuse. Enamik õpilastest tuli etteantud lahtrite järgi ülesande lahendamise tublisti toime.



Joonis 12. Ülesande 5 punktide esinemissagedused.

Kuna njuuton on raskusjõu, hõõrdejõu jne mõõtühikuks, siis peaks olema kinnistunud *jõud* kui soomõiste ja õpilastelt oodati teadmist, et füüsikaline suurus on jõud, mille ühikuks on njuuton. Oli õpetajaid, kes olid lugenud õigeks ka vastuse raskusjõud, mis on liiga piiratud vastus. Seega oli selline vastus hindamisjuhendit arvestades tegelikult vale vastus.

Ülesanne 6

Valikvastustega ülesanne. Etteantud loetelust (4) oli tarvis leida 1 number, mis näitab, mitu elektroni on aatomituumas. Maksimaalne punktisumma oli 1 ja minimaalne 0 punkti. Kui valikuid oli märgitud rohkem, loeti kogu vastus valeks.

Poiste keskmine tulemus oli 0,88 ja tüdrukutel 0,87 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 0,88 punkti ja antud ülesande lahendatavus 88,0%. Ekstsess oli 3,34. See ülesande eest said 44 õpilast 0 punkti ja 308 õpilast said 1 punkti.

Ülesanne oli vigane, sest alumiiniumi aatomi tuumas on 13 prootonit, aga mitte 14 prootonit, nagu väideti ülesandes. Seega oleks see ülesanne tulnud lugeda kõigil, kes kas risti tegid või ei teinud 1 punkti vääriliseks. Õpilane lähtus vastuses reeglina sellest, et tuli leida õige number, mis tähistab alumiiniumi aatomite arvu tuumas. Kuigi ta võis mõista, et see pole õige, otsustas ta valida antud numbriga, mis esines ülesande tekstis.

Vaid ühes koolis oli (ilmselt õpetaja poolt) ülesande tekstis numbrite 13 ja 14 kohad ära vahetatud. Seega ei saa selle ülesande lahendamise põhjal midagi öelda õpilaste õpitulemuste saavutatuse kohta aatomifüüsika teema omandamisel.

Ülesanne 7

Avatud vastusega reprodutseerimistasandi ülesanne universumiõpetusest, milles oli 2 lünka. Tööülesanne oli: kirjutada lünkadesse, milliseid kehi peale planeetide ja nende kaaslaste loetakse veel Päikesesüsteemi kehadeks. Maksimalne punktisumma oli 2 ja minimaalne 0 punkti.

Poiste keskmine tulemus oli 1,32 ja tüdrukutel 1,23. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 1,29 punkti ja antud ülesande lahendatavus 48,38%. Ekstsess oli -0,59. Tabelis 8 on esitatud ülesande eest saadud punktide esinemissagedused.

Tabel 8. Ülesande 7 punktide esinemissagedused.

Punktid	Sagedus
0	27
1	194
2	131
Kokku	352

Vastuses pidi Päikesesüsteemi kehade kindlasti olema nimetatud Päikest. Kui *Päike* vastuses puudus, ei lubanud hindamisjuhend 2 punkti anda. Ülesanne tekitas segadust. Ilmselt on Päike nii loomulik meie Päikesesüsteemi keha, et teda ei ole vaja eraldi välja tuua. Väga paljud ei olnudki seda teinud. Pigem vastasid nad: *asteroidid ja komeetid, kosmiline tolm, satelliidid* jne. Esines ka õpilasi, kes ilmselt ei saanud ülesandest aru või ei lugenud ülesande teksti korralikult läbi ning kirjutasid vastuseks näiteks Merkuur ja Kuu.

See ülesanne polnud õnnestunud ega täitnud oma eesmärki. Selle alusel ei saa õpilaste astronoomiateadmisi hinnata.

Ülesanne 8

See ülesanne on mehaanikakursusest. Ülesanne, mis koosneb kahest osast (A ja B), on nagu seostamata redelülesanne. Ülesande A-osa on avatud vastusega reprodutseerimistasandi ülesanne, milles õpilane pidi kirjutama tiheduse arvutusvalemi (1 punkt). Ülesande B-osa on valikvastustega äratundmistasandi ülesanne, kus etteantud loetelust (5) oli tarvis leida 2 õiget lauset ainetiheduse selgitamiseks. Ülesannet võib vaadelda ja analüüsida kaheosalisena.

