

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Infotehnoloogia teaduskond

Anastasia Shipova 192309IAAM

**Riikliku õppekava õpitulemuste katmine  
diagnostiliste hindamisvahenditega kasutades  
digitaalset lahendust**

Magistritöö

Juhendaja: Guido Leibur  
Magistrikraad

Tallinn 2021

# **Autorideklaratsioon**

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Anastasia Shipova

01.05.2021

# Annotatsioon

Antud töö eesmärgiks on analüüsida Haridus- ja Noorteameti võimekuse kiiresti ning kuluefektiivselt katta diagnostiliste hindamvahenditega Riikliku õppekava õpitulemusi ning pakkuda uue lahenduse kontseptsioon, mis soodustaks eesmärgi saavutamist.

Diagnostiline hindamine on õppimist toetav ehk kujundav hindamine, mis on oluline vahend saamaks tagasisidet teadmiste ulatusest. Selleks, et õpetajad saaksid rakendada diagnostilist hindamist korraga terve klassiga kiiresti ning efektiivselt, töötas ülalnimetatud organisatsioon välja arvuti poolt hinnatavaid d-teste. D-testid peaksid olema kõikides ainetes, lihtsasti kättesaadavad ning mugavad kasutada. Praegune d-testide koostamise protsess on ressursimahukas ning selle protsessiga on võimatu arvestatavat õpitulemuste osa d-testidega kiiresti katta.

Töö tulemusena teostab autor organisatsiooni strateegia ning olemasolevate d-testide koostamise äriprotsesside analüüsi, kaardistades probleemsed kohad.

Analüüsil ilmnunud probleemide lahendamiseks pakub autor uue lahenduse kontseptsiooni, mis on kirjeldatud strateegia-, äri- ning süsteemivaatest.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 56 leheküljel, 53 lehekülge töö põhiosas, 7 peatükki, 18 joonist, 10 tabelit.

# Abstract

## Obtaining the Learning Outcomes of the National Curriculum through Digital Solutions Using Diagnostic Assessment Tools

The aim of this work is to analyze the ability of the Education and Youth Board to quickly and cost-effectively cover the learning outcomes of the National curriculum with diagnostic assessment tools and to offer a new solution concept that would support the achievement of the goal.

Diagnostic assessment is a learning-supporting assessment, which is an important tool for obtaining feedback on the scope of knowledge. For teachers to be able to perform a diagnostic assessment with whole glass at once quickly and efficiently, the organization developed computer-assessed d-tests. D-tests must be in all substances, easily accessible and user-friendly. The current d-test process is resource intensive and it is impossible to quickly cover all learning outcomes with d-tests.

As a result of the Master's thesis, the author performs an analysis of the organization's strategy and the business processes of preparation the existing d-tests, mapping the problem areas.

To solve the problems that emerged from the analysis, the author offers a new solution concept, which is described from the strategy, business and systems view.

The strategic and business view is presented through capability and new business process and rules planning.

The system view is presented through minimal sustainable product describing with functional, non-functional requirements mapped and the architecture of the solution.

The thesis is in Estonian and contains 56 pages of text, 53 pages of main part, 7 chapters, 18 figures, 10 tables.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

Lõputöös analüüsitakse Haridus- ja Noorteametis toimivaid protsesse ning eesmäärke. Tegemist on avaliku sektori mittetulundusliku organisatsiooniga, aga autori poolt kasutatud meetodikad sisaldavad selliseid mõisteid, milles on sõna „äri-“. Selleks, et kasutada tavapäraseid ning IT maailmas kasutatud mõisteid, kasutab autor neid ka Haridus- ja Noorteameti puhul.

RÕK	Riiklik õppekava
D-test	Diagnostiline test
E-test	Elektrooniline test
Ülesandepank	Kategoriseeritud ülesannete kogum
Harno	Haridus- ja Noorteamet
SIPOC	Six sigma vahend ärivõimekuse analüüsi jaoks
MVP	<i>Minimal viable product</i> – minimaalne jätkusuutlik toode
Ärianalüüs	Haridus- ja Noorteameti tegevuste sisuline analüüs
Ärinõuded	Haridus- ja Noorteameti klientide sisulised nõuded
Archimate	<i>The Open Group Architecture Framework</i> , ettevõtte arhitektuuri raamistik
UML	<i>Unified Modeling Language</i> , unifikatsioonitud modelleerimiskeel ettevõtete arhitektuuri modelleerimise keel
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i> , protsesside modelleerimismeetod
As Is	Hetkeolukord tarkvaraarenduses
To Be	Soovitud olukord tarkvaraarenduses
Kujundav hindamine	Hindamise liik, mille eesmärgiks on eelkõige õpilase arengu võrdlemine tema varasemate saavutustega
Kokkuvõttev hindamine	Hindamise liik, mille eesmärgiks on hinde panek või õpilaste teadmiste kinnistamine.
Diagnostiline hindamine	Hindamise liik, mille eesmärgiks on tuvastada õpetamise ajal tekkinud õpiraskused.
Testi eristuskiiri	Testi üksikasjalik kirjeldus, nõuete, omaduste loetelu. Sünonüüm on testi pass

Ülesande eristusvõime	Õpilase tõenäoline võimekus ülesannet korrektset lahendada
FURPS	Tarkvara nõuete klassifitseerimise mudel
Squirrel AI	Adaptiivne personaalne õppimisplatvorm, mida pakutakse Hiina ettevõtte Squirrel AI Learning poolt

# Sisukord

1 Sissejuhatus .....	11
2 Ülesande püstitus .....	12
2.1 Probleemi selgitus .....	12
2.2 Skoop.....	14
2.3 Käesolevas töös uuritavad probleemid.....	16
2.4 Autori roll .....	16
3. Magistritöös kasutatud tehnikate ning meetodite ülevaade.....	17
3 Organisatsiooni analüüs .....	19
3.1 Harno põhieesmärk ja printsiibid.....	19
3.2 Ärivõimekuste vaade.....	20
3.3 Strateegiline vaade .....	22
3.4 Väärtusvoog ning ärivõimekuste analüüs.....	25
3.5 Väärtusvoo realiseerimine .....	26
3.6 Organisatsiooni analüüsi lühikokkuvõte .....	27
4 D-testide loomise As-Is protsessi analüüs.....	28
4.1 D-testi loomise protsessi lühikirjeldus .....	28
4.2 D-testi loomise protsessi kirjeldamine SIPOCi diagrammi abil.....	29
4.3 D-testi loomise protsessi analüüs BPMNi abil .....	31
4.3.1 Alamprotsess: D-testi mudeli koostamine .....	31
4.3.2 Alamprotsess: ülesannete loomine .....	32
4.3.3 Alamprotsess: ülesannete katsetamine .....	33
4.3.4 Alamprotsess: d-testi eeltestimine .....	34
4.3.5 Alamprotsess: D-testi tõlkimine.....	35
4.4 D-testi loomisega seotud probleemid, finantsülevaade .....	35
4.5 As-Is protsessi analüüsi lühikokkuvõte .....	38
5 D-testide loomise To-Be äriavaade .....	39
5.1 Maailmapraktikate ülevaade .....	39
5.1.1 Squirrel AI.....	39
5.1.2 Arvutipõhine adaptiivne test .....	40
5.2 To-Be lahenduse kontseptuaalne kirjeldus .....	42
5.3 D-testi genereerimise võimekuste planeerimine .....	43

5.4	Planeeritava lahenduse äriprotsessi mudel .....	45
5.5	Ärinõuded loodavale planeeritavale lahendusele.....	46
6	Süsteemi analüüs ning arhitektuuri lahendused.....	51
6.1	Kavandatava süsteemi MVP .....	51
6.2	Funktsionaalsed nõuded MVP-le .....	53
6.2.1	Funktsionaalsed nõuded MVP-le .....	53
6.3	MVP kasutusmallide diagramm.....	55
6.4	Mittefunktsionaalsed nõuded MVP-le.....	57
6.5	Ärireeglid MVP-le.....	58
6.6	Äriinfomudel.....	60
6.7	MVP arhitektuur.....	62
6.7.1	ERD .....	62
6.7.2	Komponentide mudel ning komponentide kaardistus koos kirjeldustega .....	64
7	Kokkuvõte .....	66
	Kasutatud kirjandus .....	68
	Lisa 1 Lihtlitsents.....	70
	Lisa 2 Nõuete tuvastamise lõuend ( <i>Requierey discovering canvas</i> ) .....	71
	Lisa 3 To-Be lahenduse detailne protsessivaade .....	72



## Jooniste loetelu

Joonis 1 Harno ärivõimekuste kaart (autori koostatud) .....	20
Joonis 2 Hindamise võimekuse alamvõimekuste kaart (autori koostatud) .....	21
Joonis 3 Harno motivatsioonimudel, d-testide vaade (autori koostatud).....	24
Joonis 4 Väärtusvoog koos võimekustega, d-testide vaade (autori koostatud).....	25
Joonis 5 Väärtusvoo realiseerimine äriprotsessi kaudu (autori koostatud).....	26
Joonis 6 SIPOC diagramm. D-testi loomine (autori koostatud).....	30
Joonis 7 D-testi loomise protsess, Harno spetsialisti vaade (autori koostatud).....	31
Joonis 8 Alamprotsess: D-testi mudeli koostamine (autori koostatud) .....	32
Joonis 9 Alamprotsess: ülesannete loomine (autori koostatud) .....	33
Joonis 10 Alamprotsess: d-testi eeltestimine (autori koostatud) .....	34
Joonis 11 Alamprotsess: D-testi tõlkimine (autori koostatud) .....	35
Joonis 12 Organisatsiooni uus väärtusvoo diagramm koos võimekustega (autori koostatud) .....	43
Joonis 13 D-testi automaatse genereerimise To-Be mudel (autori koostatud).....	46
Joonis 14 MVP peamiste kasutusmallide diagramm (autori koostatud).....	55
Joonis 15 Äriinfomudel kavandavatele lahendusele (autori koostatud) .....	61
Joonis 16 ERD (autori koostatud).....	63
Joonis 17 Komponentdiagramm (autori koostatud).....	64
Joonis 18 To-Be lahenduse detailne protsessivaade (autori koostatud).....	72

## Tabelite loetelu

Tabel 1 Võimekuste loetelu ning selgitused.....	21
Tabel 2 Uued organisatsiooni võimekused koos kirjeldustega .....	44
Tabel 3 Planeeritava lahenduse ärinõuded .....	47
Tabel 4 MVP aktorid.....	53
Tabel 5 Funktsionaalsed nõuded planeeritavale lahendusele.....	53
Tabel 6 Kasutusjuhtumite selgitused .....	55
Tabel 7 Mittefunktsionaalsed nõuded MVP-le.....	57
Tabel 8 Ärireeglid.....	58
Tabel 9 Komponentide kirjeldused.....	64
Tabel 10 Nõuete tuvastamise lõuend.....	71

# 1 Sissejuhatus

Magistritöö eesmärk on anda ülevaade autori poolt tehtud analüüsist Haridus- ja Noorteametis võimekuse kohta katta diagnostiliste hindamisvahenditega Riikliku õppekava õpitulemused ning koostada uue lahenduse kontseptsioon.

