

Tallinna Ülikool  
Informaatika Instituut

# Veebipõhiste teadmistestide süsteemide võrdlus

Seminaritöö

Autor: Peep Pirnpuu

Juhendaja: Mart Laanpere

Autor: ..... „2014

Juhendaja: ..... „2014

Instituudi direktor: ..... „2014

Tallinn 2014

## Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev seminaritöö on minu töö tulemus ja seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....  
(kuupäev)

.....  
(autor)

# Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Teadmiste testimine arvuti abil .....	6
1.1. Arvutipõhise testimise vaade ajalukku .....	6
1.2. Veebipõhine testimine e-õppes .....	7
1.3. Testi tüübid .....	8
1.4. Testi kvaliteedinäitajad .....	8
1.5. Standardiseeritud testid .....	9
1.5.1. Standardiseerimine eksamite näitel .....	9
1.6. Bloom'i taksonoomia .....	10
2. Tehnilised standardid .....	11
2.1. IMS QTI .....	11
2.1.1. IMS QTI spetsifikatsiooni areng .....	11
2.1.2. Versioon 1.2 .....	12
2.1.3. Versioon 2.1 .....	13
2.1.4. Testiküsimuste tüübid .....	15
2.2. IMS APIP .....	15
2.2.1. Testi tüübid .....	16
3. Olemasolevad veebirakendused teadmiste testimiseks .....	17
3.1. Õpikeskkonnad .....	17
3.1.1. IVA .....	17
3.1.2. Moodle .....	18
3.1.3. TATS ja PETS .....	18
3.1.4. Krihvel .....	20
3.2. Eksamisüsteemid .....	20
3.2.1. EIS .....	20
3.2.2. Digabi .....	21
3.3. Süsteemide vastavus standardile .....	22
3.4. Küsimusetüüpide seos standardiga .....	22
3.5. Analüüs .....	24
Kokkuvõte .....	25
Kasutatud kirjandus .....	26

## Sissejuhatus

Seminaritöö sissejuhatavas osas tutvustatakse teema olulisust ja aktuaalsust, antakse hinnang e-testide hetkeseisust Eestis ning sõnastatakse seminaritöö eesmärk ja uurimusküsimused.

Eesti haridusmaastik on liikumas digitaliseeritud ning üksikindiviidi vajadustele tugineva õppe suunas. Eesti elukestva õppe strateegia määratleb: “tagatakse põhikooli, gümnaasiumi ja kutseõppeasutuse õppekavas seatud eesmärkide ning õpitulemuste saavutamist toetava digitaalse õppevara olemasolu, mille hulka kuuluvad e-õpikud, e-töövihikud, avatud õppematerjalid, e-õpetajaraamatud ning veebipõhised hindamisvahendid” (*HTM, 2014, 14*).

Digitaalne õppevara tagab õppematerjali uudsuse ja ajakohasuse. Tänapäevases muutuv maailmas ei pruugi eilsed teadmised olla enam homsed suundumused. E-õppevaramust tulenevalt saab garanteerida, et õpetamisel lähtutakse vaid kõige uuematest teadussaavutustest, kuna nende publitseerimise protsess on võrreldes paberkanadjatega minimaliseeritud. Veebipõhised hindamisvahendid, kitsendatult: veebipõhised teadmistestid, on reeglina standardiseeritud ning tagavad seeläbi kõrgema efektiivsuse ja usaldusväärsuse.

Eestis on loodud mitmeid e-testimist soodustavaid õppeplatvorme ja süsteeme. Nendest uusimaks on riigieksameid läbiviiva SA Innove poolt arendamisel EIS ehk eksamite infosüsteem, mis kohandub ka kodumaisele spetsiifikale, võimaldades lisaks veebipõhiste teadmistestide loomisele ja rakendamisele administreerida ka paberteste ning näidata riigieksamitena sooritatud testide tulemusi ja hindelist analüüsi.

Käesoleva seminaritöö eesmärgiks on anda ülevaade veebipõhisest testimisest ning selle standarditest. Analüüsida Eestis ja lähiümbruses loodud veebipõhiseid teadmistestide süsteeme. Võrrelda nende võimalusi, kasutatavust ja vastavust standarditele.

Töö teema valis autor isiklikust huvist valdkonna vastu, uurimaks millised on teadmistestidele rakendatavad standardid ning nende vastavus eksisteerivate süsteemidega.

Seminaritöös otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

- Miks on oluline teste standardiseerida;
- Millised on veebipõhiste testidele rakendatavad tehnilised standardid;
- Milliseid võimalusi pakuvad olemasolevad süsteemid testide läbiviimiseks.

Seminaritöö esimeses peatükis antakse lühiülevaade teadmistestide ajaloost, testi mõistetest ning tüüpidest. Veebipõhiste testide rakendamisest e-õppes, standardiseeritud testidest, kvaliteedinäitajatest ning õpieesmärkidest Bloom'i taksonoomiale tuginedes.

Teises peatükis kirjeldatakse lähemalt veebipõhiste testide tehnilisi standardeid. Uurimise all on IMS QTI ning APIP spetsifikatsioonid. Antakse ülevaade nende võimalustest ning versioonide vahelistest iseärasustest.

Viimases peatükis tutvustatakse Eestis ning selle lähiümbruses loodud või laialdaselt kasutusel olnud süsteeme teadmiste testimiseks. Uuritakse nende võimalusi ja kasutatavust. Rakendusi võrreldakse standarditele vastavusele tuginevalt.

# 1. Teadmiste testimine arvuti abil

Test on vahend inimese omaduste: teadmiste, oskuste ja isiksusomaduste, mõõtmiseks. Ülesannete kogumit saab vaadelda testina, kui küsimused on nõuetekohaselt standardiseeritud (Mikk, 2002, 9). Arvutipõhiseid teste saab teostada nii veebipõhiselt kui arvutisse installeeritud tarkvara abil.

## 1.1. Arvutipõhise testimise vaade ajalukku

Arvutipõhine testimine (*Computer Assisted Assessment*) omandas märkimisväärse rolli juba 1990-ndatel aastatel, mil see võeti pedagoogide poolt kasutusse hariduses. Oma kõrge efektiivsuse tõttu levis see peagi ka ärilistesse organisatsioonidesse, võimaldades saada adekvaatseid testitulemusi. Võrgupõhised testid saavutasid oma kõrghoo hariduslikul maastikul 2000-ndate aastate alguses, olles juba laialdaselt levinud nii koolides kui ülikoolides. Tekkinud probleemiks oli aga erinevate tootjate loodud arvutiprogrammide ja nende abil koostatud testide omavaheline mitteühilduvus. Testid salvestati tihtipeale kas rakenduse-sisesesse andmebaasi või eraldi faili, mida ei olnud võimalik avada teiste tarkvaralahenduste abil. Selline lähenemine ei olnud aga tuleviku perspektiivis mõistlik, mistõttu hakati 20. sajandi lõpul testide standardiseerimiseks välja töötama QTI (*Question and Test Interoperability*) spetsifikatsiooni (Tomberg & Laanpere, 2009, 1).