A) Poistel oli kogu ülesande keskmine tulemus 2,85 ja tüdrukutel 2,76 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 2,83 punkti ja ülesande lahendatavus 70,6%. Ekstsess oli 5,77. Tabelis 9 on esitatud punktide esinemissagedused ülesande alaküsimuste kaupa ja kogu ülesande kohta

Tabel 9. Ülesande 8 punktide esinemissagedused

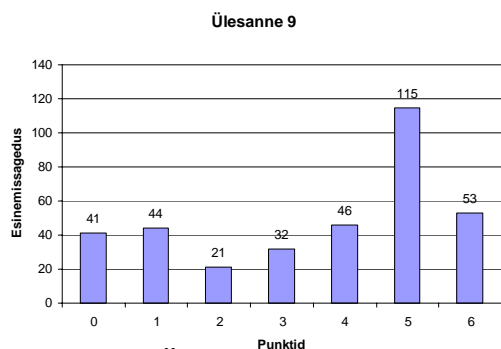
Punktid	Sagedus		
	8 a	8 b	8
0	28	1	0
1	323	35	9
2		316	45
3			280

Selle ülesande lahendamiseks said õpilased hästi hakkama. Tiheduse arvutusvalemit teatakse. Kes ei teadnud, see jättis vastuse koha lihtsalt tühjaks. Ühel korral oli kirjutatud rõhu arvutusvalem ja ühel korral oli kirjutatud tihedus ruumala ja massi korrutisena.

Ülesanne 9

Rakendustasandi ülesanne soojusõpetusest. Seostatud redelülesanne. Ülesanne on tugevalt seotud matemaatikaga: arvutamine, osa leidmine tervikust. Maksimaalne punktide arv oli 6, minimaalne 0.

Keskmine tulemus oli poistel 3,5 ja tüdrukutel 3,76 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 3,56 punkti ja ülesande lahendatavus 44,50%. Ekstsess oli -1,10. Joonisel 13 on kujutatud, milline on antud ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.



Joonis 13. Ülesande 9 punktide esinemissagedused.

Ülesandes oli vaja andmed välja kirjutada ja otsitav formuleerida, mida paljud kahjuks ei teinud. Ülesandes tuli leida kolm soojushulka ning mõista, et antud soojushulk moodustab $\frac{2}{3}$ kogu tarvilikust soojushulgast, seega kogu soojushulk peab olema 1,5 korda suurem.

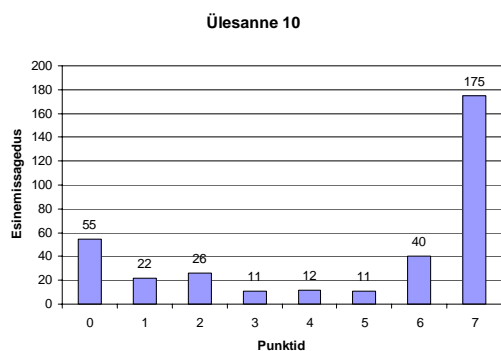
Ülesande lahenduste analüüsimisel selgus: 1) õpilased ei kirjuta välja andmeid ja ei saa aru, mis on alg- ja mis lõpptemperatuur; 2) õpilased ei mõista tegelikku protsessi, vaid lähtuvad lahendatud tüüpülesannetest (kolm soojushulka); 3) osa leidmine tervikust on põhikoolilõpetajale väga keeruline; 4) õpilased teevad elementaarseid arvutusvigu; 5) ülesande lahendamise korrektsus jätab soovida. Üheski töös ei olnud vahearvutustes leitud soojushulki kohe, arvestades soojuskadusid.

Hea ülesanne soojusõpetuse kohta, võimaldab saada piisava ülevaate, millised on õpilaste rakendustasandi teadmised antud valdkonnas. Hindeks võib panna „3“. Ülesanne sobis ka funktsionaalse lugemisoskuse kontrollimiseks.

Ülesanne 10

Rakendustasandi ülesanne soojusõpetusest. Seostatud redelülesanne. Ülesanne on tugevalt seotud matemaatikaga: arvutamine. Maksimaalne punktisumma oli 7 ja minimaalne 0 punkti.

Poiste keskmine tulemus oli 4,75 ja tüdrukutel 4,74 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 4,75 punkti ja ülesande lahendatavus 50,89%. Ekstsess oli -1,19. Joonisel 14 on kujutatud, milline oli ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.