Analüüs sisaldab:

- organisatsiooni strateegia ning võimekuste analüüsi;
- As-Is äriprotsesside kaardistust ning analüüsi.

Töö tulemusena valmiv kontseptsioon sisaldab:

- To-Be lahendusega seotud ärivõimekusi ning äriprotsesse;
- formuleeritud ärinõudeid;
- formuleeritud MVP;
- MVP funktsionaalseid ning mittefunktsionaalseid nõudeid;
- kasutusmallide diagramme;
- kaardistatud ärireegleid ning äriinfomudeleid;
- ülevaadet To-Be lahenduse arhitektuurist (ER-mudel, komponentide mudel).

Magistritöös on kaheksa peatükki. Esimeses peatükis on sissejuhatus.

Teine peatükk selgitab magistritöös käsitletud probleemi ning selle aktuaalsust, annab ülevaate skoobist, uuritavatest probleemidest ning autori rollist.

Kolmas peatükk annab ülevaate magistritöös kasutatud tehnikatest ning meetodikatest, mille abil on teostatud analüüs ja uue lahenduse kontseptsiooni koostamine ning mudelite koostamisel kasutatud vahenditest.

Neljas peatükk annab ülevaate Harno struktuuri, võimekuste ning strateegia analüüsist diagnostilise hindamise teenuse vaatenurgast.

Viies peatükk annab ülevaate d-testide As-Is loomise protsessi analüüsist, hinnangust protsessile ning võimekusest jõuda strateegilise eesmärgini.

Kuues peatükk annab ülevaate maailma praktikatest, To-Be lahendusest, ning sellega seotud planeeritavatest võimekustest, äriprotsessidest ning ärinõuetest. Lõpuks on ülevaate uue süsteemi MVP-st, nõuetest ning arhitektuurilisest lahendusest.

Seitsmes peatükk sisaldab kokkuvõtet.

Magistritöö Lisa 1 sisaldab lihtlitsentsi, Lisas 2 on täidetud ärinõuete tuvastamise lõuend ning Lisa 3 sisaldab To-Be lahenduse detailset protsessivaadet.

## **2 Ülesande püstitus**

Antud peatükis selgitakse töös käsitletud probleemi, probleemi aktuaalsust ning miks see probleem vajab lahendamist. Kirjeldatakse mis kuulub töö skooipi ning mis mitte. Eraldi on toodud töös uuritud probleemid ning antud ülevaade autori rollist.

### **2.1 Probleemi selgitus**

Üks oluline hariduse omandamise osa on hindamine, mis näitab teadmiste omandamise määra. Hindamise kvaliteedist sõltuvad ka otsused, mis õppijaga edaspidi ette võetakse. Eesti hariduse üldine suund on õppe personaliseerimine [1] ja see puudutab ka hindamise valdkonda. Kujundav hindamine toetab personaliseeritud lähenemist ja annab vastuse küsimusele mida õpilane praegu ei oska ja mida ta peab järgmisena tegema, selleks et ära õppida puuduvaid osi [2].

Haridusvaldkonna arengukavas 2021–2035 on välja toodud esmatähtsate tegevuste hulgas “õppe personaliseerimine, mitmekesistamine ja digilahendustega toetamine” [3].

Personaliseeritud õppe all mõeldakse õppija eripärade väärtustamist ja sellest lähtuvat toetamist, [4] arvestatakse õpilase õppimise kiirust ning kordamisvajadust. Selleks, et õpilase edasijõudmine oleks ka õppimise käigus jälgitav, õppeprotsess oleks juhitav ja sekkumisvajadus õigel ajal tuvastatud, peab toimuma pidev hindamine. Tänaasel päeval on kõige levinum viis õpet personaliseerida järeleaitamistundide andmine, kus õpilasele antakse individuaalne tund ja kogu õpetaja tähelepanu pühendatakse ühele õpilasele. Sellisel juhul ei ole probleemiks ka pidev hindamine, sest õpilast on võimalik hinnata suuliselt ja kogunud pedagoog teab kohe, mis küsimust õpilase käest küsida, et aru saada, kas läbitud materjal on õpilasele selge ja mida edasi teha. Lisaks on kogunud pedagoogil olemas oma materjalid, milles ta hästi orienteerub ja oskab neid kiiresti vastavalt õpilase vajadustele kohandada. Kuidas aga luua selline süsteem, et õpilased saaksid koolis õppida ilma lünkadeta teadmistes ja õpetajal oleks värske ning realsust peegeldav klassi profiil, mille alusel ta saaks iga õpilase vajadustega arvestades tunde tõhusamaks planeerida? Lisaks ei tohiks see olla ka õpetajale lisakoormus, vaid peaks olema lihtne kasutada. Sellele küsimusele vastamiseks hakkasime 2017. aastal SA Innove Uuringute ja arenduse keskuses (nüüd jätkatakse Haridus- ja Nooretameti Testide ja hindamise osakonnas) uurima ja välja töötama diagnostilisi hindamisvahendeid ning jõudsime d-testideni.

D-test on elektrooniline test, mille eesmärk on selgitada välja õpilase varasemate teadmiste ja oskuste ulatus ning õppimise käigus tekkinud lüngad konkreetse teema, keeletaseme või osaoskuse kohta [5]. D-test on hindamisvahend õpetajale, mille abil on võimalik kiiresti saada infot klassi või õpilaste grupi kohta, kas õpitud teema on omandatud või kas õpilased on valmis järgmise teema õppimiseks. Kui selgub, et õpilased ei ole teemat omandanud või edasiliikumiseks valmis, saab õpetaja planeerida kordamist, seletada teemat uuesti või teistmoodi.

D-testid on arvutihinnatavad, õpilased ja õpetaja saavad kohe pärast lahendamist teada testi tulemuse sõnalise tagasisidena. See teeb d-testi kasutamise õpetaja jaoks mugavaks, sest vastuseid hindab arvuti ja testi tulemus on kohe teada.

Õpilase sõnalises tagasisides on võimalikult täpselt kirjeldatud õpilase teadmised, teadmiste lüngad ja sõltuvalt õppeainest ning õpilase vanusest antakse ka soovitus, mida edasi teha. D-teste on erineva pikkusega, õpilased saavad testi lahendada tunni alguses või lahendada testi mitu korda kodus. Kuna d-testid hargnevad ja järgmine ülesanne

antakse lahendajale sõltuvalt eelmise ülesande sooritamise edukusest, sobivad d-testid ka teadmiste kinnitamiseks ning õpitu harjutamiseks.

Harno üheks eesmärgiks on diagnostilise hindamise juurutamine koolides kõikides kooliastmetes ning selleks peab d-testidega olema kaetud suurem osa riikliku õppekava õpitulemustest. Lisaks peavad d-testid olema kiiresti kättesaadavad ning õpetaja ja õpilase jaoks lihtsalt kasutatavad. SA Innove poolt loodi perioodil 2017-2020 ja anti kasutusse d-testid neljas ainevaldkonnas: matemaatika, loodusvaldkond, sotsiaalvaldkond ja võõrkeeled. Eelpool toodud ajavahemikul loodi kõikide nimetatud valdkondade peale kokku 69 d-testi, mis kokku küll katavad mõned teemad, aga tervet õppekava silmas pidades on see liiga väike osa [5].

Hetkel on ühe d-testi koostamine mehaaniline töö - Harno spetsialisti juhendamisel töötavad õpetajad välja d-testi teoreetilise mudeli ja koostavad ülesanded *MS Wordis*. D-testi ülesanded sisestatakse Harno spetsialisti juhendamisel infosüsteemi (EIS), eeltestitakse, toimetatakse, tõlgitakse ja lõpuks pannakse vastavalt teoreetilisele mudelile kokku d-test.

Olemasolev protsess on ressursimahukas ja seega kallis ning aeganõudev. Samamoodi jätkates võtaks kogu riikliku õppekava õpitulemuste katmine d-testidega aega kümneid aastaid ja selleks kuluksid suured rahasummad. Seega d-testide tootmise protsess peab olema üle vaadatud, kaasajastatud ning toetatud digilahendusega, mille abil oleks võimalik üleliigset käsitööd ilma d-testide loogikat ning kvaliteeti kaotamata automatiseerida.

Tänane COVID-19 viiruse epideemiast tingitud distantsõpe on suurendanud d-testide kiire tootmise aktuaalsust, sest edukaks õpetamiseks peab õpetajal olema hea ülevaade sellest, mida õpilased on juba omandanud ja mida veel mitte, et õpetada just seda, mida veel hästi ei osata [6]. See tähendab, et õpilase pideva arengu jälgimiseks peab õpetajal olema ühe õppeaine piires piisavalt palju d-teste.

## **2.2 Skoop**

Magistritöö skoopi kuulub kahe ainevaldkonna, matemaatika ja loodusvaldkond, d-testi koostamise protsessi analüüs. Valiku põhjuseks on see, et nende kahe valdkonna

protsessides on kõige rohkem samme ning selle tõttu on nendes d-testide loomine kallim, kui teiste valdkondade puhul.

Magistritöö skoopi kuulub:

- Harno Testide ja hindamise osakonna olemasoleva ärivõimekuse ning eesmärkide analüüs;
- peamiste d-testidega seotud äriprotsesside modelleerimine ning analüüs;
- autori hinnangul sobilike maailmapraktikate lühiülevaade;
- To-Be lahenduse võimekuste ning äriprotsesside planeerimine;
- ärinõuete kaardistamine ning kirjeldamine To-Be lahendusele;
- kavandatava süsteemi MVP formuleerimine;
- funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete kaardistamine MVP-le;
- kasutusmallide diagrammi koostamine;
- To-Be lahenduse ärireeglite kaardistamine ning äriinfo mudeli loomine;
- kavandatava lahenduse komponentide arhitektuuriline vaade, sh andmete struktuuri kirjeldamine ERD abil ning komponentdiagramm.

Magistritöö skoopi ei kuulu:

- planeeritava lahenduse turvanõuded ning turvaarhitektuur;
- isikute kirjeldused;
- nõuete prioritseerimine;
- To-Be lahenduse prototüüp;
- detailne To-Be süsteemi analüüs, sh paigaldusdiagramm (*Deployment Diagram*), jadadiagramm (*Sequence Diagram*).