Eestis saavutas arvutipõhine testimine populaarsuse käesoleva sajandi hakul seoses testimistarkvara APSTest arendamisega Eesti koolidele. APSTest oli Windows 95 ühilduv tarkvara, mis loodi Tartu Ülikooli Arvutiteaduste instituudis Tiigrihüppe toel tasuta kasutamiseks Eesti haridussüsteemis. APSTesti esimene versioon valmis 1998. aastal, võimaldades teste luua ning neid rakendada ühel eraldiseisval arvutil (st puudus võrgutugi ja keskne andmebaas). Testide tulemused tuli õpilaste arvutitest manuaalselt kokku koguda. Programmi teine versioon, APSTest2, valmis 2000. aasta lõpus Windows NT4 platvormile kohtvõrgulahendusena, võimaldades testivastused automaatselt õpetaja arvutis olevasse kesksesse andmebaasi koguda. Eesti õpetajad koostasid sadu teadmisteste APSTest2 baasil, aga need muutusid ligipääsmatuks

juba paari aasta pärast, kui koolid vahetasid Windows NT4 uuema Windows XP vastu. APSTest Windows XP peal ei töötanud, APSTesti abil loodud andmefaile ei suutnud avada ükski teine rakendus ja lahendusena kavas olnud veebipõhine APSTest3 jäigi teostamata (*APSProg, 2000*). Testimissüsteemid kaotasid Eesti koolides mõneks ajaks populaarsuse, ainsana täitis nende rolli 2003 - 2012 aastatel õpetajatele käepärane HotPotatoes. 2000. aastate alguses alustati ambitsioonika õpiahaldussüsteemi IVA arendust, milles sisaldus ka täisfunktsionaalne veebipõhiste testide moodul.

## 1.2. Veebipõhine testimine e-õppes

Veebipõhised testid on internetis või arvutis loodud testid, mida on võimalik lahendada veebikeskkondades veebilehitseja vahendusel. Teste ja küsimusi talletatakse üldjuhul selleks ettenähtud repositooriumites. See tagab küsimustele pika eluea ning efektiivsuse testide koostamisel. Testi sooritamise järel on vastajal võimalik saada kohest tagasisidet oma tulemuste kohta ja näha õigeid vastusevariante, kui testi korraldaja seda soovib.

Test on tänapäeval üks laialdasemalt levinumaid hindamisvahendeid e-õppes. Testid aitavad kinnistada ja kontrollida õppuri faktilisi teadmisi. Teadmiste kontrollimine testi abil annab õppijale vahetut tagasisidet ja võib motiveerida õppijat süvendama oma teadmisi antud valdkonnas.

Rahvusvaheliste õpитеhnoloogia standardite (IEEE LOM, *Learning Object Metadata*) põhjal e-õppevara mõistetele tuginedes on test üks õpiobjekti tüüpidest. Test võib olla IMS QTI standardile vastav kogum testiküsimusi, mida saab eksportida ühest süsteemist teise (*Laanpere, 2014, 5*). IMS QTI on tunnustatud ka Eesti haridussüsteemi poolt. Kvaliteetse õpiobjekti loomise juhendis soovitab Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus kasutada IMS QTI spetsifikatsiooni, kui üht kõige levinumat ja toetatumat formaati testide ja testiküsimuste loomiseks selliselt, et need oleksid ühilduvad andmepankade ja repositooriumite vahel ning kasutatavad erinevates testimissüsteemides (*EITSA, 2012, 36*).

### 1.3. Testi tüübid

Pedagoogilisest psühholoogiast lähtudes võime eristada kolme liiki teste: ainetestid, võimekustestid ja isiksustestid. Ainetestid hindavad koolis varasemalt omandatud teadmisi ja oskusi erinevates õppeainetes ja keeltes. Aineteste saab koostada terviklikult kogu läbitud aine kohta või üksikute teemade põhjal. Võimekustestid mõõdavad võimete arengutaset, nagu näiteks isiku verbaalseid oskusi ja kujutlusvõimet (*Mikk, 2002, 10*).

Veebipõhiseid teadmisteste saab määratleda tulemus- ja enesetestideks. Esimese puhul näeb õpetaja testitulemusi ja testi sooritajale õigeid vastuseid ei kuvata. Enesetestide tulemusi üldjuhul õpetajale ei edastata ja õppijale antakse põhjalikku tagasisidet tema vastuste kohta. Lisaks võime teste liigitada nende hindamismetoodika alusel: summaarne, kujundav ja diagnostiline hindamine. Summaarne ja kujundav hindamine kvalifitseeruvad tulemustestide alla. Kui summaarne hindamine väljendub testi läbimisel saadud punktide kaudu, siis kujundav hindamine on suunatud pigem õpiprotsessi, kui mingite kindlate tulemuste saavutamiseks. Õpiprotsessist lähtuvalt saab edasisi eesmärke püstitada või suunata. Diagnostiline hindamine, mida vaadeldakse üldjuhul enesetestina, aitab välja selgitada materjali omandatust ja analüüsida kitsaskohti (*NIU, kuupäev puudub*). Keerukamad testisüsteemid võimaldavad koostada ka adaptiivseid ehk kohalduvaid teste, mille puhul iga järgmise testiküsimuse valik/raskusaste sõltub sooritaja poolt eelnevalt antud vastustest.

### 1.4. Testi kvaliteedinäitajad

Testi kvaliteeti saab hinnata valiidsuse (*validity*) ja usaldusväärsuse (*reliability*) kaudu. Valiidsus ehk kehtivus peegeldab testi seost tegelike mõõdetavate omadustega. Valiidsust saab mõõta mitmeti: sisuliselt, võrdlevalt, ennustavalt ning faktoritest tingituna. Usaldusväärsus ehk reliaabsus näitab, kui täpselt mõõdab test seda, mille mõõtmiseks ta on loodud, teadmata mida tegelikult mõõdetakse. Usaldusväärsus väljendub mõõtmistulemuste stabiilsuses. Mida stabiilsemad on testi tulemused, seda usaldusväärsem on ka test (*Holm, 2006, 12-14*).



## 1.5. Standardiseeritud testid

Standardiseeritud teste kasutatakse nende kõrge reliaabluse, valiidsuse ja efektiivsuse tõttu. Samu teste ning eelkõige testides sisalduvaid küsimusi saab korduvalt taaskasutada. See säästab aega nii testi läbivijatele kui tagab kvaliteetsemad testitulemused ja kaalutletumad hindamiskriteeriumid. Nendele tuginedes saab testitulemustest teha adekvaatseid järeldusi suhteliselt laia testitavate ringkonna piires. Standardiseeritud testid varieeruvad oma sisult minimaalselt. Testitav valdkond jääb samaks, kuid küsimus võib struktuuriliselt erineda. Kuna küsimused on üksteisest sõltumatud, võib standardiseeritud testides kombineerida erinevaid küsimusetüüpe. Mitmikvastus, mis ei pruugi teadmiste kontrollis alati anda kõige pädevamat tulemust, on oma efektiivsuselt standardiseeritud testides enim levinud. Teiseks levinuimaks küsimusetübiks on oma usaldusväärsuselt essee-tüüpi küsimused.