Joonis 14. Ülesande 10 punktide esinemissagedused.

Ülesanne oli funktsionaalse lugemisoscuse väljaselgitamiseks. Hea ülesanne soojusõpetuse kohta, võimaldab saada piisava ülevaate, millised on õpilaste rakendustasandi teadmised antud valdkonnas. Hindeks võib panna „4“.

Ülesandes oli vaja andmed välja kirjutada ja otsitav formuleerida, mida paljud kahjuks ei teinud. Ülesandes tuli mõista, et soojushulgad on võrdsed. Segadust tekitas temperatuuride muudu leidmine. Samas formuleeriti ikkagi õige järeldus, et keha oli hõbedast, kuigi arvutustes oli viga. Ülesande lahendamise kõige tüüpilisemad vead olid elementaarsed arvutusvead.

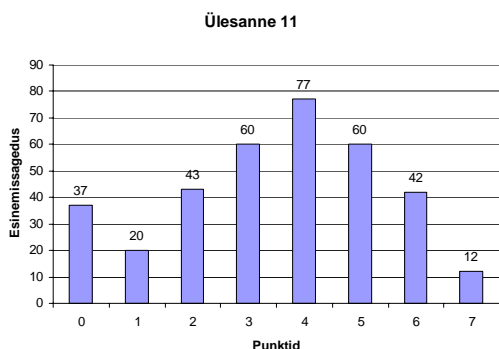
Ülesande lahenduste analüüsimisel selgus järgmist: 1) õpilased ei kirjuta välja andmeid ja seega ei saa aru, mis on alg- ja mis lõpptemperatuur; 2) õpilased teevad elementaarseid arvutusvigu.

Ülesanne sobis ka funktsionaalse lugemisoscuse kontrollimiseks. Hea ülesanne soojusõpetuse kohta, võimaldab saada piisava ülevaate, millised on õpilaste rakendustasandi teadmised antud valdkonnas. Hindeks võib panna „3“.

Ülesanne 11

Rakendustasandi ülesanne mehaanikast. Seostatud graafiline redelülesanne. Ülesanne on seotud matemaatikaga: protsendi leidmine. Maksimaalne punktisumma oli 7 ja minimaalne 0 punkti.

Keskmine tulemus oli poistel 3,43 ja tüdrukutel 3,71 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 3,50 punkti ja ülesande lahendatavus 37,50%. Ekstsess oli -0,71. Joonisel 15 on kujutatud, milline oli ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.



Joonis 15. Ülesande 11 punktide esinemissagedused.

Ülesanne osutus keeruliseks, mida näitab ka negatiivne ekstsessi väärtus. Maksimumpunkte selle ülesande eest kogusid vähesed õpilased (12).

Ülesande lahendamise arvutusliku osaga saadi üldiselt hästi hakkama, kuid järelduse formuleerimisel selle kohta, mida dünamomeeter näitab, vastasid paljud: *Dünamomeetri näit on 12 N*. Vastus pidi aga olema: *dünamomeeter näitab sama näitu, mis on hõõrdejõu arvuline väärtus, ehk sel juhul mõõdamegi dünamomeetriga hõõrdejõudu*. Antud ülesande kõige keerulisem osa oli joonise täiendamine. Reeglina märkisid õpilased hõõrdejõu ja raskusjõu, kuid ei märkinud elastsusjõudu ja veojõudu.

Ülesandes tekitas segadust väike märge, et kiirenduse vektor on võrdne nulliga ja kiirusvektor on konstantne. Need tähised ei ole vastavuses põhikooli õppekavaga, mistõttu ei saa ülesande graafilist poolt lugeda hästi õnnestunuks. Kuigi tekstis oli ka märgitud, et klotsi veetakse ühtlase kiirusega, oleks võinud anda vabalt valida, kuhupoole õpilane „oma“ klotsi liikuma paneb. Üksikutes töodes oli elastsusjõu asemele kirjutatud toereaktsioon ja kasutatud tähistust N, mis näitab, et õpilased on

võimelised omandama palju enam, kui ainekavas on ette nähtud. Kuigi põhikooli 8. klassi õpikus on $g=10 \text{ N/kg}$, kasutatakse ülesannete lahendamisel tema täpset väärtust 9,81, mida õpilased ka antud ülesande lahendamisel kasutasid.