## 2.3 Käesolevas töös uuritavad probleemid

Käesolevas töös uuritavad probleemid:

1. Kas olemasolevate protsessidega on võimalik kiiresti ja kuluefektiivselt toota d-teste?
2. Mis on olemasoleva d-testide loomise protsessi probleemsed kohad?
3. Millise lahendusega on võimalik luua d-teste kiiresti ning kuluefektiivselt?
4. Millistele nõuetele peab vastama autori poolt pakutud lahendus ning missugune peab olema selle lahenduse arhitektuur?

## 2.4 Autori roll

Magistritöö autor tegeleb 2017. aastast SA Innoves e-ülesannete ja d-testide väljatöötamisega keemias ning füüsikas ja matemaatika e-hindamise spetsialistina ja töötab praegu Harno sisuprotsessi juhi rollis.

Hetkel tegeleb autor ka sellega, et ühtlustab teiste ainevaldkondade d-testi mudelit ja analüüsib d-testide automaatse loomise võimalusi.

Antud magistritöö tulem on oluline sisend organisatsiooni infosüsteemide arendamiseks d-testi kokkupanemise lihtsustamise osas, mis teeks d-testi ülesannete loomise protsessi kiiremaks ja odavamaks. Magistritöös kasutatud allikad ja info pärib SA Innove ja Harno sisedokumentidest.

D-testi loomise protsess on autori kogemuse ja teadmiste alusel tema poolt esmakordselt kirjeldatud.



### 3. Magistritöös kasutatud tehnikate ning meetodite ülevaade

Antud peatükis on toodud ülevaade magistritöös kasutatud metoodikatest.

Äriarhitektuur annab ülevaate organisatsiooni võimalustest, ressurssidest ning väärtusvoogudest [7]. Harno äriarhitektuuri kirjeldamiseks kasutab autor ArchiMate modelleerimiskeelt mille abil on koostatud:

- ärivõimekuste kaart organisatsiooni struktuuri ning võimekuste kirjeldamiseks;
- motivatsioonimudel Harno eesmärkide, *driverite* ning võimekuste analüüsimiseks;
- väärtusvoo diagramm koos võimekustega;
- väärtusvoo realiseerimise diagramm, kus on kokku viidud äriprotsess, väärtusvoog ning organisatsiooni eesmärk.

As-Is äriprotsesside kirjeldamisel on lähtunud magistritöö autori kogemusest, analüüs on tehtud SIPOCi diagrammi ning BPMNi abil.

To-Be lahenduse kavandamisel kasutab magistritöö autor võimekuspõhist planeerimist (*capability based planning*), mille abil keskendub nendele ärivõimekustele, mis tagavad organisatsiooni strateegiliste eesmärkide saavutamise [8].

To-Be protsesside välja töötamiseks kasutab autor äriprotsessi ümberkavandamise meetodit (*Business Process Redesign, BPR*) eesmärgiga analüüsida organisatsiooni põhilisi äriprotsesse ning disainida uus lahendus, mis toetaks organisatsiooni eesmärkide saavutamist [9].

Ärinõuded on oluline vahend osapoolte nõuete ning ootuste dokumenteerimiseks [10]. To-Be lahenduse parema ülevaade andmiseks on autor kaardistanud ning dokumenteerinud ärinõuded To-Be lahendusele.

Ärinõuete kogumiseks on kasutatud nõuete tuvastamise lõuendit (*Requirement Discovery Canvas*) [11].

Magistritöös on *ArchiMate* notatsiooni kasutamist toetava *ArchiTools* vahendiga tehtud järgmised mudelid:

- organisatsiooni eesmärgimudel;
- organisatsiooni ärivõimekuste kaart;
- väärtusvoo diagramm;
- väärtusvoo realiseerimise diagramm;
- d-testide koostamise protsessi SIPOCi mudel.

Äriprotsesside mudelite loomiseks on kasutatud *Bizagi Modeller* vahendit.

Nõuete ning süsteemi kirjeldamiseks on kasutatud *StarUml* vahendit, mis toetab UML tähistusviise ning mille abil on koostatud:

- äriinfomudel kavandavatele lahendusele;
- peamiste kasutusjuhtumite diagramm;
- ERD mudel;
- komponentide mudel.

### 3 Organisatsiooni analüüs

Antud peatükis tutvustatakse Harno ja antakse ülevaade organisatsiooni strateegiast, struktuurist ning väärtusvoost.

#### 3.1 Harno põhieesmärk ja printsiibid

Harno on uus, 1.08.2020. a alustanud organisatsioon, mis on loodud SA Innove, SA Archimedese, Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse ning Eesti Noorsootöö Keskuse teenuste liitmisega [12].

Kuna organisatsioon on uus, siis tema struktuur ja äriplaan on alles välja töötamisel ja seetõttu muutumas. Magistratöö autor kasutab infot, mis kehtis organisatsiooni kohta seisuga 1.03.2021.

Harnol on üle 400 töötaja, kes on jagatud 8 osakonna ja 2 agentuuri vahel.

Organisatsiooni põhieesmärk on pakkuda Eesti inimestele kvaliteetseid, kaasaegseid ja kõigile võrdselt kättesaadavaid haridusvõimalusi, et iga inimene saaks luua endale personaalse õpitee kogu elukaareks [12].

Organisatsiooni missioon on olla haridus- ja noortevaldkonna poliitika professionaalne rakendaja, toetades sihtgrupi võimekust vajalike tingimuste loomise kaudu selleks, et kõigil inimestel oleks uuendusmeelses ja arengule orienteeritud ühiskonnas võimalus õppida kogu elu [12].

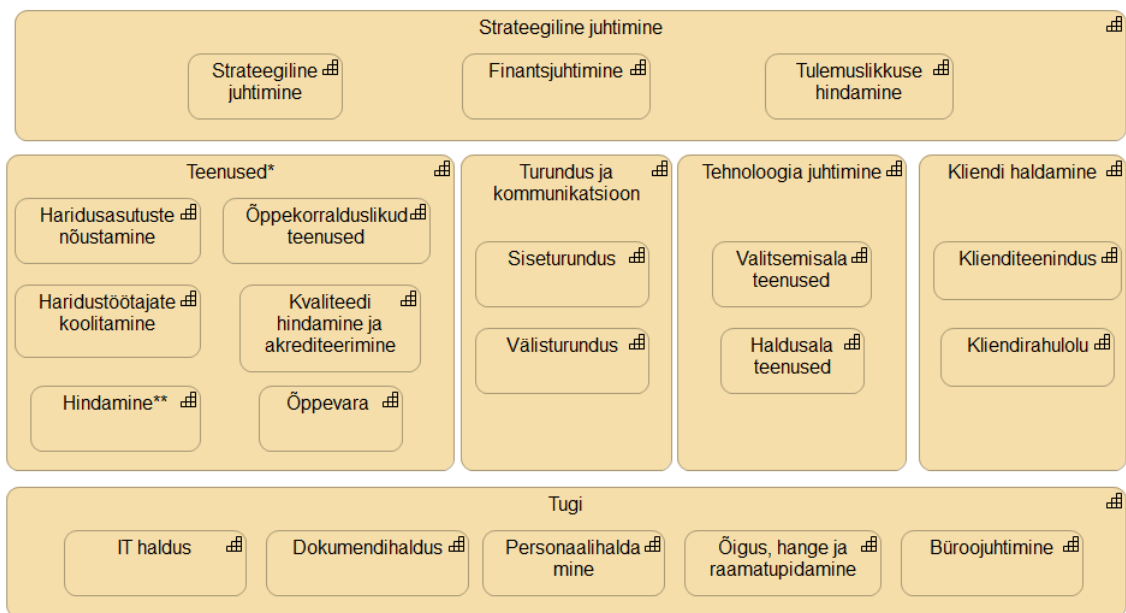
Harno keskmes on õppija, sõltumata tema vanusest, õppimise viisist ja vormist. Oluline organisatsiooni lähtekoht on see, et Harno on valitsusasutus, mis tähendab, et Harno töötajal on selge kohustus ning vastutus:

- järgida riiklikku hariduspoliitikat;
- pidada silmas ühiskonna ootusi – olla avatud, kättesaadav, inimlik, selgitav;
- kasutada oma ning teiste aega tõhusalt ning tema kätte usaldatud ressursse läbimõeldult ja tulemuslikult [13].

### 3.2 Ärivõimekuste vaade

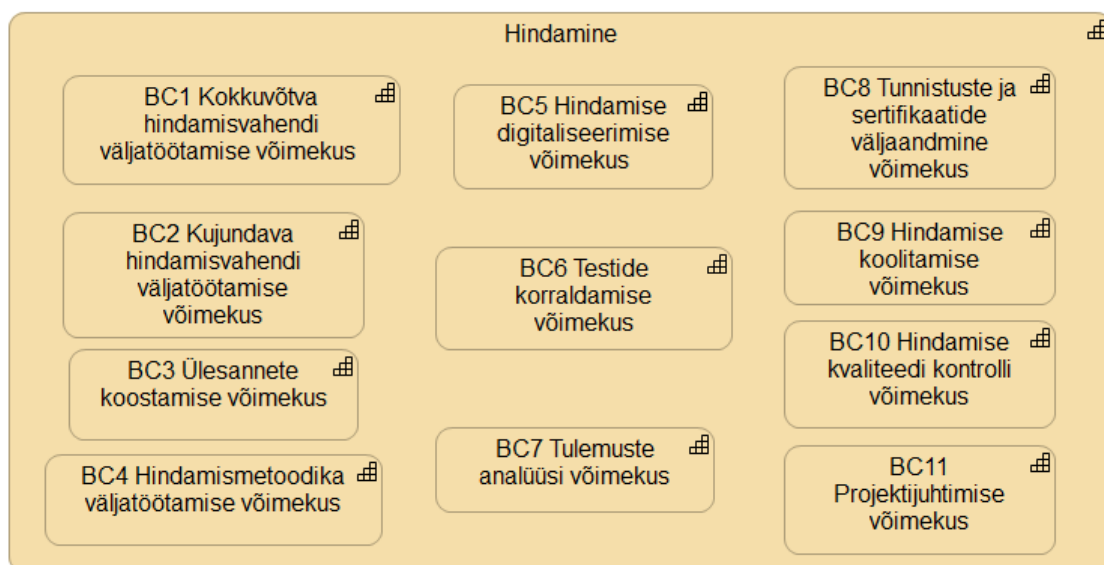
Harno kirjeldamiseks kasutab magistritöö autor ärivõimekuste kaarti, kus on märgitud ka ühe tärniga põhivõimekus ja kahe tärniga alamvõimekus, mis on seotud magistritöös käsitletud teemaga (Joonis 1).

Diagnostiliste hindamisvahendite väljatöötamine kuulub teenuste ärivõimekuste alla hindamise alamvõimekuse sees.