### 1.5.1. Standardiseerimine eksamite näitel

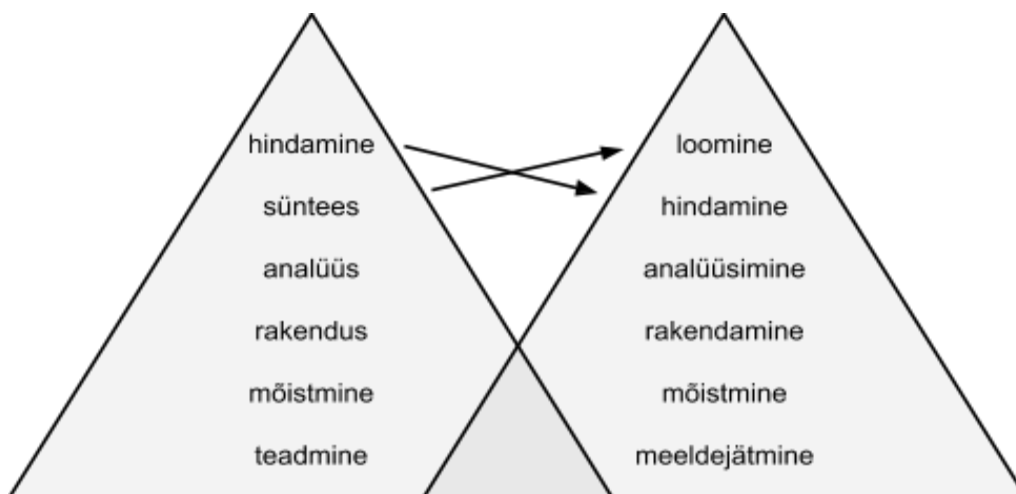
Põhja-Ameerika ülikoolide bakalaureuseõppesse sisseastumise eeskujul on välja töötatud standardiseeritud testid ülikoolisobilikkuse hindamiseks. Laialdaselt aktsepteeritud testid on SAT (*Scholastic Aptitude Test*), ACT (*American College Testing*) ja *Advanced Placement* testid. ACT ja *SAT Reasoning Test* on komplekstestid, analüüsides matemaatilisi ja keelelisi teadmisi. *Advanced Placement* testid ja *SAT Subject Test* võimaldavad sooritada eraldi eksameid humanitaar-, reaal-, loodusainetes ja võõrkeeltes. Nii ACT, SAT kui AP testides on enamlevinud testiküsimuste tüüpidena kasutusel nii mitmikvastus kui essee-vormis vastamine. Algselt Ameerika Ühendriikide kolledžite vajadustele tuginedes välja töötatud testimismeetodid on tänapäeval aktsepteeritud ülikoolides üle kogu maailma.

Sarnaselt Ameerika Ühendriikide mudelile, kasutati ka Eesti haridussüsteemis ligemale kaks kümnendit praktikat, kus gümnaasiumiastme kohustuslikke riigeksameid aktsepteeriti ülikooli kandideerimisel. Riigeksamite ühitamine ülikoolide sisseastumiskatsetega võeti Eesti Vabariigis esmakordselt Haridusministeeriumi ning ülikoolide nõupidamisel käsitluse alla 1996. aastal. Veel samal aastal võeti vastu ka kinnitav otsus riigeksamite ühitamiseks, mis tähendas seda, et

riigieksamid muutusid määravaks ülikooli bakalaureuseõppesse sisseaamisel (Holm, 2006, 6). Aastal 2014 on Eesti ülikoolid võõranduvas dendantsis gümnaasiumiastme kohustuslike riigieksamite ja bakalaureuseõppesse kandideerimisel nõutavatest sisseastumistingimustest. Ülikoolid on kehtestanud enamikele õppekavadele ülikoolipoolsed sisseastumiskatsed, olgu nendeks siis kas eksam, vestlus või mõni muu alternatiivne meetod. Senistest kohustuslikest gümnaasiumiastme eksamitest nõutakse laialdaselt vaid eesti keele ja matemaatika riigieksamit.

## 1.6. Bloom'i taksonoomia

Standardiseeritud testide puhul on alati olnud üheks probleemiks nende valiidsus ehk tagamine, et test mõõdaks seda, mida ta mõõtma peab. Peamiseks ohuks teadmistestide valiidsusele on piirdumine üheülbaliste testiküsimustega, mis kontrollivad üksnes ühte tüüpi faktiteadmisi. Selle probleemi lahendamiseks loodi Bloom'i jt poolt juba rohkem kui 60 aasta eest õpiesmärkide taksonoomia, mida kasutades saab mitmekesistada nii õpitulemusi kui ka neid mõõtvaid testiküsimusi. Bloom avaldas oma taksonoomia 1950-ndatel aastatel ja lähtus mõtlemisprotsessist, järjestades madalama taseme mõtlemisoskused kõrgema taseme mõtlemisoskusteni. 2001. aastal avaldasid David Krathwohl ja Lorin Anderson parandatud Bloom'i taksonoomia (vt joonis 1), mis seab senised nimisõnad vastavusse tegusõnadega, korrigeerides taksonoomia järjestust (Rinde, 2010, 14-15).



Joonis 1. Originaalne ja uuendatud Bloom'i taksonoomia (Rinde, 2010, 15)

## 2. Tehnilised standardid

### 2.1. IMS QTI

QTI (*Question and Test Interoperability*) on IMS Global Learning Consortium'i poolt väljatöötatud spetsifikatsioon küsimuste, testide ja vastuste standardiseerimiseks ning edasiseks andmevahetuseks repositooriumite ja õppekeskkondade vahel. Kuigi IMS QTI pole veel ametlikult globaalse standardina tunnustatud ISO või IEEE poolt, on see kujunenud *de facto* standardiks veebipõhiste testide tarkvaraarendajate seas. QTI spetsifikatsioonile vastavaid teste ja testiküsimusi edastatakse ühest süsteemist teise XML-formaadis. XML-andmemudel defineerib struktuuriliselt küsimused ja ülesanded ning nendega vastavusse seatud vastused ja tagasiside, mis võivad sisaldada ka vihjeid ning lahenduskäike (*IMS, 2014*).

Koostalitusvõime (*Interoperability*) võimaldab standardse formaadi vahendusel rakendada teste erinevate süsteemide koostalitusel, eesmärgiga luua jätkusuutlikumaid infosüsteeme haridusvaldkonnas ja vältida kunagi APSTesti ja teiste kinniste testimisrakenduste fiaskosid. Koostalitusvõime lahendab probleemi, kus varasemalt eri süsteeme ja standardeid kasutanud kasutajad saavad kindla standardi alusel omavahel teste jagada või vahetada oma koolis aastaid kasutusel olnud testimistarkvara teise firma toote vastu, kaotamata seejuures pika aja jooksul loodud teste.

#### 2.1.1. IMS QTI spetsifikatsiooni areng

IMS QTI ajalugu sai alguse 1995. aasta märtsis, mil valmis esimene spetsifikatsioonivisand, versioon 0.5. Esimese avaliku versiooni 1.0 visandini (*draft*) jõuti 2000. aasta märtsis, millele järgnes lõplik spetsifikatsioon sama aasta mais. Versiooni täiendati mitme aasta jooksul ning märtsis 2003. väljastati QTI-spetsifikatsiooni versioon 1.2.1. Kuna spetsifikatsiooni rakendamise käigus ilmnis mitmeid puudujääke ja IMS oli parasjagu töötamas välja uusi spetsifikatsioone, peeti heaks nende ühist ülevaatamist (*IMS, 2012*).

Versiooni 2.0 töötamise kallale asuti juba 2003. septembris ning lõplik versioon väljastati 2005. Versioon 2.0 tegeles ainult küsimustega, ega uuendanud spetsifikatsiooni neid osasid, mis käsitlesid tulemusi või küsimuste jaotamist testidesse. Versioonitäiendus 2.1 katab kõik alad, mis 2.0-s lõpetamata jäid. Esimene avalik visand 2.1-st avalikustati juba jaanuaris 2006. 2009. aasta alguses eemaldas IMS versioon 2.1 avaliku visandi oma veebilehelt, põhjendades, et radikaalselt uuendatud versioon ei saanud piisavalt positiivset tagasisidet arendajate ja kasutajate kogukonnalt. Sama aasta aprillis lisasid nad visandi tagasi oma kodulehele hoiatusega, et tegemist ei ole lõpliku spetsifikatsiooniga. Versiooni 2.1 lõplik versioon ilmus 31. augustil 2012 (*IMS<sub>3</sub>, 2012*). Kahjuks on suur osa e-õppeplatvormidest siiani ühilduvad vaid IMS QTI versiooniga 1.2 ja uusim versioon ei ole veel laiemat kandepinda leidnud.