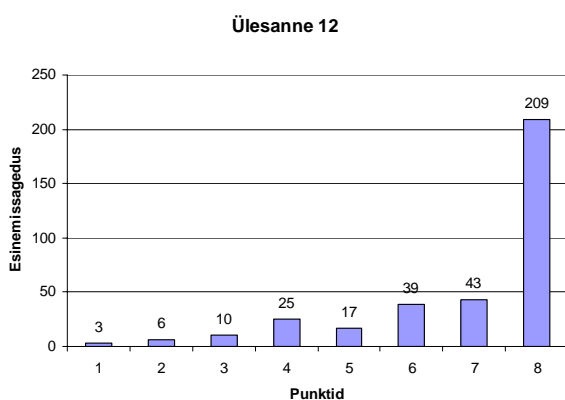
Ülesande lahendamiseks ja vastuse formuleerimiseks oli eksamitöös pisut liiga vähe ruumi.

Ülesanne 12

Rakendustasandi ülesanne mehaanikast. Seostamata graafiline redelülesanne. Ülesanne on seotud matemaatikaga: graafiku lugemine ja arvutamine. Maksimaalne punktisumma oli 8 ja minimaalne 0 punkti.

Keskmine tulemus oli poistel 6,88 ja tüdrukutel 7,01 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 6,91 punkti ja ülesande lahendatavus 64,78%. Ekstsess oli 1,66.

Joonisel 16 on kujutatud, milline oli ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.



Joonis 16. Ülesande 12 punktide esinemissagedused.

Ülesanne oli jaotatud 3 alaküsimuseks ja 1 alaküsimus omakorda 2 osaküsimuseks. Punktid jagunesid nii: 12.1 a) – 3 punkti., b) 2 punkti; 12.2 –1 punkt ja 12.3 – 2 punkti. Ülesandega kontrolliti õpilaste teadmisi ja nende rakendamisoskusi keha liikumise kiiruse arvutamisel, keskmise kiiruse leidmisel, graafikult andmete otsimisel ja nende tõlkimisel füüsikaliste suuruste keelde.

Ülesande lahendamisel tuli lugeda graafikult vastavad andmed, need välja kirjutada ja formuleerida otsitav, kirjutada välja arvutusvalem ja arvutada ning formuleerida vastus.

Vigu tehti üldjuhul graafiku lugemises, kuid vigu tuli ka sellest, et andmeid ja ka arvutusvalemit ei kirjutatud välja, vaid arvutati peast. Paljudel juhtudel vahetati selliselt toimides ära lugeja ja nimetaja asukoht ning saadi vale tulemus.

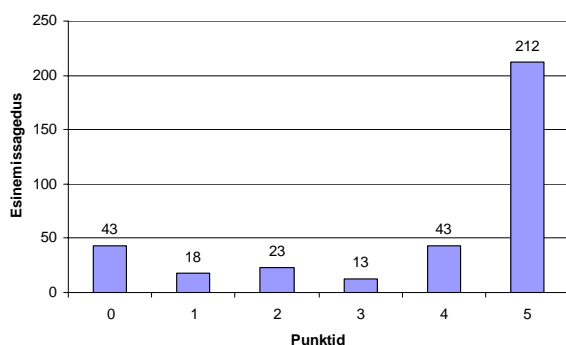
Hea kompleksülesanne, võimaldab saada piisava ülevaate õpilaste mitmekülgsedest teadmistest ja oskustest (graafiku lugemise oskus jne).

Ülesanne 13

Rakendustasandi ülesanne mehaanikast. Seostamata redelülesanne. Ülesanne on matemaatikaga seotud: ümardamine. Maksimaalne punktisumma oli 5 ja minimaalne 0 punkti.

Keskmine tulemus oli poistel 3,75 ja tüdrukutel 3,98 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 3,81 punkti ja ülesande lahendatavus 57,15%. Ekstsess oli 0,24. Joonisel 17 on kujutatud, milline on ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.

Ülesanne 13



Joonis 17. Ülesande 13 punktide esinemissagedused.

Ülesande eesmärk oli kontrollida funktsionaalset lugemisoskust. Sellega tuli ülesanne piisavalt hästi toime. Lahendusi oli erinevaid ja enamus viisid õige järelduseni. Paraku jõudsid õige järelduseni tihti ka need, kes ühtegi arvutust ei teinud, kuid selle eest ei saanud õigeks lugeda kogu vastust, kuigi paljud õpetajad ei olnud andnud ka punkti selle eest, mida oleks võinud ikkagi teha.