Joonis 1 Harno ärivõimekuste kaart (autori koostatud)

Lähtuvalt magistritöö skoobist on täpsemalt vaadeldud hindamise võimekusi ja välja toodud nende kirjeldused.



Joonis 2 Hindamise võimekuse alamvõimekuste kaart (autori koostatud)

Tabel 1 Võimekuste loetelu ning selgitused

ID	Ärivõimekus	Kirjeldus
BC1	Kokkuvõtva hindamisvahendi väljatöötamise võimekus	Riikliku õppekava õpitulemuste või konkreetse taseme saavutamist (keelte tasemeeksamid) hindavate testide arendamine, loomine ja uuendamine.
BC2	Kujundava (õppimist toetavate) hindamisvahendi väljatöötamise võimekus	Õppimise toetamiseks kasutatavate testide ja ülesannete loomine ja uuendamine. D-testide loomine on ka kujundava hindamisvahendi väljatöötamine.
BC3	Ülesannete koostamise võimekus	Kvaliteetsete ülesannete, hindamisjuhendite koostamise võimekus.
BC4	Hindamismetoodika väljatöötamise võimekus	Erinevate hindamismetoodikate väljatöötamine mingi oskuse, pädevuse, õpitulemuse hindamiseks

BC5	Hindamise digitaliseerimise võimekus	Elektrooniliste hindamisvahendite loomine lisaks paberil hindamisvahendile või selle asemel. Selle võimekuse alla läheb ka hindamise automatiseerimise võimekus digivõimalusi kasutades.
BC6	Hindamise korraldamise võimekus	Testide (e-ja pabertestide) korraldamise ja läbiviimise võimekus õppeasutuses.
BC7	Hindamise analüüsi võimekus	Testide lahendamisel saadud tulemuste analüüsimise ja järelduste tegemise võimekus.
BC8	Tunnistuste ja sertifikaatide väljaandmine võimekus	Õpilaste keelte tasemete, koolide lõpetamise tunnistuste andmise võimekus.
BC9	Hindamise koolitamise võimekus	Õpetajate hindamisoskuse kasvatamise ja toetamise võimekus.
BC10	Hindamise kvaliteedi kontrolli võimekus	Hindamistulemuste analüüsi põhjal hindamisvahendite kvaliteedi analüüsimise võimekus.
BC11	Projektijuhtimise võimekus	Võimekus juhtida hindamisvahendi loomisega seotud projekte, juhtida ekspertide ja erinevate sihtrühmade tööd.

### 3.3 Strateegiline vaade

Harnol on väljatöötatud strateegilised fookused 2021-2023 aastateks:

- haridusteenuste osutamine, arendamine ja digitaliseerimine;
- õppe personaliseerimist toetavate erinevate lahenduste väljatöötamine;

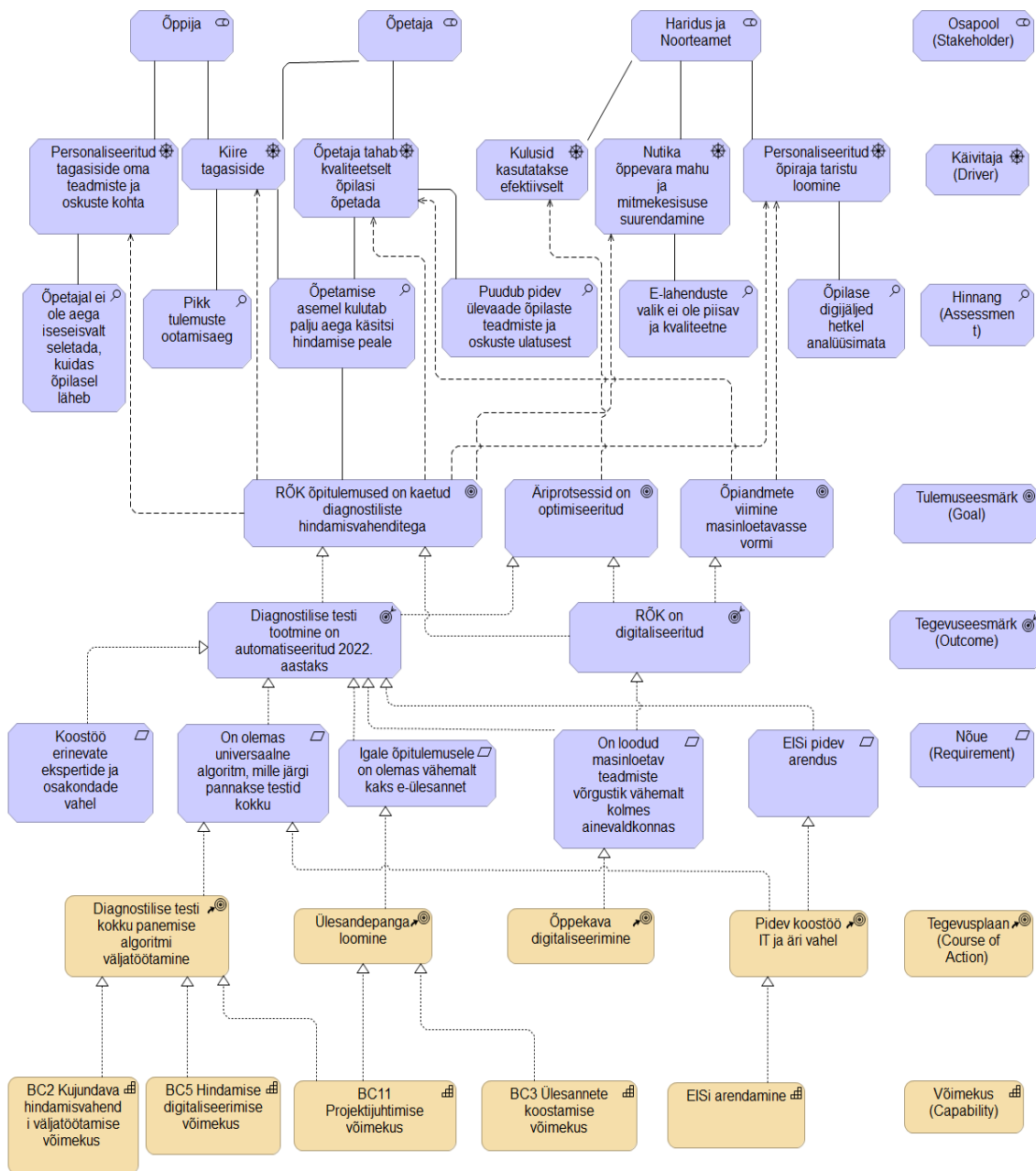
- rakenduslike (sh IT) lahenduste pakkumine prioriteetsetele hariduspoliitilistele algatustele ning nende elluviimine koostöös partneritega;
- organisatsiooni areng [13].

D-testide tootmine on „Õppe personaliseerimist toetavate erinevate lahenduste väljatöötamine“ strateegilise fookuse osa.

Lisatud motivatsioonimudel annab ülevaade organisatsiooni d-testide loomise põhjuste seostest ärivõimekuste ja nõuetega. Lisaks on näidatud ka suurema tulemuseesmärgi (*goal*) jaotamine täpsemateks tegevuseesmärkideks (*outcome*). Ehk selleks, et jõuda eesmärgini „Riikliku õppekava õpitulemused on kaetud diagnostiliste e-hindamisvahenditega“ peab olema realiseeritud kolm tegevuseesmärki:

- d-testide loomine on automatiseeritud;
- on loodud piisavalt suur ülesannete pank, mis tähendab, et igale õpitulemusele on loodud vähemalt kaks ülesannet, mis seda mõõdavad;
- on olemas digitaalne õppekava (masinloetaval kujul), milles on kirjeldatud teadmiste ja oskuste hierarhia.

Motivatsioonimudel on koostatud HARNO 2.0: strateegilised fookused 2021-2023 dokumendi [13] põhjal magistritöö autori poolt.



Joonis 3 Harno motivatsioonimudel, d-testide vaade (autori koostatud)

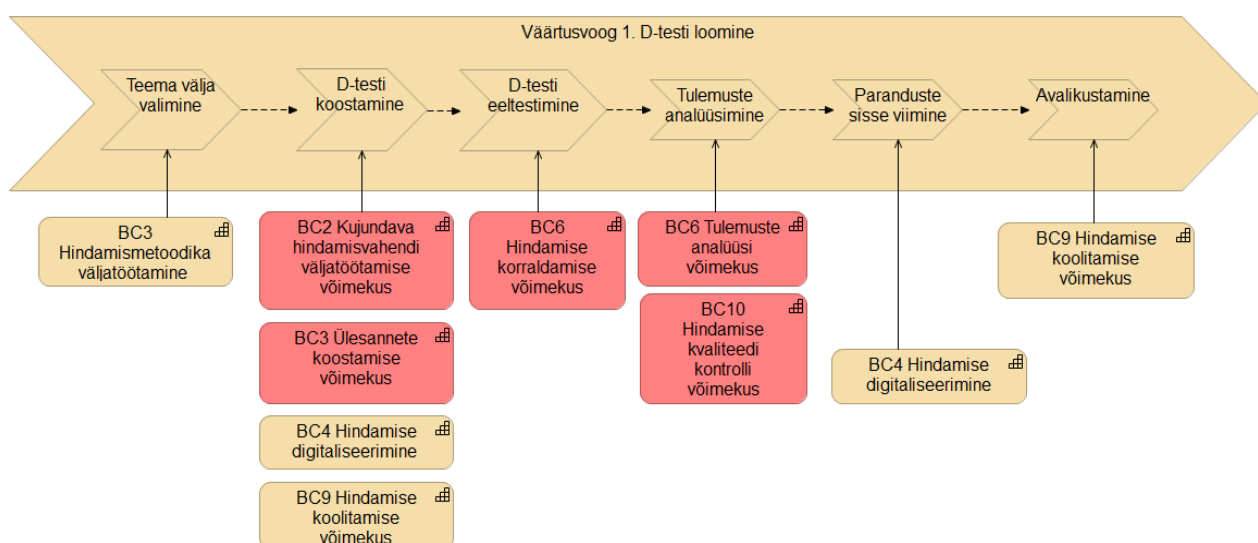
Motivatsioonimudel on näha, et organisatsiooni vajaduste (*driver*) hulgas on kulude efektiivne kasutamine ja õppevara mahu suurendamine, mis viivad eesmärgi (*goal*) „Protsesside optimeerimine“ juurde. Teine oluline organisatsiooni eesmärk (*goal*) on katta Riikliku õppekava õpitulemused diagnostiliste hindamisvahenditega. Praeguse protsessi ja tootmistehnoloogiaga ei ole see autori hinnangul võimalik.