Käesoleva töö kirjutamise hetkel puudub IMS QTI spetsifikatsiooni leheküljel informatsioon järgmise versiooni kohta. Küll aga on IMS APIP standardit tutvustaval leheküljel kirjutatud, et QTI versioon 2.2 avalik visand tehakse kättesaadavaks 2014. aasta lõpus (*IMS<sub>3</sub>, 2014*).

### **2.1.2. Versioon 1.2**

IMS QTI versioon 1.2 kasutab ASI (*Assessment, Section and Items*) andmemudelit. See tähendab, et struktuuriliselt võib ühe testi (*Assessment*) sisse kuuluda üks-või-enam sektsiooni (*Section*) ja küsimust (*Item*). Testis sisalduvate sektsioonide ja küsimuste arv ei ole limiteeritud. Küsimused sisaldavad lisaks tavapärasele omadustele ka vihjeid ja tagasisidet (*IMS<sub>2</sub>, 2002*).

IMS QTI versioonid 1.2 ja 2.1 on arhitektuuriliselt erinevad ega ühildu omavahel. Versioonis 1.2 oli IMS-i eesmärgiks anda arendajatele võimalikult vabad käed, võimaldades kasutada kõiki erinevaid küsimusetüüpe kõikvõimalike erinevate visualiseerimisvahenditega. Kuna erinevaid variatsioone testide koostamiseks oli ligemale 180, millest paljude visualiseerimist ette kujutada oli võimatu, tekitas see valikuvabaduse asemel arendajates hoopis segadust. Versioonis 2.1 on defineeritud vaid üks põhiline visualiseerimismeetod. Vajadusel saab siiski rakendada ka täiendavaid meetodeid (*Tomberg & Laanpere, 2009, 3*).

QTI-spetsifikatsiooni teiseks tuntavaks probleemiks oli üheselt defineeritud visualiseerimismooduste puudumine. Standardiseeritud olid küll küsimuste tüübid ja struktuur, kuid mitte ühised vahendid selliste küsimuste interaktiivseks väljakuvamiseks veebis. Laialdaselt kasutatav lähenemisviis on olnud JavaScript, kuid siiski leidis küsimusetüüpe, mille keerukat struktuuri oli raske isegi JavaScript'iga lahendada. Selliste probleemide lahendamiseks kasutati omal ajal Flash'i või R2Q2-d, mis võimaldas QTI XML koodist küsimusi visualiseerida. R2Q2 on tänapäevaks vananenud. Uue soovitusliku kasutusmeetodina nähtakse ette QTIEngine'it (Tomberg & Laanpere, 2009, 6-7).

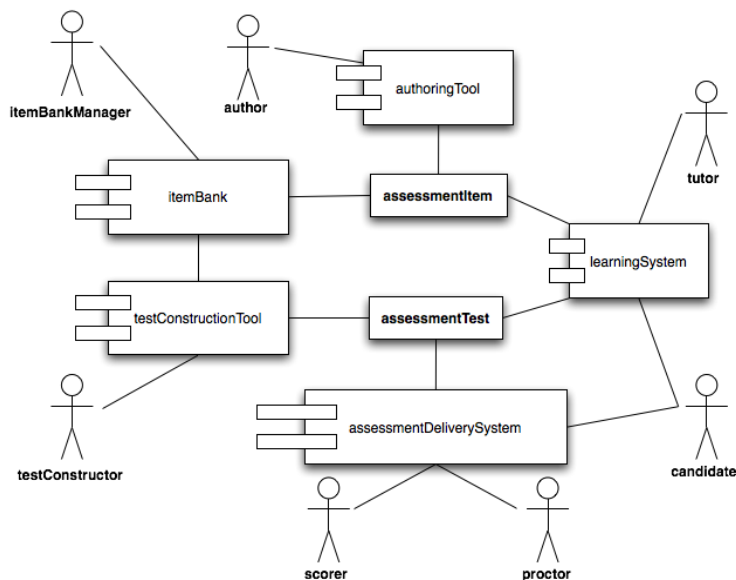
### **2.1.3. Versioon 2.1**

Versioon 2 suurimaks eeliseks võrreldes oma eelkäijaga on uus informatsioonimudel, mida on täiendatud interaktsioonimudeli ja XHTML-profiiliga, mis asendab senise staatilise materjali. Defineeritud on meetod, mis jagab QTI sisupakettideks ning loodud on uus dokument, eesmärgiga talletada metaandmeid ja statistikat. Lisatud on meetodid QTI kasutamiseks teiste IMS-i poolt toetatud spetsifikatsioonidega, nagu näiteks *Content Packaging*, *Simple Sequencing*, *Learning Design* (IMS, 2014).

Lisaks XML-i sees lubatavale XHTML-süntaksile võimaldab QTI versioon 2.1 kasutada ka eelsätestatud märgistuskeeli (*Markup Language*). Üheks selliseks on näiteks MathML. Oluliseks kriteeriumiks märgistuskeelte lubamiseks või keelamiseks on veebibrauserite laialdane tugi või vastupidiselt selle puudumine. Teiseks QTI-poolt toetatud laialdaselt levinud keeleks on SVG (*Scalable Vector Graphics*), mida on lihtne lisada HTML object-tag'ina. IMS on versiooni 2 spetsifikatsioonis näinud ette laialdast kasutust just object-tag'ile. Käesoleva töö kirjutamise hetkel, mil viimane ilmunud versioon on IMS QTI 2.1, ei ole veel HTML5 element-tag'id jõudnud kasutusse QTI spetsifikatsioonis, kuid vastavalt dokumentatsioonile on see arvesse võetud kui lisa, mida plaanitakse rakendada tulevikus (IMS, 2012).

Versioon 2.1-ga on kasutusele võetud modulaarne lähenemine (vt joonis 2), mis võimaldab QTI kasutuselevõttu paljudes erinevates süsteemides. Testiküsimusi või teste majutav repositoorium

võib olla koostevahendist eraldiseisev moodul, kuid ei pruugi. Samuti võivad ka nii küsimuse- kui testiloomevahend paikneda tervikuna ühes süsteemis. Klassid võivad suhestuda varieeruvalt kas üks-ühele, üks-mitmele või mitu-mitmele (*IMS<sub>3</sub>, 2012*).



Joonis 2. Kasutuslugu versiooni 2.1 modulaarsusest (*IMS<sub>3</sub>, 2012*)

QTI põhiterminoloogia:

- Küsimus (*class: assessmentItem*) - väikseim vahetuskõlbulik hindamisobjekt. Tegemist ei ole küsimusega selle tavakontekstis, kuna *Item* koosneb nii küsimusest, vastuselementidest, tagasisidest kui juhistest;
- Testikogum (*class: assessmentTest*) - korrapärane kolleksioon küsimusi, millega hinnatakse kandidaadi tulemusi;
- Loomevahend (*class: authoringTool*) - pöördumine loomekeskkonda ülesannete loomiseks või muutmiseks;
- Andmehoidla (*class: itemBank*) - süsteem, mis kogub ja talletab ülesandeid ja testikogumeid, võimaldades neid indekseerida ja otsida;
- Testiloomevahend (*class: testConstructionTool*) - süsteem, mis paneb kokku testid üksikutest küsimustest;
- Testijaotuskeskkond (*class: assessmentDeliverySystem*) - süsteem, mis jagab testid kandidaatidele ning vastutab testitulemuste kohaletoomise eest;

- Õppesüsteem (*class: learningSystem*) - süsteem, mis juhendab kandidaate õppetöös (*IMS<sub>3</sub>, 2012*).