Paljud õpilased oli lähendanud antud ülesannet kahe aja, teepikkuste ja kiiruste kaudu ning lahenduskäik oli loogiline. Kuid arvutustes ümardati kümnendikeni, mistõttu aegade liitmisel saadi täpselt 1 tund ja seetõttu jõuti valele järeldusele. Siin oleks tulnud: kas jätta vastus hariliku murruna (mida tavaliselt füüsika ülesannete lahendamisel ei tehta) või jätta vastus sajandike täpsusega.

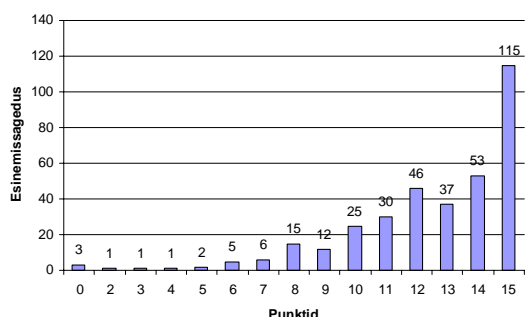
Üldiselt tegemist oli hea ülesandega ja võib öelda, et ülesanne täitis ka oma otsese eesmärgi ning ka varjatud eesmärgi – mehaanika teadmiste ja oskuste rakendamise eluliste probleemide lahendamisel.

Ülesanne 14

Rakendustasandi ülesanne elektriõpetuse mõistete ja oskuste kontrollimiseks. Ülesandes on elemente nii seotud kui ka seostamata redelülesannetest. Ülesanne on graafiline, sisaldab 3 joonist. Maksimaalne punktisumma on 15 ja minimaalne 0 punkti.

Maksimumtulemus oli poistel 12,56 ja tüdrukutel 12,20 punkti. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 12,48 punkti ja ülesande lahendatavus 62,40%. Ekstsess oli 3,11. Joonisel 18 on kujutatud, milline on ülesandest saadud punktide esinemissagedus.

Ülesanne 14



Joonis 18. Ülesande 14 punktide esinemissagedused.

Esmalt oli vaja joonestada vooluringi elektriskeem. Ilmnes, et õpilased ei tea sõnade joonistama ja joonestama erinevust. Reeglina ei kasutatud joonlauda ja joonis tehti pastapliiatsiga (mitte hariliku pliiatsiga). Skeem tuli joonestada vastavalt kõrval olevale joonisele (pildile). Kõikide elementide ja õigete ühenduste korral oli võimalik saada maksimaalselt 6 punkti. Paljudele oli aga antud 6 punkti

vaatamata sellele, et kõik elemendid ei vastanud kokkuleppelistele tingmärkidele (liugreostaat, vooluallikas). Ülesande alaülesannetega, s.o voltmeetri ja ampermeetri näitude lugemisega, millele eelnes vähima jaotise väärtuse kindlaks määramine, tuli enamik õpilasi hästi toime. Ohmi seadust teatakse ja osatakse ka rakendada. Samas ei tunne paljud Joule-Lenz'i seadust.

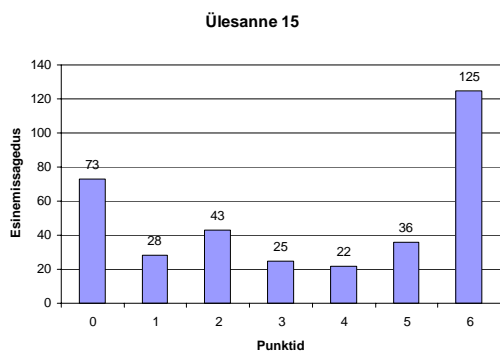
Ilmnes huvitav tendents, et paljud neist, kes ei lahendanud ülesandeid 9 ja 10, isegi ei üritanud siin seda alaülesannet lahendada. Ilmselt tekitas probleeme sõna *soojushulk*.

Ülesanne oli väga hea erinevate oskuste ja teadmiste rakendamise kontrollimiseks.

Ülesanne 15

Rakendustasandi seotud graafiline ülesanne valgusõpetuse kohta. Andmete ja vastuste eest oli võimalik saada kuni 2 ja kujutise konstrueerimisjoonise eest 4 punkti. Maksimaalne punktisumma oli 6 ja minimaalne 0 punkti.