### 3.4 Väärtusvoog ning ärivõimekuste analüüs

Harnos luuakse õpetajate jaoks d-teste kuueastmelise väärtusvoo kaudu. Joonisel 4 on d-testi loomise väärtusvoo diagramm toodud koos võimekustega, kus punase värviga on tähistatud võimekused, mis vajavad autori hinnangul parandamist.

D-testi teema välja valimise samm on tingitud sellest, et d-testi elukaare alguses oli nende arendamiseks antud ressursid piiratud. Kompromissiks oli luua igas aines 3-4 d-testi kõige olulisematel teemadel. Seetõttu tähendab teema valimine arutelusid erinevate osapooltega, tasemetööde ning eksamite tulemuste analüüsi ja olemasoleva



Joonis 4 Väärtusvoog koos võimekustega, d-testide vaade (autori koostatud)

hindamisvara analüüsi. D-testide väike arv on probleem, mis takistab neid õppeprotsessis pidevalt kasutada.

D-testide koostamisega on seotud kõige rohkem võimekust, sest see ongi keeruline ning pikk protsess, milles osalevad nii Harno-poolne spetsialist, kui ka välispartnerid (õpetajad, toimetajad, tõlkijad, ülesannete sisestaja jne). D-testi koostamisega seotud võimekused, mis vajavad parandamist, on ülesannete koostamise ja kujundavate hindamisvahendite väljatöötamise võimekus. Autori hinnangul peavad need olema automatiseeritud.

D-testi eeltestimine on seotud hindamise korraldamise võimekusega ning Harnos on suur kogemus eksamite ja tasemetööde korraldamises nii paberil kui elektroonilisel

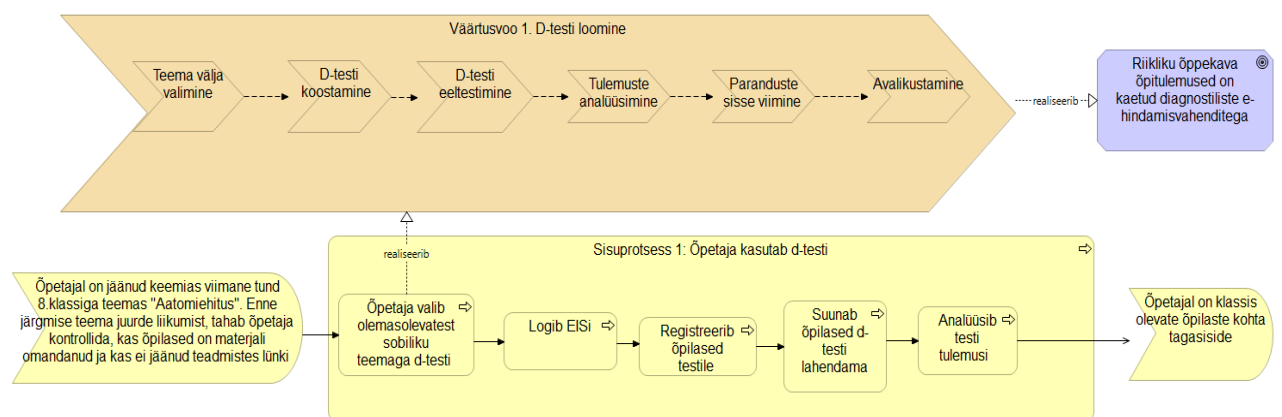
kujul. Sisuliselt on organisatsioonis palju teadmisi ning kogemusi, aga praegu puudub tehnoloogiline tugi ning selle võimekusega on seotud palju käsitööd, mis põhjustab ka inimlikke vigu ja ohte. Antud väärtusvoos on väga oluline roll ka eeltestimisel, sest läbi eeltestimise toimub d-testi kvaliteedi kontroll. See on praegu Harno spetsialisti tegevus, aga võiks olla ümberkorraldatud nii, et eeltestimise teevad ülesannete koostajad ise.

Arendamist vajavad ka võimekused, mis on seotud tulemuste analüüsimisega, sest hetkel nõuab antud protsess palju ressursi ning kaasab üleliigseid osapooli. Põhjus on vananenud infosüsteemis, kust ei ole võimalik testide tulemusi analüüsimiseks lihtsalt kätte saada, vaid selle jaoks peab kaasama eraldi analüütiku.

Hindamise digitaliseerimise, hindamise koolitamise ning hindamismetoodika väljatöötamise võimekused ei vaja autori hinnangul esialgu parendamist, sest organisatsioonil on olemas teadmised, oskused ning kogemus antud võimekuste realiseerimiseks.

### 3.5 Väärtusvoo realiseerimine

Joonisel 5 on näidatud, kuidas väärtusvoog on realiseeritud läbi äriprotsessi: õpetaja valib valmis d-testidest endale sobiliku selleks, et saada tagasisidet õpilaste teadmistest. Väärtusvoog D-testide loomine omakorda realiseerib organisatsiooni strateegilist eesmärki katta õppekava õpitulemused hindamisvahenditega.



Joonis 5 Väärtusvoo realiseerimine äriprotsessi kaudu (autori koostatud)

### **3.6 Organisatsiooni analüüsi lühikokkuvõte**

Peatükis 3 on antud ülevaade Harno eesmärkidest, ärivõimekustest ning väärtusvoost. Organisatsiooni jaoks on oluline, et d-testidega oleks kaetud suurem osa Riikliku õppekava õpitulemustest selleks, et õpetaja saaks kiiret tagasisidet õpilaste teadmiste lünkade kohta ning vastavalt sellele efektiivselt planeerida õppeprotsessi. Organisatsioonil on olemas vajalikud ärivõimekused, mida ta peab strateegilise eesmärgini jõudmiseks edasi arendama.

## 4 D-testide loomise As-Is protsessi analüüs

Selles peatükis on toodud d-testide loomise protsessi analüüs. Tuuakse välja ka autori hinnang sellele protsessile ning finantsülevaade.

### 4.1 D-testi loomise protsessi lühikirjeldus

Ühe d-testi loomise protsess algab sellest, et Harno spetsialist valib välja õpitulemused ja teema RÕKist, mille alusel luuakse d-test. Valiku tegemiseks kasutatakse tasemetööde tulemuste analüüsi, õpetajate küsitlusi, kohtumisi erinevate osapooltega või arutelusid. Teema valimise aluseks võib olla ka juba olemasoleva digiõppevara analüüs ja kui konkreetsetele teemadele e-õppevara puudub, siis d-test luuakse selle teema jaoks.

Kui teema on valitud, siis moodustatakse töörühm, kuhu kuulub lisaks Harno ainespetsialistile vähemalt üks tegevõpetaja, kellega koos töötatakse välja d-testi struktuur ja d-testi eristus kiri. Struktuuris pannakse detailselt paika, milliseid õpitulemuse osaoskuseid ja millises järjekorras mõõdetakse. Struktuuris esitatakse loetelu, millises järjekorras ilmuvad ekraanile ülesanded, millised sõnalise tagasiside variandid on konkreetsete ülesannetega seotud ning kuidas neid sõltuvalt testi sooritamise edukusest lahendajatele kuvatakse [14]. Eristuskirjas on täpsemalt kirjeldatud, millised ülesanded peavad olema selle testi jaoks loodud ehk ülesannete lahendamisel kontrollitav õpitulemus, vorm ja lühikirjeldus.

Järgmise sammuna koostab töörühm vastavalt eristus kirjale ja struktuurile ülesanded ning parandab ja täiendab neid vastavalt Harno spetsialisti poolt antud tagasisidele. Ülesanded vormistatakse ja esitatakse *MS Wordis*, Harno ainespetsialist viib EIS-i sisestades ülesanded e-kujule kas ise või kasutades sisestaja abi. Kui ülesanded on sisestatud, siis kontrollitakse need õpetaja, ainespetsialisti ning töörühma poolt üle, vigased ülesanded parandatakse ja seejärel pannakse ülesannete katsetamiseks kokku esmane test.

Ülesannete katsetamine toimub koolis ja on oluline, et õpilased lahendaksid ülesanded läbi kontrollitud keskkonnas. Ülesannete katsetamise korraldab ainespetsialist, pannes selle jaoks EISis kokku e-testi.

Katsetamisele järgneb tulemuste analüüs. Analüüsi tulemusena parandatakse ülesanded ja sõltuvalt paranduste mahust, võib olla vajalik läbi viia ka lisakatsetus. Kui ülesanded on valmis, siis pannakse ülesanded vastavalt testi struktuurile kokku d-testiks, lisatakse sõnaline tagasiside ja eeltestitakse d-testi koolides, tulemused analüüsitakse, lisaks korjatakse ka õpetaja ning õpilaste tagasisidet d-testile.

Kui d-test on eesti keeles valmis, siis toimub testi keeleline toimetamine ja tõlkimine vene keelde. Tõlkimine koosneb kolmest osast: tõlkimine, tõlke toimetamine (tõlgitud teksti võrreldakse sisuliselt algse tekstiga) ja keeleline toimetamine vene keeles.

Tõlgitud testi eeltestitakse koolis, analüüsitakse, parandatakse.

## **4.2 D-testi loomise protsessi kirjeldamine SIPOCi diagrammi abil**

Protsessi nimi: D-testi loomise protsess



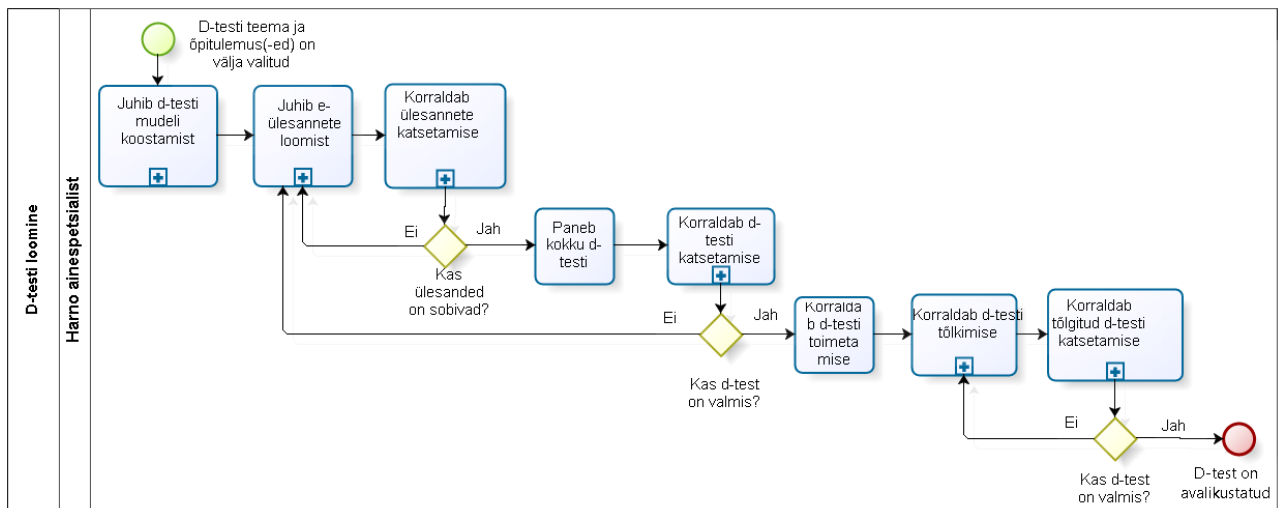
Joonis 6 SIPOC diagramm. D-testi loomine (autori koostatud)

Selleks, et kirjeldada d-testi loomise protsessi loogikat kasutab autor SIPOCi diagrammi, millelt on näha, et protsessi olulised aktorid on Harno ainespetsialist ja testi koostaja, kelleks on tavaliselt tegevõpetaja, ja protsess toimub suures mahus nende vahel, nemad annavad teineteisele sisendi ja väljundi protsessi järgmise sammu realiseerimiseks.