#### 2.1.4. Testiküsimuste tüüpid

IMS QTI 2.1 standardile toetudes on defineeritud 16 erinevat klassi küsimusetüüpe:

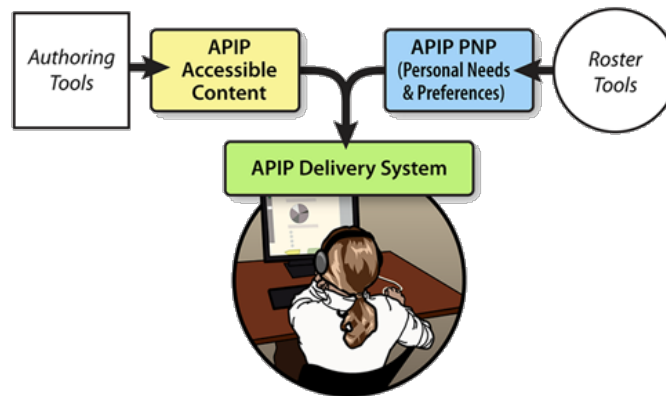
- Mitmikvalik (*Multiple Choice, class: choiceInteraction*);
- Mitmikvastus (*Multiple Response, class: choiceInteraction*);
- Järjestamine (*Order, class: orderInteraction*);
- Ühendamine (*Associate, class: associateInteraction*);
- Seostamine (*Match, class: matchInteraction*);
- Valikuga lünktekst (*Gap Match, class: gapMatchInteraction*);
- Valik tekstis (*Inline Choice, class: inlineChoice*);
- Lünktekst (*Text Entry, class: textEntryInteraction*);
- Esseevastus (*Extended Text, class: extendedTextInteraction*);
- Mitmikvalik tekstis (*Hottext, class: hottextInteraction*);
- Graafiline valik (*Hotspot, class: hotspotInteraction*);
- Graafiline määramine (*Select Point, class: selectPointInteraction*);
- Graafiline järjestamine (*Graphic Order, class: graphicOrderInteraction*);
- Graafiline ühendamine (*Graphic Associate, class: graphicAssociateInteraction*);
- Graafiline lünktekst (*Graphic Gap, class: graphicGapMatchInteraction*);
- Positsioneerimine (*Position Object, class: positionObjectInteraction*);
- Skaala (*Slider, class: sliderInteraction*) (*IMS<sub>4</sub>, 2012*).

## 2.2. IMS APIP

APIP (*Accessible Portable Item Protocol*) - IMS-i poolt hallatav standard digitaalsete testide ja testiküsimuste andmevahetuseks, mis arvestab kasutaja erivajadustega. Testide ja testiküsimuste spetsifikatsiooni osas toetub APIP QTI-standardile (*IMS<sub>5</sub>, 2014*).

APIP baseerub kolmel IMS-i poolt hallataval spetsifikatsioonil:

1. QTI - standard testide ning testiküsimuste koostamiseks ning edasiseks andmevahetuseks repositooriumite ja õpiahaldussüsteemide vahel. APIP kasutab QTI versiooni 2.1;
2. Access for All - PNP (*Personal Needs and Preferences*) standard võimaldab digitaalses keskkonnas sätestada kasutaja vajadusi ja eelistusi;
3. Content Packaging - standard QTI ja vajaduspõhise informatsiooni vastavusse seadmiseks ning talletamiseks (*IMS<sub>6</sub>, 2014*).



Joonis 3. APIP tegevuskeem (*IMS<sub>6</sub>, 2014*)

APIP tegevuskeem (vt joonis 3) keskendub kolmele põhialale:

- Sisu - testiloomevahendist või andmepankadest ligipääsetav sisu, mis sisaldab toetavat teavet eri tüüpi kasutajate vajadustele tuginedes;
- PNP - kasutaja personaalsete vajaduste ja eelistuste profiil;
- Jaotussüsteem - kombineerib kasutaja profiilist pärinevad vajadused sisumaterjaliga.

### 2.2.1. Testi tüübid

APIP testitüübid jagunevad järgnevalt:

- Kujundav hindamine;
- Summaarne hindamine;
- Adapteeruvad küsimused;
- Mitte-adapteeruvad küsimused.



### 3. Olemasolevad veebirakendused teadmiste testimiseks

Käesolevas peatükis on uurimise alla võetud Eestis ning lähiumbruses loodud või laialdasemat kasutust leidnud teadmistestide süsteemid.

#### 3.1. Õpikeskkonnad

Allpool kirjeldatakse Eestis enim kasutatavaid veebipõhiseid õpikeskkondi ja nende ühilduvust IMS QTI spetsifikatsiooniga.

##### 3.1.1. IVA

IVA (ehk Interaktiivne VirtuaalAkadeemia) - Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia keskuse ja informaatika osakonna koostöös valminud õpihaldussüsteem. IVA on avatud lähtekoodiga ning ehitatud Zope rakendusserverile (*HTK<sub>1</sub>, kuupäev puudub*).

Nagu paljudki teised õpihaldussüsteemid, võimaldab ka IVA luua süsteemi-siseselt teste ja testiküsimusi, neid talletada ning testimiseks esitada. Kokku on IVA-s 8 erinevat küsimusetüüpi (vt tabel 2). Teste saab IVA-st eksportida QTI 1.2 XML-formaadis, mis oli IVA loomise hetkel stabiilne toetatud versioon standardist.

IVA testidele saab sätestada ajalist piirangut ning ligipääsu saab piirata kas individuaalsete isikutele või gruppidele. Uue testi loomine IVA-s koosneb testi loomisest ja sellele nime määramisest. Seejärel saab testile valida testiküsimused ning sätestada soorituste kordade arvu. Testiküsimuste lisamisel saab määrata küsimuse eest saadava maksimaalse punktiskoori. Värskeid teste ei avalikustata enne, kui need on koostaja poolt avalikustatud (*HTK<sub>2</sub>, 2004*).

Õpihaldussüsteemi IVA arendus lõpetati Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia keskuse poolt 2009. aastal (*HITSA, 2013*).

### 3.1.2. Moodle

Moodle - e-õppe platvorm, mille eesmärgiks on pakkuda õppijatele ja õpetajatele integreeritud süsteemi personaalsete õpikeskkondade loomiseks.

Moodle on käesoleva töö kirjutamise hetkeks Eesti koolides kõige laialdasemat kasutust leidnud õpihaldussüsteem, kuna seoses IVA toe lõppemisega 2009. aastal sulgeti IVA kasutusvõimalus EENeti serveris 1. jaanuaril 2014. Sellele tuginevalt soovitab EENet Eesti koolidel Moodle'i kasutuslevõttu (*HITSA, 2013*).

Moodle'i keskkonna veebipõhiseid teste nimetatakse Quiz'ideks. Testid on arvutipõhiselt hinnatavad ning testi luues saab määrata testi algus- ja lõpuaja. Valikuliselt võib testile määrata ajavahemiku korduvkatsete vahel, ajalimiidi ning lubatud katsete arvu. Moodle võimaldab testi luues määrata küsimused ka juhuslikku järjekorda. Seadetest saab määrata, kas peale testi täitmist näidata sooritajale tagasisidet ning õigeid vastuseid. Moodle'is saab sätestada testi eest saadava maksimaalse punktiskoori. Võimalik maksimaalne väärtus on 100, ent võimalik on õpilase sooritust ka mitte hinnata (*Cole & Foster, 2008, 110*).