Maksimumpunkte oli poistel 3,29 ja tüdrukutel 3,86. Kõigi sooritajate keskmine tulemus oli 3,42 punkti ja ülesande lahendatavus 42,57%. Ekstsess oli -1,57. Joonisel 19 on kujutatud, milline on ülesande eest saadud punktide esinemissagedus.



Joonis 19. Ülesande 15 punktide esinemissagedused.

Selle ülesande madal lahendatavuse protsent on seotud sellega, et joonis, mis tuli õpilasel vastavalt arvutustest saadud andmetele konstrueerida, oli kas ebakorrektnene, ei lähtunud andmetest või puudus üldse. Seega osutus kõige probleemsemaks ülesande lahenduse ühe etapi graafiline kujutamine. Kõige enamesinenud probleemid olid: kiirte käigu kujutamine – ei piisa lihtsalt joonest, vaid oluline on joonisel kiire suund, kus on ese ja kus kujutis, tingmärgid, mida kasutatakse kujutise konstrueerimisel (kumer lääts), mõõtühikute valik ja joonise paigutuse valik (hinda mõõtkava).

Hea ülesanne optikast, mis tõi esile nii positiivse kui ka negatiivse valgusõpetuse tulemustes: positiivne – hästi on omandatud mõisted, negatiivne – teadmiste rakendamine on puudulik. Aga siin võib olla põhjus ka selles, et õpilased on õpitu unustanud, sest valgusõpetust õpiti 8. klassi alguses – seega on möödas peaaegu 2 aastat.

7. Ettepanekud 2007. aasta eksamitöö koostamiseks

Eksamitöö struktuur on hea ja eksamitöö on loogiliselt ülesehitatud. 2007. aasta eksamitöö koostamisel võiks kaaluda rakendustasandi ülesannete paigutamist kasvava punktisumma järjestuses (mis loomulikult ei tähenda, et ülesannete raskusaste kasvaks lineaarselt ülesannete eest saadavate maksimaalsete punktidega).

Ülesannete hindamise ja analüüsi parendamiseks on soovitatav paigutada võimaluse korral redelülesannete erinevate etappide kõrvale lahtrid, mis võimaldaksid põhjalikumalt analüüsida ja välja selgitada, millele õpilane vastas õigesti ja millele jättis vastamata. Samas loob see võimalused, läbi viia ülesannete lahendamise sisulist uuringut vastavalt ülesande lahendamise etappidele (vastas õigesti, ei vastanud üldse, vastas valesti) ning peaks kindlustama kogu eksamitöö objektiivsema hindamise.

Et üldse midagi antud eksamitöö kohta võiks järeldada, tuleks töö hindamisel lähtuda ühetaolisuse ja objektiivsuse printsiibist. Seda aga praegune hindamissüsteem ei võimalda – õpetajad parandavad oma õpilaste töid, kuigi selleks on moodustatud komisjon. Oma õpilane on ikka oma õpilane!

Tööde hindamine ja analüüsimine peaks toimuma kas haridusosakondade juurde loodud ajutiste komisjonide poolt või REKK-s. See ei ole niivõrd oluline tavahindamise seisukohalt kui võrd uuringute aspektist. Praeguse skeemi kohaselt kujuneb üldstatistika õpetajate poolt antud punktide ja hinnete sisestamisel. Tulemused sisestatakse nii, nagu nad on REKK-i laekunud ümbrikutes. Sisestaja on kohutatud sisestama need numbrilised näitajad, mis kooli eksamikomisjon (loe *õpetaja*) on tööle märkinud. Kui tööle on märgitud punktid poolepunktilises formaadis, siis lõppstatistikas toimub paratamatult üleshindamine. See on aga põhimõtteliselt juba devalveerinud ka eksamihinnet tervikuna. Ka hinde apelleerimine toimub koolis. Sel juhul jääb REKK-ile praeguses olukorras ainult statistika tegemise ja eksamitööde analüüsimise vaev. Analüüs saab konstateerida vaid teatud tendentside ilmumist ning kõik ettepanekud saavad olla vaid soovituslikud.

Füüsika lõpueksam võiks olla tõstetud kalendris ettepoole. Praegu on ta viimane lõpueksam. Gümnaasiumi lõpetajatel on kõik juba ammu lõppenud, kui põhikool ikka veel eksameid sooritab.