Kuna SIPOCi abil ei ole võimalik kirjeldada hargnevaid ja paralleelseid protsesse, siis kasutab autor ka BPM.

### 4.3 D-testi loomise protsessi analüüs BPMNi abil

D-testi loomise protsessi Harno ainespetsialisti vaatest on kujutatud Joonisel nr 7. Protsess algab sellest, et d-testi teema ja õpitulemused on välja valitud ning lõpeb sellega, et d-test on süsteemis avalikustatud ehk antud Eesti pedagoogidele kasutamiseks.

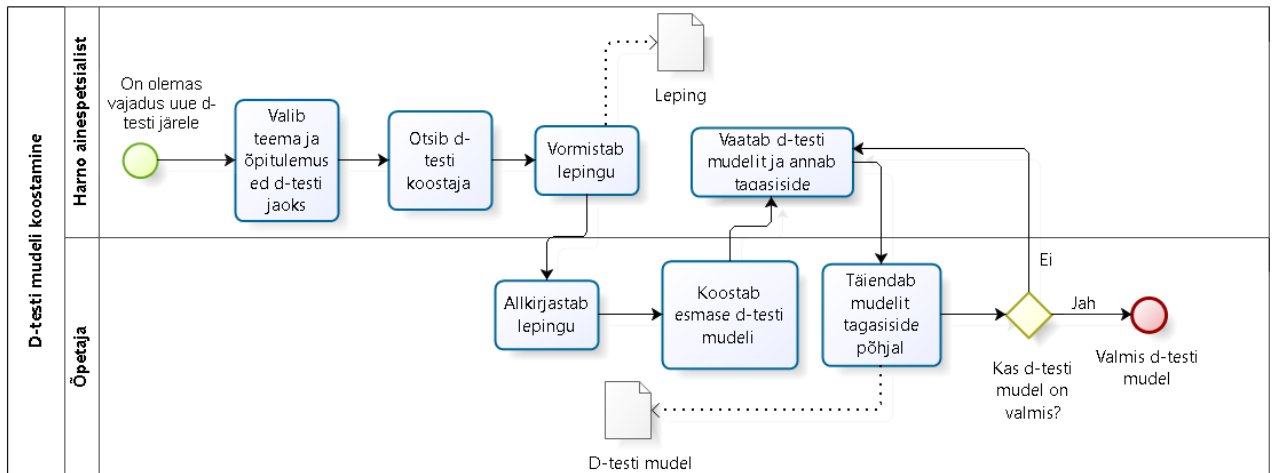


Joonis 7 D-testi loomise protsess, Harno spetsialisti vaade (autori koostatud)

#### 4.3.1 Alamprotsess: D-testi mudeli koostamine

D-testi mudel on Riikliku õppekava õpitulemuste võrgustik, kus d-testi koostaja paneb paika teadmiste hierarhia ja seosed. Mudelis koostatakse ka esmane sõnaline tagasiside, mis kajastab õpitulemusi, mida selle testiga mõõdetakse.

Joonisel 8 on toodud alamprotsessi „D-testi mudeli koostamine“ joonis.



Joonis 8 Alamprotsess: D-testi mudeli koostamine (autori koostatud)

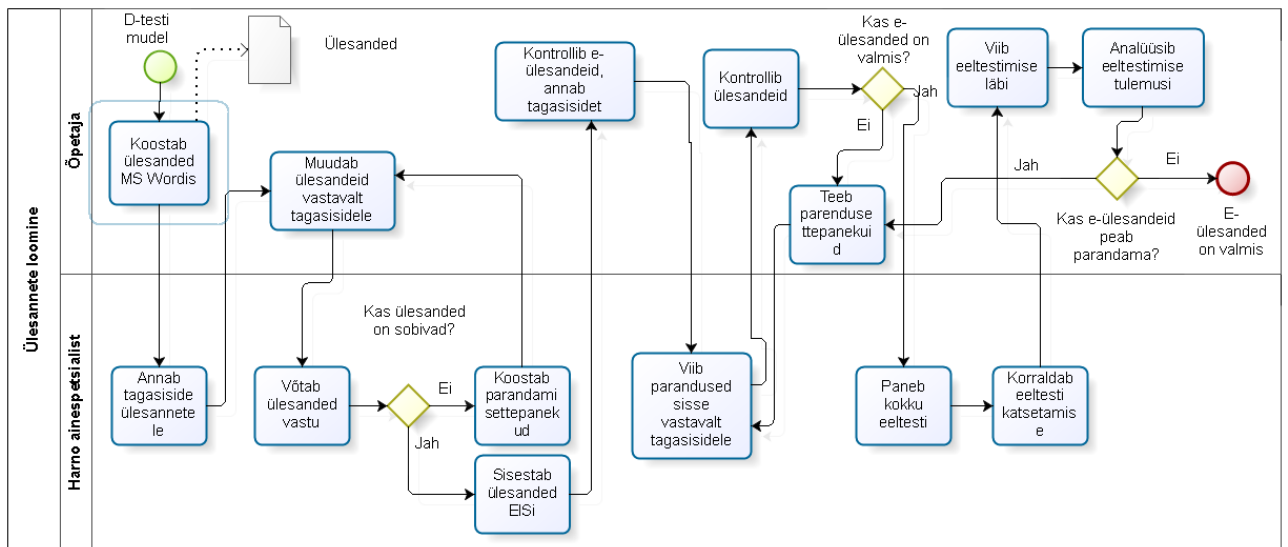
#### Probleemid:

- D-testi mudel koostatakse iga d-testi jaoks individuaalselt. See loob piirangu, et Harno ainespetsialist ei saa korraga tellida mitut d-testi ja tegeleb individuaalselt iga teema ja iga koostajaga. Sellest tuleneb probleem, et üks ainespetsialist saab aastas toota keskmiselt 4-6 d-testi, mis aeglustab protsessi.
- Kliendi jaoks ei ole mugav lahendus, kus kõik d-testid on koostatud erinevatel printsiipidel, sest enne testi valimist, peab klient d-testiga tutvuma.
- D-testi mudel ei ole masinloetaval kujul ja ei ole kohe otseselt süsteemis, mis tähendab, et ainespetsialist võib d-testi kokku panemisel süsteemis vigu teha ja peab nende parandamiseks tegema topelt tööd.
- Harno ainespetsialist tegeleb ka koostaja hankimisega ja lepingu vormistamisega. Ainespetsialistil on unikaalsed teadmised e-hindamises ja d-testide väljatöötamises, seetõttu võiks ainespetsialisti aeg kuluda d-testide loomisele ja administratiivne töö tuleks viia sisuprotsessist välja.

#### 4.3.2 Alamprotsess: ülesannete loomine

Järgmine alamprotsess „Ülesannete loomine“ on kujutatud Joonisel nr 9. Protsess algab sellest, et on olemas d-testi mudel ja eristus kiri, mis on d-testi mudeli osa, ja lõpeb sellega, et e-ülesanded on valmis.





Joonis 9 Alamprotsess: ülesannete loomine (autori koostatud)

#### Probleemid:

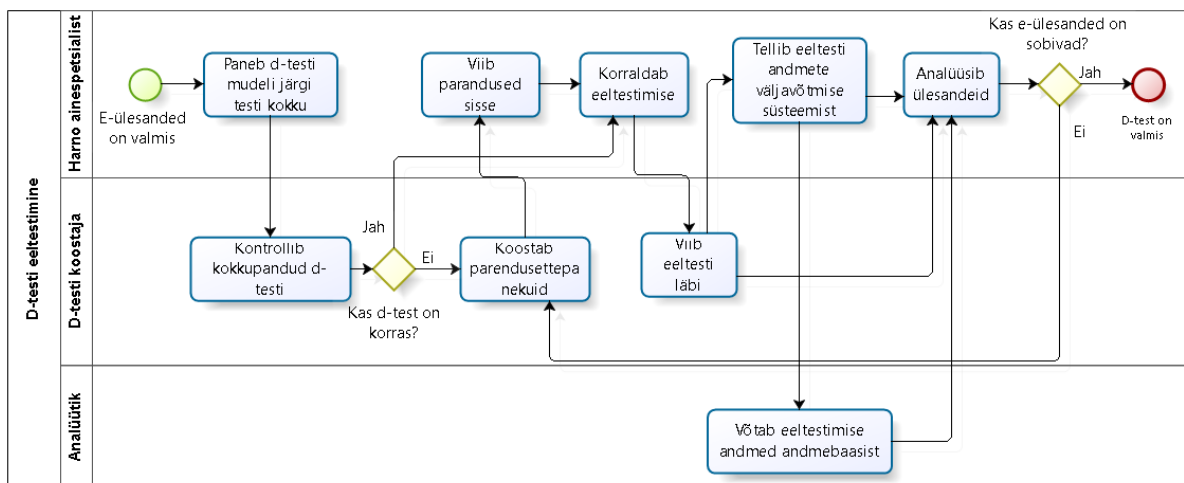
- Eksamite Infosüsteemi EIS ülesande loomise moodul on nii keerulise kasutajaliidesega, et ülesannete sisestamisega peab tegelema Harno ainespetsialist ise, sellepärast tellitakse ülesanded koostajalt *MS Wordis*. Seetõttu tekib protsessis lisasamm „Ülesannete sisestamine“ ja kontrollimine.
- E-ülesannete tagasisidestamine toimub Eksamite Infosüsteemi väliselt, mis on eksimiskohaks ja lisasammude tekitamiseks nii testi koostajale kui Harno spetsialistile.
- Testi kokkupanemise ja eeltesti korraldamise teeb testide loomise mooduli keerukuse tõttu hetkel samuti Harno spetsialist, mis on talle lisatöö. Testi kokkupanemine ja korraldamine võiks olla lihtne ning teostatav testi koostaja poolt.