Moodle versioonis 2.7 on toetatud 11 küsimusetüüpi (vt tabel 2), pluss võimalus lisada küsimusele täiendavat kirjeldust. Lisaks Moodle'i poolt defineeritud küsimusetüüpidele toetab Moodle ka pluginaid, mis võimaldavad süsteemi lisada eriotstarbelisi tüüpe. Moodle on laialdaselt toetatud küsimuste sissetoomise ja väljaviimise osas. Importida saab küsimusi GIFT, Blackboard, Moodle XML ja loetletud teistest formaatidest. Eksportida saab GIFT, Moodle XML ja XHTML formaati (*Moodle, 2014*). Kuni Moodle'i versioonini 2.2 oli võimalik eksportida ka IMS QTI 2.0 formaati (*Moodle, 2011*).

### 3.1.3. TATS ja PETS

TATS ja PETS - Tallinna Ülikooli Haridustehnoloogia keskuses loodud süsteemid veebipõhiseks testimiseks ja enesekontrolliks.

TATS - loomevahend küsimuste ja testide koostamiseks ning vahend testide jagamiseks ja sooritamiseks. Küsimusi saab eksportida välisesse õpiobjekti varamutesse, näiteks Waramusse. TATS on küsimusetüüpide koostamisel lähtunud QTI-spetsifikatsioonist ning kokku on defineeritud 10 erinevat varianti (vt tabel 2). Metaandmetega saab küsimusele lisada pealkirja, kirjelduse, märksõnad, keele, autori, raskusastme, aineteemad ja litsentsi. Küsimuse staatus võib olla vastavalt kas kavand (*draft*), avalik (*public*) või privaatne (*private*). TATS võimaldab ka teste läbi viia, kasutades selleks e-maili teel kutsete laialisaatmist. Saadetud lingid on unikaalsed, mistõttu ei pea osalejad endale eraldi kontot registreerima.

PETS - ülesannete kogumi jaotussüsteem. PETS vastab IMS QTI 2.1 spetsifikatsioonile, võimaldades repositooriumitest ja failidest küsimusi ning teste importida. PETS on mõeldud töötama koos TATS-iga, mis tähendab et PETS-is uute testide koostamiseks tuleb küsimused valida TATS-ist. Oma küsimuste loomiseks tuleb need esmalt valmistada TATS loomevahendiga ning seejärel saab neist PETS-is teste luua. Küsimused talletatakse ühisesse andmebaasi ning TATS-is loodud küsimusi võivad kasutada ka teised autorid. Küsimuste otsingukriteeriumiteks on otsingusõna, märksõnad, raskusaste, keel ja litsents (*Madisson, 2008, 35*).

PETS-i testide tüübid: tasemetööd/eksamid, kontrolltööd/proovieksamid, enesekontrolli testid, küsimustikud. Peamine erinevus seisneb selles, et tasemetööd ja kontrolltööd nõuavad registreeritud kasutaja olemasolu ning tagavad seeläbi ka tagasiside saamise, samas kui enesekontrolle ja küsimustikke saab täita anonüümselt. Eksami loomisel saab sätestada testi tüübi, ajalised parameetrid, küsimuste juhuslikkuse ning testi taasooritamise katsete arvu (*Madisson, 2008, 33*).

Waramu - õpiobjektide talletamiseks mõeldud andmehoidla. Waramu võimaldab hoiustada tekstidokumente, presentatsioone ning on samuti ka QTI-võimeline. See tähendab, et Waramu käitub QTI-terminoloogias kui andmepank, võimaldades testikogumeid ja küsimusi hoiustada, märgendada ning sorteerida. Waramul puudub kasutajaliides, töötab kui *back-end* ning on võimeline koostoidmima teiste õpihaldussüsteemidega läbi SOAP-veebiteenuse (*HTK<sub>p</sub>, 2008*).

### **3.1.4. Krihvel**

Krihvel on 2008. aastal Tallinna Ülikooli informaatikaosakonna haridustehnoloogia keskuse poolt algklassidele loodud e-õppekeskkond, kus saab luua ja lahendada interaktiivseid õpiobjekte. Käesolev versioon Krihvlist on loodud PHP-d ja MySQL-i kasutades, järjekorralt teine väljalase. Krihvli esimene versioon oli arendatud kasutades Plone'i. Krihvel kasutab andmete talletamiseks Waramu repositooriumi (*HTK<sub>3</sub>, 2008*).

Krihvlis on ülesanded osa õppematerjalidest. Õppematerjalide tüüpina on Krihvlisse loodud 12 erinevat ülesandetüüpi, võimaldades luua erinevaid matemaatilisi ja grammatilisi harjutusi. Uut ülesannet luues saab määrata metaandmed: vanusegrupp, võtmesõnad, ressursi tüüp, raskusaste ja keel. Võtmesõnadena saab eraldi valida ka õppeained. Õppematerjali luues saab sätestada, kas õppematerjal on avalik või mitte. Olles uue õppematerjali salvestanud, saab selle laadida arvutisse või edastada Waramusse.

Õpilane saab Krihvlis lahendada ülesandeid ning vaadata nendega seotud hindeid ja kommentaare. Õpetaja saab veebikeskkonda luua uusi ülesandeid või kasutada teiste õpetajate poolt ühiskasutuses olevaid teste. Ka õpilane saab koostada ülesandeid ning talletada need "Minu asjad" alla. Õpetaja saab õpilaste poolt hästi lahendatud ülesanded tõsta näitusele, kus näevad ülesandeid ka registreerimata kasutajad.

## **3.2. Eksamisüsteemid**

Eraldi käsitusena vaatleme süsteeme, mida haldavad riiklikud eksamiorganisatsioonid.

### **3.2.1. EIS**

EIS (Eksamite infosüsteem) on Sihtasutus Innove poolt loodav keskkond veebipõhiste teadmistestide läbiviimiseks. Infosüsteem võimaldab ülesandeid ja teste koostada ning neid nii enesekontrollidena kui eksamitena sooritada (*Innove, 2014*).

Uusi teste saab koostada avalike ülesannete alusel. Uusi ülesandeid saavad lisada vaid selleks volitatud, vastava koolituse saanud isikud, et tagada ülesannete kvaliteedinõuded. Kokku on eksamite infosüsteemis defineeritud 20 erinevat küsimusetüüpi (vt tabel 2), toetudes IMS QTI 2.1 standardile. Suur osa avalikke ülesandeid on juba esialgselt loodud arvutiga hinnatavatena, mis tähendab et testi läbivijja töömaht testide kontrollimiseks on automatiseeritud ning selle aja saab kasutada järelduste tegemiseks ning tagasiside andmiseks. Teste luues saab määrata, kas loodav test on lubatud vabalt lahendamiseks kõigile huvilistele või pääseb testi sooritama vaid nimistu alusel. Sooritajaid saab lisada süsteemi isikukoodi alusel, kas manuaalselt või nimekirjaga faili üleslaadimisel.

Testikogumikku kuuluvatele ülesannetele on vaikimisi seatud hindepallid ehk küsimuste punktiline väärtus. Kui hindepall tundub teiste küsimustega võrreldes olevat liiga suur või hoopiski minimaalne, saab hindepalli väärtust antud kogumiku ulatuses korrigeerida. Testiülesandeid saab filtreerida kooliastme, valdkonna, teema ja mitmete teiste sätete põhjal. Testide koostamisel paraku sellised parameetrid puuduvad. Määrata saab vaid keele ning õppeaine, kuhu test kuulub.

Lisaks veebipõhiste testidele võimaldab EIS administreerida ka paberteste, näidates tulemusi ja kokkuvõtet näiteks sooritatud riigieksamitest. Kui varasemalt tuli eksaminante riigieksamile registreerida läbi Eesti Hariduse Infosüsteemi või taassooritajaid riigiportaali kaudu, siis nüüdsest kannab ka seda rolli Eksamite infosüsteem (*Innove, 2014*).