Füüsika lõpueksam võiks olla samuti kodeeritud nagu riigieksam, sest nimel pole selle tööga hiljem mingit seost. Õpetaja ja koolikomisjon ju teavad õpilast niikuinii ja panevad hinde, REKK oma edasise analüüsi käigus nime ei vaja.

Ülesannete koostamisel võiks kasutada rohkem teatmematerjali, et välistada selliseid vigu, nagu näiteks käesoleva aasta ülesandes 6 (alumiiniumi aatomituuma prootonite arv).

Ülesannete teemade ring võiks olla laiem.

8. Ettepanekud ja soovitused õpetajale/õppijale

Õppeprotsessis tuleb tähelepanu pöörata järgmistele asjadele.

Ainedidaktika- ja metoodikaalased ettepanekud

1. Ülesannete lahendamise struktuur – teksti mõtestamine ja analüüsimine, andmete välja- kirjutamine, otsitava formuleerimine, lahendusplaani koostamine, ülesande lahendamine ja vastuse formuleerimine. Ülesanne sisaldagu igal võimalikul juhul selgitavat joonist!

2. Teisendamine: osaiühikutest kordühikuteks ja vastupidi ning antud ühikute teisendamine SI-süsteemi põhiühikuteks (minut sekunditeks jne).

3 Ajaühiku lühend on *s*, mitte *sek*.

4. Kõige probleemsemad on massi- ja pindalaühikud. Enam tuleks lahendada tekstülesandeid, mis nõuavad füüsikaliste suuruste ja valemite tõlkimist igapäevakeelde ja vastupidi.

5. Julgemalt tuleks innustada ja õpetada õpilasi iseseisvalt ülesandeid koostama ja lahendama. Looge võimalused ülesande vastuse analüüsimiseks ja põhjendamiseks, sest see võimaldab arendada ka funktsionaalset lugemisoskust. Ärge piirduge ainult õige arvulise väärtusega.

6. Kasutage olemasolevaid katsevahendeid looduses esinevate füüsikanähtuste ja -seaduspärasuste demonstreerimiseks. Mõõteriistade kasutamisel, tutvustamisel jmt puhul alustage alati skaalaga tutvumisest. Selgitage koos õpilastega antud skaala mõõtepiirkond ja väikseima jaotise väärtus.

7. NB! Joonised ja skeemid peavad olema konkreetsed ja sisaldama kokkulepituid tähistusi (elektrikursuses kasutatavad vooluringi tingmärgid).

8. Kordamisel on teadmise-oskuse kinnistamise ja vilumuse tekkimise juures suur tähtsus. See on nii vana tõde, et kipume seda juba unustama. Aga eksamitöös oli näha, et ülesanne 15 (kujutise konstrueerimine), mis 8. klassis pakub õpilastele naudingut, on 9. klassi lõpuks sootuks unustatud. Seetõttu on soovitatav pidevalt ka eelnenud teemades õpitut korrata. Selleks võib kasutada nii seotud kui ka seostamata redelülesandeid, mille koostamisega saavad õpetajad ise suurepäraselt hakkama (nt vooluring, milles on lamp ja reostaat). Miks mitte leida nii lambilt kui ka reostaadilt eraldunud soojushulka? Lamp aga olgu paigutatud selliselt, et tema teele jääb lääts jne. Rakendage oma ja laste fantaasiat.

Eksamitöö hindamisega seotud soovitused õpetajale

1. Lugege palun läbi hindamisjuhend. Selles on selgelt formuleeritud ja näidatud õige vastus.

2. Pidage meeles! Hindamisjuhendis on ette nähtud, et hindamise samm on 1 punkt, mitte 0,5 punkti.

3. Jälgige eksamitöö päise korrektset täitmist õpilase poolt, jälgige ka ennast selle täitjana.

4. Õpilase töö tuleb läbi töötada, kirjutada tööle kommentaarid ja märkused ning näidata kohad, kus õpilane eksis. Ainult 20% koolides oli õpetaja seda teinud. Igal juhul tuleb punkt anda seal, kus õpilane seda väärrib. Õpilase „upitamine“ või „uputamine“ ei ole lubatud!

5. Hindamisel kirjutage punkt selle tehte või etapi järele, mille õigeks ja punkti vääriliseks lugesite, ja seejärel kastikesse lõplik punktisumma terve ülesande eest.