#### 4.3.3 Alamprotsess: ülesannete katsetamine

E-ülesannete katsetamise alamprotsess on sarnane d-testi katsetamise protsessiga, mis on kirjeldatud peatükis 4.3.4, seetõttu eraldi protsessijoonist ja analüüsi toodud pole.

### 4.3.4 Alamprotsess: d-testi eeltestimine

Järgmine alamprotsess „D-testi eeltestimine“ on kujutatud Joonisel nr 10. See protsess kirjeldab, kuidas valmis e-ülesanded pannakse kokku d-testiks ja lõpeb sellega, et d-test on põhikeeles valmis.



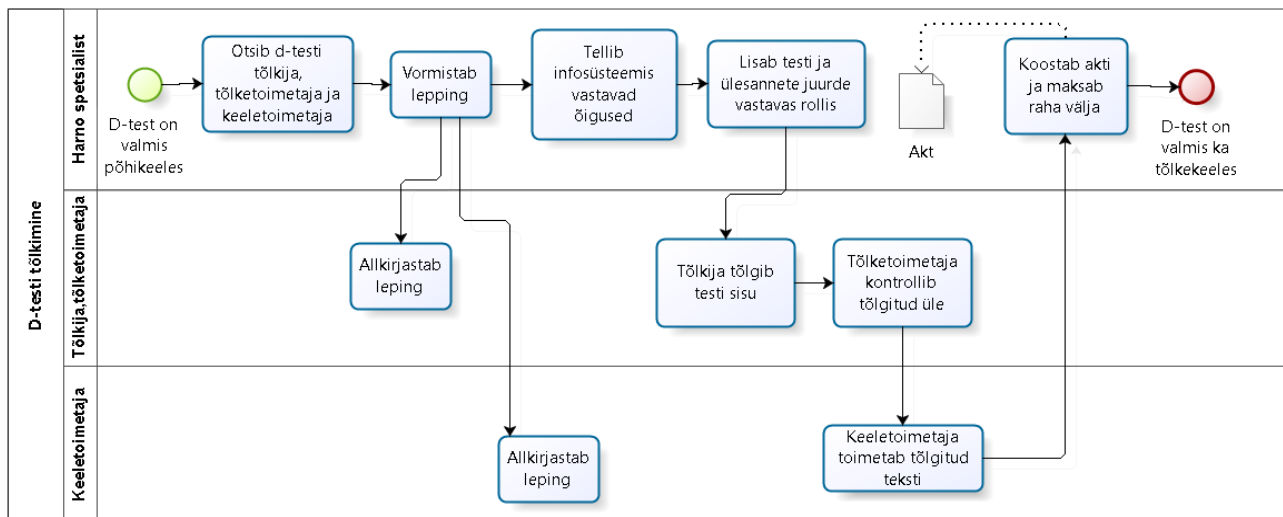
Joonis 10 Alamprotsess: d-testi eeltestimine (autori koostatud)

Probleemid:

- D-testi mudel on süsteemiväline ja mitte masinloetaval kujul, mis teeb testi kokkupanemise käsitööks ja omakorda tekitab ohtu selle tegevuse käigus eksida.
- D-testi kontrollimine ning paranduste ettepanekute tegemine toimub EISI väliselt, mis on lisatöö ja lisasammud protsessis.
- Harno ainespetsialistil puudub hetkel võimalus võtta toorandmeid välja otse EISI kasutajaliidesest, seetõttu peab olema kaasatud analüütik, kes peab andmed välja võtma ja edastama need analüüsimiseks. Kuna d-testi analüüsi teeb Harno spetsialist ise, siis analüütiku kaasamine ei anna sellele protsessile mingit lisaväärtust ja ei ole analüütiku aja ratsionaalne kasutamine.

### 4.3.5 Alamprotsess: D-testi tõlkimine

Järgmine alamprotsess „D-testi tõlkimine“ on kujutatud Joonisel 11. Protsess algab sellest, et d-test on valmis põhikeeles ja lõpeb sellega, et d-test on valmis tõlkekeeles.



Joonis 11 Alamprotsess: D-testi tõlkimine (autori koostatud)

Probleemid:

- Tõlkimise, tõlke-toimetamise ja keeleteoimetamise tasu arvestamine toimub tähemärkide põhjal. Hetkel ei loenda Eksamite Infosüsteem tähemärke piltidelt, skeemidest ja video subtiitritest ning seetõttu peavad partnerid seda eraldi käsitsi arvutama.
- Protsess toimub lineaarselt ehk kõigepealt peab tõlkija tõlkima ühekaupa kõik ülesanded ja testi tagasiside. Siis alustab oma tööd toimetaja jne. Hetkel on see töö on niimoodi korraldatud sellepärast, et EISis puudub kasutajate teavitamise moodul ja töö staatust jälgitakse süsteemiväliselt. Tänu sellele võib see töötapp aega võtta kaks kuni kolm kuud.

### 4.4 D-testi loomisega seotud probleemid, finantsülevaade

Lisaks probleemidele, mis tulenevad äriprotsessidest ning EISist on olemas veel inimestega seotud probleem. D-testide koostajaks otsitakse tavaliselt pika õpetamise kogemusega õpetaja, kes tegeleb ka järele aitamisega, põhjusel, et sellised õpetajad

tunnevad päris hästi, mis tekitab tavaliselt õpilastele õppimisel raskusi ja milliste ülesannetega võib teada saada lüngad õpilaste teadmistes. Kuna tegemist on reeglina tegevõpetajatega, siis nende jaoks see on pigem lisatöö õpetamise kõrvalt, mis tähendab, et õpetaja ei saa d-testidega tegeleda täies mahus. Tavaliselt venitab see ühe d-testi struktuuri ja ülesannete koostamise perioodi paarist kuust kuni poole aastani. Mõned õpetajad loobuvad keset tööd töö teostamisest just põhitööga seotud liiga suure koormuse tõttu.

Probleemiks on ka tõlkijate ning toimetajate leidmine, sest tegemist on erinevate ainete ülesannetega, mis ei luba kasutada ühte universaalset tõlkijat ja toimetajat, sest nad peavad valdama aine spetsiifikat, teadma mõisteid ja neid õigesti kasutama. Lausete ülesehitus ja sõnade valik peab olema õpilastele eakohane ja arusaadav, sest vastasel juhul ülesanne ei kontrolli ainealast oskust ja pädevust, vaid midagi muud (emakeele oskus, sõnavara jne). Seetõttu peab tõlkija ja tõlketoimetaja emakeel olema tõlkekeel, ülesande põhikeelt peavad nad valdama C1 tasemel ning nad peavad töötama koolis õpetajana ja omama head keelekasutust. Eestis võib mõnede ainete puhul (nt füüsika, ühiskonnaõpetus) olla sellesse rolli sobivaid töötajad alla 10 inimese, seetõttu on ülioluline kasutada nende aega efektiivselt.

Tänaseks päevaks olemas olevate d-testide põhjal saab öelda, et ühe d-testi lõpphind on ligikaudu 3000.- EUR. Sellest umbes pool kulub d-testi struktuuri ning ülesannete koostamisele, teine pool tõlkimisele, tõlketoimetamisele, kujundamisele ja sisestamisele. Mõnedele testidele võetakse vajadusel ka ekspertiis. Ühe testi hind sõltub palju ka ülesannete arvust, tähemärkide arvust ja sellest, kas ülesannete jaoks peab looma digimaterjali (videod, audio, skeemid, joonised). Esimese kooliastme testide ülesannete tekstid ei tohi olla keerulised ja pikad ning ülesannete arv on väiksem, kui näiteks kolmanda kooliastme d-testidel.

Kui võtta arvutuste aluseks ühe d-testi hinnana 3000 EUR ja proovida arvutada, mis summa kuluks mõne õppeaine katmiseks d-testidega, siis näiteks põhikooli matemaatikas on 45 teemat, mis jagunevad veel 79 alateemaks. Praegune kogemus ütleb, et matemaatikas võib ühes alateemas olla keskmiselt 3-10 d-testi, mis tähendab, et kogu põhikooli matemaatika teemade katmiseks d-testidega kulub hinnanguliselt 711 000 – 2 370 000 EUR. Eeldades, et Harnos on üks matemaatika ainespetsialist, kes juhib aastas keskmiselt 7 d-testi loomist, võtaks see aega rohkem kui 30 aastat.

Põhikooli keemias on 10 teemat ja nende katmine testidega võtaks aega 4-5 aastat ja maksaks hinnanguliselt 30 000 EUR.

Kui aga vaadata d-teste kliendi poolt, siis praegune d-testidega seotud probleem on see, et d-test on jagamatu tervik, mille kasutamiskoht on iga testi puhul täpselt määratletud. D-testi saab kasutada kas enne uue teemaga alustamist või peale teema õppimist. Olemasolevaid d-teste on võimatu kasutada osaliselt ja paindlikumalt. Nt põhikooli keemia ainekava esimesele teemale „Millega tegeleb keemia?“ on loodud d-test, mida õpetaja saab kasutada nt enne kontrolltööd, teadmiste kordamiseks, kinnistamiseks ja teadmiste lünkade otsimiseks peale seda, kui teema on õpilastega läbitud. Antud d-test kontrollib kaheksat teema sees olevat RÕK õpitulemust [15]:

- 1) võrdleb ja liigitab aineid füüsikaliste omaduste põhjal: sulamis- ja keemistemperatuur, tihedus, kõvadus, elektrijuhtivus, värvus jms;
- 2) teab keemiliste reaktsioonide esilekutsumise võimalusi, tunneb ära reaktsiooni toimumist iseloomulike tunnuste järgi;
- 3) järgib põhilisi ohutusnõudeid, kasutades kemikaale laboritöodes ja argielus, ning mõistab ohutusnõuete järgimise vajalikkust;
- 4) tunneb tähtsamaid laborivahendeid ja kasutab neid praktilisi töid tehes õigesti;
- 5) eristab lahuseid ja pihuseid ning toob näiteid lahuste ja pihuste kohta looduses ja igapäevaelus;
- 6) lahendab lahuse protsendilisel koostisel põhinevaid arvutusülesandeid.

Probleem on selles, et õpetajal puudub võimalus kontrollida ainult ühe õpitulemuse saavutamist selles teemas, sest d-testi ei saa praegu kasutada osade kaupa ja see muudab d-testid õpetaja jaoks vähem kasutajasõbralikuks.

See on tingitud sellest, et d-testide esmane kontseptsioon töötati välja 2017. a. ning tol hetkel oli teadmine, et d-testi kasutamiseks peab õpetaja viima klassi arvutiklassi ja seal planeerima tunni selliselt, et õpilased saaksid arvuti taga õppida. 2020. aasta kevadel alanud koroonaviiruse epideemia lõi aga uued tingimused, kus õpetaja peab saama diagnostilisi hindamisvahendeid kasutada paindlikumalt õppeprotsessi sees.