### **3.2.2. Digabi**

Elektroonilise eksamisüsteemi arendamisega on ametis ka soomlased. Soomlaste loodav projekt kannab nime Digabi ning tegemist on Linux'il baseeruva operatsioonisüsteemi eraldiseisva distributsiooniga. Praeguse spetsifikatsiooni kohaselt kasutab Digabi *Bring Your Own Device* meetodit, mis tähendab et õpilased võivad eksamile tulla oma isiklikku arvutit kasutades, käivitades sellelt vastava tarkvara (*Ylioppilastutkintolautakunta, 2014*).

Digabi muudab efektiivseks testiküsimustele võimaldatava lisamaterjali, näiteks videote, piltide või geograafilise informatsiooni, lisamine. Kui Eestis loodav eksamite infosüsteem võimaldab teste luua ka väiksematele gruppidele ning enesekontrolliks, siis Digabi eesmärgiks on olla riigieksamite läbiviimise elektrooniline pank (*Innove, 2013, 4*). Digabi OS plaanitakse käivitada kõigi digitaliseeritud eksamitega aastaks 2019.

### 3.3. Süsteemide vastavus standardile

Alljärgnev tabel 1 iseloomustab uurimise all olnud süsteemide vastavust IMS QTI standarditele:

Tabel 1. Olemasolevate süsteemide standardid võrdluses

	IMS QTI v1	IMS QTI v2
<b>IVA</b>	QTI v1.2 eksport	-
<b>Moodle</b>	-	QTI v2.0 eksport *
<b>TATS/PETS</b>	-	QTI v2.1 import
<b>Krihvel</b>	-	-
<b>EIS</b>	-	QTI v2.1 import ja eksport
<b>Digabi</b>	-	QTI (versioon täpsustamisel)

\* ei ole enam toetatud Moodle versioonist 2.2 (*Moodle, 2011*)

### 3.4. Küsimusetüüpide seos standardiga

Alljärgnev tabel 2 võrdleb IMS QTI testiküsimuste tüüpide seoseid olemasolevates süsteemides:

Tabel 2. Olemasolevate süsteemide seosed IMS QTI küsimusetüüpidega

IMS QTI	IVA	Moodle	PETS/TATS	EIS
<b>Mitmikvalik</b>	Ei/Jaa ülesanne; Mitmikvalikuga ülesanne	True/False; Calculated multi-choice; Embedded answers; Multiple choice	Mitmikvalik	Valikvastusega küsimus

<b>Mitmikvastus</b>	Õigete vastusevariantide märkimise ülesanne	Multiple choice	Mitmikvastus	Tekstiosa valik
<b>Järjestamine</b>			Järjestamine	Järjestamine
<b>Ühendamine</b>	Vastavusülesanne		Ühendamine	Sobitamine
<b>Seostamine</b>			Seostamine	Seostamine
<b>Valikuga lünktekst</b>			Lünktekst	Pangaga lünk
<b>Valik tekstis</b>		Matching; Random short-answer matching; Embedded answers	Valik tekstis	Valikvastusega lünk
<b>Lünktekst</b>	Lühivastusega ülesanne; Protsentülesanne	Short answer; Calculated; Calculated simple; Embedded answers; Numerical	Lünktekst	Lühivastusega küsimus; Avatud vastusega lünk; Matemaatilise teksti sisestamine
<b>Esseevastus</b>	Esseevastusega ülesanne	Essay	Esseevastus	Avatud vastusega küsimus
<b>Mitmikvalik tekstis</b>			Mitmikvalik tekstis	Tekstiosa valik
<b>Graafiline valik</b>				Pildil oleva kujundi valik
<b>Graafiline määramine</b>				Märkimine pildil
<b>Graafiline järjestamine</b>				Järjestamine pildil
<b>Graafiline ühendamine</b>				Seostamine pildil; Joonistamine
<b>Graafiline lünktekst</b>				Piltide lohistamine; Piltide lohistamine kujunditele; Tekstide lohistamine
<b>Positsioneerimine</b>				Märkimine pildil
<b>Skaala</b>	Arvuvahemik-vastusega ülesanne		Skaala	Liugur

### 3.5. Analüüs

Teadmistestide süsteemide loomisel on oluline toetuda standarditele. Standardite olulisus tuleb sisse testide ja testiküsimuste sidumisel paralleelselt olemasolevate süsteemidega. Kuna veebimaailmas ei eksisteeri ühte kindlat lahendust, tuleb süsteemid arendada selliselt, et küsimusi ja teste saaks importida ja eksportida erinevate veebikeskkondade vahel. Laialdaselt, ent eksklüüskult levinud vahendid veebipõhiste testide läbiviimiseks on Google Forms, eFormular, LimeSurvey ja teised seesugused. Nende puhul ei ole tegemist mitte testimise, vaid küsitluste ja uuringute läbiviimise vahenditega. Kuna küsimuste-vastuste struktuur ei vasta standardile, ei ole võimalik võrrelda vastuste õigsust ega anda vastajale tagasisidet.

IVA puhul oli tegemist ühe esimese Eestis loodud veebisüsteemiga, mis toetus testide eksportimisel QTI 1.2 standardile. QTI 1.2 oli IVA loomise algusaastatel värskest väljatöötatud spetsifikatsioon. Standarditele keskenduvad olid ka Haridustehnoloogia keskuse juhtimisel arendatud e-testide loome- ning administreerimiskeskonnad TATS ja PETS. Kui IVA oli QTI 1.2-võimeline, siis PETS vastab IMS QTI 2.1 standardile, mis on käesoleva töö kirjutamise hetkel hilisem IMS-i poolt toetatud spetsifikatsioon. 2009. aastal lõpetati IVA ametlik tugi Haridustehnoloogia keskuse poolt ning õpikeskkondade kasutustendentsiks nähti Moodle'it. Küsimuste eksportimise võimalus QTI-vormingusse on eemaldatud aga alates Moodle 2.2 versioonist. TATS ja PETS on üles ehitatud R2Q2-mootoril, mis ei ole tänapäeval enam toetatud. Käesoleval hetkel kõige perspektiivikam projekt Eestis e-testide valdkonnas on SA Innove poolt loodav Eksamite infosüsteem, mis kasutab standardina laiendatud versiooni IMS QTI 2.1-st. Paraku on Eksamite infosüsteemis küsimuste lisamine lubatud vaid selleks kvalifitseeritud isikutele. Positiivsest küljest tagab see testide kõrge kvaliteedi, kuid ei võimalda kasutajate spetsiifikast lähtudes süsteemi täielikult rakendada.



## Kokkuvõte

Käesolevas seminaritöös anti ülevaade veebipõhisest testimisest ning testimisega seotud standarditest. Töö käigus analüüsiti Eestis ja lähiümbruses loodud ning parasjagu loodavaid teadmistestide süsteeme.

Töö käigus leiti vastused seminaritöös püstitatud uurimusküsimustele. Seminaritööst selgus, et standardite vajadus on oluline tarkvaralahenduste omavaheliseks koostoimimiseks testide ning testiküsimuste edastamisel. Eestis on loodud mitmeid e-testimist soodustavaid lahendusi, kuid paljud neist on tänapäevaks aegunud kas tehnilistel põhjustel või kasutajatoe lõppemise tõttu. Eksamite infosüsteem on värskest loodav veebipõhine testimiskeskond, mis tagab küll kõrge kvaliteedi, kuid ei pruugi rakenduda laialdases kasutajaskonnas.

Seminaritööd koostades sai autor uusi teadmisi nii arvuti- kui veebipõhisest testimisest, testi ja testiküsimuse tüüpidest, kvaliteedinäitajatest ja standardite olulisusest. Samuti ülevaate sellest, mida on senimaani antud valdkonnas saavutatud.

Seminaritöö autoril on plaanis rakendada omandatud teadmisi bakalaureusetöö loomeprotsessis, mille eesmärgiks on veebipõhise teadmistekontrolli süsteemiprototüübi arendus.

## Kasutatud kirjandus

- (APSProg) OÜ APSProg. (2000). *APSTest ver. 2.0 kasutajajuhend*. Loetud 10.10.2014 aadressil <http://web.archive.org/web/20010711215758/http://www.ce.ut.ee/apstest2/manual/>
- (Cole & Foster) Cole, J., Foster, H. (2008). *Using Moodle, 2nd Edition, Second Edition*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- (EITSA) Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus. (2012). *Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks*.  
Loetud 22.09.2014 aadressil:  
<http://issuu.com/e-ope.ee/docs/juhendkvaliteetseopiobjektloomiseks>
- (HITSA) Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus. (2013). *Alates 1.1.2014 lõpeb IVA ja KooliPlone pakkumine EENeti serveris*. Loetud 15.10.2014 aadressil:  
<http://www.eenet.ee/EENet/2898.html>
- (Holm) Holm, K. (2006). *Testitulemuste standardiseerimine Eesti Vabariigi riigieksamite näitel (magistritöö)*. Loetud 08.10.2014 aadressil  
[http://www.cs.tlu.ee/osakond/opilaste\\_tood/magistri\\_tood/2006\\_kevad/Katlin\\_Holm/Katlin\\_Holm\\_Magistri\\_Too.pdf](http://www.cs.tlu.ee/osakond/opilaste_tood/magistri_tood/2006_kevad/Katlin_Holm/Katlin_Holm_Magistri_Too.pdf)
- (HTK<sub>1</sub>) Haridustehnoloogia keskus. (kuupäev puudub). *Kodumaine õpiahaldussüsteem IVA: pedagoogiline ja tehniline kontseptsioon*. Loetud 13.10.14 aadressil  
[http://www.htk.tlu.ee/oldiva/files/papers/iva\\_artikkel\\_a&a.pdf](http://www.htk.tlu.ee/oldiva/files/papers/iva_artikkel_a&a.pdf)
- (HTK<sub>2</sub>) Haridustehnoloogia keskus. (2004). *IVA ver 1.0 kasutajajuhend*. Loetud 15.10.2014 aadressil <http://www.htk.tlu.ee/~krista/IVA%20parandatud%20kasutajajuhend.pdf>
- (HTK<sub>3</sub>) Haridustehnoloogia keskus. (2008). *Veebipõhine interaktiivne õpikeskkond Krihvel*.  
Loetud 16.10.2014 aadressil <http://trac.htk.tlu.ee/krihvel>
- (HTK<sub>4</sub>) Haridustehnoloogia keskus. (2008). *Waramu projekt*. Loetud 13.10.2014 aadressil  
<http://trac.htk.tlu.ee/waramu>

- (HTM) Haridus- ja Teadusministeerium. (2014). *Eesti elukestva õppe strateegia 2020*. Loetud 22.09.2014 aadressil <http://www.hm.ee/sites/default/files/strateegia2020.pdf>
- (IMS<sub>1</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2014). *IMS Question & Test Interoperability Specification*. Loetud 13.10.2014 aadressil <http://www.imsglobal.org/question/>
- (IMS<sub>2</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2002). *IMS Question & Test Interoperability: An Overview. Final Specification Version 1.2*. Loetud 14.10.2014 aadressil [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\\_oviewv1p2.html](http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti_oviewv1p2.html)
- (IMS<sub>3</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2012). *IMS QTI Overview*. Loetud 14.10.2014 aadressil [http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1/imsqti\\_oviewv2p1.html](http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1/imsqti_oviewv2p1.html)
- (IMS<sub>4</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2012). *IMS QTI Implementation Guide*. Loetud 14.10.2014 aadressil [http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1/imsqti\\_implv2p1.html](http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1/imsqti_implv2p1.html)
- (IMS<sub>5</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2014). *Accessible Portable Item Protocol*. Loetud 26.10.2014 aadressil <http://www.imsglobal.org/apip/>
- (IMS<sub>6</sub>) IMS Global Learning Consortium. (2014). *Accessible Portable Item Protocol Frequently Asked Questions*. Loetud 26.10.2014 aadressil <http://www.imsglobal.org/apip/apipfaqs.html>
- (Innove) SA Innove. (2013). *E-testimise järjekordne miilikivi. Õkva erileht*. Loetud 20.10.2014 aadressil [http://www.innove.ee/UserFiles/Üldharidus/Õkva/OKVA\\_erileht.pdf](http://www.innove.ee/UserFiles/Üldharidus/Õkva/OKVA_erileht.pdf)
- (Innove) SA Innove. (2014). *Eksamite infosüsteem (EIS)*. Loetud 20.10.2014 aadressil <http://www.innove.ee/et/yldharidus/eksamite-infosusteem>
- (Laanpere) Laanpere, M. (2014). *E-õppevara mõisted ja hariduspilv*. Loetud 09.10.2014 aadressil <http://www.slideshare.net/martlaa/eppevara-misted-ja-hariduspilv>
- (Madisson) Madisson, A. (2008). *Teenusorienteeritud arhitektuuriga veebipõhised teadmiste testimise vahendid* (bakalaureusetöö). Loetud 20.10.2014 aadressil [http://www.cs.tlu.ee/instituut/opilaste\\_tood/bakalaureuse\\_ja\\_diplomitood/2008\\_kevad/Aili\\_Madisson/Aili\\_Madisson\\_Bakalaureuse\\_Too.pdf](http://www.cs.tlu.ee/instituut/opilaste_tood/bakalaureuse_ja_diplomitood/2008_kevad/Aili_Madisson/Aili_Madisson_Bakalaureuse_Too.pdf)

- (Mikk) Mikk, J. (2002). *Ainetestid*. Loetud 08.10.2014 aadressil <http://kodu.ut.ee/~jaanm/ainetestid.pdf>
- (Moodle) Moodle. (2011). *IMS QTI 2.0 format*. Loetud 30.10.2014 aadressil [https://docs.moodle.org/21/en/IMS\\_QTI\\_2.0\\_format](https://docs.moodle.org/21/en/IMS_QTI_2.0_format)
- (Moodle) Moodle. (2014). *Question types*. Loetud 16.10.2014 aadressil [https://docs.moodle.org/27/en/Question\\_types](https://docs.moodle.org/27/en/Question_types)
- (NIU) Northern Illinois University, Faculty Development and Instructional Design Center. (kuupäev puudub). *Formative and Summative Assessment*. Loetud 28.10.2014 aadressil [https://www.azwestern.edu/academic\\_services/instruction/assessment/resources/downloads/formative%20and\\_summative\\_assessment.pdf](https://www.azwestern.edu/academic_services/instruction/assessment/resources/downloads/formative%20and_summative_assessment.pdf)
- (Rinde) Rinde, A. (2010). *Multimeediumipõhiste õppematerjalide loomise raamistik* (magistritöö). Loetud 12.10.2014 aadressil [http://www.cs.tlu.ee/teemaderegister/get\\_file.php?id=74&name=andrus\\_rinde.pdf](http://www.cs.tlu.ee/teemaderegister/get_file.php?id=74&name=andrus_rinde.pdf)
- (Tomberg & Laanpere) Tomberg, V., Laanpere, M. (2009). *Implementing distributed architecture of online assessment tools based on IMS QTI ver.2*. Tallinn: Tallinna Ülikool.
- (Ylioppilastutkintolautakunta) Ylioppilastutkintolautakunta. (2014). *Digabi OS (DOS)*. Loetud 20.10.2014 aadressil <https://github.com/digabi/digabi-os/blob/master/README.md>