Hetkel asuvad d-testid EISis ja see põhjustab samuti mõningaid probleeme. EISi töötati välja selle jaoks, et korraldada riiklikke teste ja viia välishindamine paberkujust e-kujule. Kuna EISi on loodud pigem kõrge panusega testide koostamise ja läbiviimise jaoks, siis kehtivad EISis omad ranged reeglid, mis on seotud EISi sisse saamise ja kehtivate rollidega. Lisaks on EIS 12-aastane infosüsteem, mida on hakatud vaikselt edasi arendama viimase 3-4 aasta jooksul, aga ikkagi on EISis palju kasutajamugavuse ja kasutajaliidese disainiga seotud probleeme, seetõttu tegelevad Harno spetsialistid ise ülesannete digitaliseerimisega ning ei lase õpetajatel ülesandeid süsteemi sisestada või seal teste kokku panna.

#### **4.5 As-Is protsessi analüüsi lühikokkuvõte**

D-testide loomise protsessi ning selle etappe analüüsides on näha, et need on üpris kiire ressurssimahukad ja aeganõudvad. Protsess on ülekoormatud üleliigsete sammudega, mille tõttu tööd dubleeritakse, kommunikatsioon osapoolte vahel ei ole kõige efektiivsem, protsess pikeneb tehnoloogia ebapiisava juurutamise tõttu. Hetkel sõltub olemasolev protsess palju just inimestest, eriti suur mõju on Harno ainespetsialistil, kes juhib, kontrollib ja võtab igal etapil töö vastu. Analüüsist tuleb ka välja, et Harno ainespetsialist on üks kõige suurem piirang sellele, et toota aastas rohkem teste.

Mõned probleemid tulenevad otseselt Eksamite Infosüsteemist, mille tõttu lisandub käsitöö ja mida oleks võimalik automatiseerida ning vältida.

Probleemiks on ka see, et loodud testid on mõeldud tervikteemale või osaoskusele ning õpetaja ei saa teste kasutada osade kaupa jooksvalt teemat läbides, vaid ainult kas pärast kogu teema käsitlemist või enne teemaga alustamist.

## 5 D-testide loomise To-Be äriavaade

Käesolevas peatükis on antud ülevaade d-testide loomise To-Be äriavaatele. Kõigepealt on vaadatud sarnaste probleemide lahendusi maailmapraktikast, siis on To-Be lahenduse kirjeldus, planeeritav väärtusvoog ning selle toetavad ärivõimekused, äriprotsess ning ärinõuded.

### 5.1 Maailmapraktikate ülevaade

Antud peatükis tutvustatakse põgusalt maailmapraktikate ülevaadet ning antakse autori hinnang sellele, mida oleks võimalik kasutada ka d-testide tootmise kontseptsiooni loomisel.

#### 5.1.1 Squirrel AI

*Squirrel AI* on Hiina ettevõtte, mis pakub õpilastele individualiseeritud õppimise programmi, mis adapteerub õpilase vajadustele [16].

Kõigepealt uurib süsteem õpilase baastaset ning selle jaoks kasutatakse diagnostilist hindamist. Õpilase jaoks tähendab see ülesannete lahendamist arvuti taga juhuslikus järjekorras. Baastasemete fikseerimiseks väidab *Squirrel AI*, et on koostöös õpetajatega jaganud ning kirjeldanud koolis õpetatavad teadmised väiksematesse jagamatutesse osakestesse (*knowledge points*) ning sidunud sellega ülesanded ning muu õppematerjali [16].

Vastavalt ülesannete sooritamise edukusele koostab süsteem õpilase teadmiste profiili ja individuaalse õppimise plaani. Siis hakkab õpilane õppima ehk loeb tekste, vaatab videoid ning harjutab *Squirrel AI* süsteemis. Mingi perioodilisusega annab süsteem õpilasele lahendada ka teste ning fikseerib, kas teadmised on omandatud. Paralleelselt õpib *Squirrel AI* selgeks õpilase õppimise kiiruse, missugusest materjalist õpilane õpib kiiremini, analüüsib õpilase õppimise mustrit [16].

*Squirrel AI* visioon on asendada õpetajate poolt õpetamine täies mahus ning anda see ülesanne üle arvutile. Õpetaja sekkub ainult siis, kui tekib probleem. [16] D-testide eesmärk ei ole õpetaja asendamises, vaid õpetaja aja vabastamine selleks, et õpetaja saaks rohkem keskenduda õpetamisele. D-testid on õpetajale abivahendiks, et paremini

planeerida õppetööd, aga mitte valida õpetamise strateegiat ning metoodikat. D-testide automaatseks tootmiseks peavad ülesanded olema seotud õpitulemustega ning õpitulemustel peavad olema seosed teiste õpitulemustega. Seoste tüübid võivad olla:

- sõltumatu, kus õpitulemustel puudub otsene koosmõju ning nad ei ole üksteise saavutamisel eelduslikus suhtes;
- eeldus, kus õpitulemus A on eeldus õpitulemuse B saavutamiseks;
- koosnemise seos, kus õpitulemus A koosneb õpitulemusest B ning C. Teise sõnadega B ja C koos on sisend õpitulemuse A saavutamiseks.

Samal ajal õpitulemus peab olema seotud teema ning õppeainega. Teadmiste võrgustik on alus d-testi ülesannete järjekorra tekitamisel.

Tervikuna *Squirrel AI* ei sobi, sest Harno eesmärk ei ole õpetajaid e-lahendusega asendada, vaid vabastada õpetaja aega õpetamiseks ning aidata tal diagnoosida lünki õpilaste teadmistes. Lõplik otsustamine peab igal juhul jääma õpetajale, sest õpetaja juhib kõikide õpilaste vajadustega arvestades protsessi. Samas teadmiste võrgustiku kontseptsiooni tehniline lahendus on autori hinnangul hea sisend, et d-testide kokkupanemist automatiseerida. Kui oleks võimalik osta *Squirrel AI* poolt ainult teadmiste võrgustiku komponent, siis autori hinnangul ei tasuks ka seda teha ning põhjuseks on õppekavade erinevused ja vajadus tõlkida õpitulemusi hiina keelest eesti ning vene keelde.

### **5.1.2 Arvutipõhine adaptiivne test**

Üks tänapäeval kasutatavatest testimise metoodikatest, mille aluseks on kolm võimalust e-testide kokkupanemisel [17]:

- test pannakse ülesannetest kokku inimese poolt. Testil on kindel struktuur, kindel ülesannete järjekord ning ülesannete arv;
- automatiseeritud ülesannete valik ülesandepangast testis ette antud parameetrite järgi;
- arvutipõhine adaptiivne testimine CAT-i abil (*Computer Adaptive Test*).



CAT-ide puhul toimub ülesannete valimine testis samm-sammult. Kui õpilane ei saa ülesandega hakkama, saab ta järgmiseks ülesandeks lihtsama ning kui õpilane saab ülesandega hakkama, saab järgmisena keerulisema ülesande. Juhul kui mitu lihtsamat ülesannet ei ole õpilasele jõukohased, test lõpeb ning süsteem arvutab testi tulemuse [17].

CAT testid võivad kasutada fikseeritud ning variatiivse testimise strateegiat. Fikseeritud testimise strateegia puhul saavad kõik õpilased samasugused teatud raskusastmega ülesanded, aga igaüks liigub testis mööda individuaalset rada vastavalt ülesannete sooritamise edukusele. Variatiivse strateegia puhul valitakse ülesanded ülesannete pangast sobiva raskusastmega ning ülesannete valik sõltub eelmise ülesande ning ülesannete grupi sooritamise edukusest [18].

Üldistatud kujul CAT-i olulised komponendid on:

- suur kalibreeritud ülesandepank (kalibreeritud tähendab, et on teada ülesande eristusvõime);
- ülesannete valimise algoritm ehk reegel, mille järgi valitakse ülesanded;
- alguse koht ehk millisest ülesandest õpilane hakkab testi lahendama;
- skoorimise algoritm ehk mille järgi test arvutab testi sooritaja kogu tulemuse;
- testi lõpetamise tingimus ehk millal testimine sooritaja jaoks lõpeb (ülesannete arvu piirang, ajaline piirang jne) [19].

CAT-id on kindlasti sisend d-testide loomise automatiseerimiseks. D-testid on sarnased CAT-dega selle poolest, et d-testid ka adapteeruvad õpilaste vastustele ning hargnevad. D-testide jaoks peab igal juhul olema loodud suur ülesannete pank, kus ülesannetel on märgendatud õpitulemus ning teema.

D-testid erinevad CAT-dest selle poolest, et d-testide ülesannete järjekord määratakse vastavalt teadmiste struktuurile ning mõõtmisel keskendutakse teadmiste lünkade otsimisele. D-testi ülesande mittesooritamisel kontrollib järgmine ülesanne sellele teadmisele eelnevat teadmist jne.

## 5.2 To-Be lahenduse kontseptuaalne kirjeldus

Lähtudes kõikide osapoolte vajadustest ning As-Is äriprotsessi analüüsist välja tulnud probleemidest, teeb magistritöö autor ettepaneku loobuda üksikute d-testide koostamisest ning keskenduda d-testide genereerimise võimaluse loomisele. Selle jaoks peab olema olemas kolm komponenti:

- teadmiste võrgustik, milles on toodud õpitulemuste omavahelised seosed;
- ülesandepank, kus d-testideks sobivad ülesanded on seotud ka õpitulemustega;
- d-testi algoritm ehk reegel, mille järgi valitakse ülesandeid.

Lisaks komponentidele peab olema ka õpetaja ning õpilase vaade, mille kaudu d-test suunatakse ning sooritatakse.

Kõigepealt valib õpetaja teema ja ühe või mitu õpitulemust, mille kohta soovib saada tagasisidet ning suunab d-testi õpilastele. Vastavalt valitud õpitulemusele valitakse ülesandepangast sobilik ülesanne, mida õpilane lahendab. Edasi liigutakse vastavalt soorituse edukusele ning õpitulemuste seostele, õpilasele valitakse ülesandepangast järgmine ülesanne jne.

Selline lahendus annab õpetajale võimaluse täpsemalt valida, mida ta soovib kontrollida.

Õpilase jaoks tähendab selline lahendus, et ta saab d-testi lahendada omas tempos ning kõik lõpetavad testi samal ajal. Nõrgemad õpilased saavad tagasiside teadmiste lünkade kohta. Tugevad õpilased kinnistavad oma teadmisi ning saavad liikuda järgmiste teadmiste juurde.

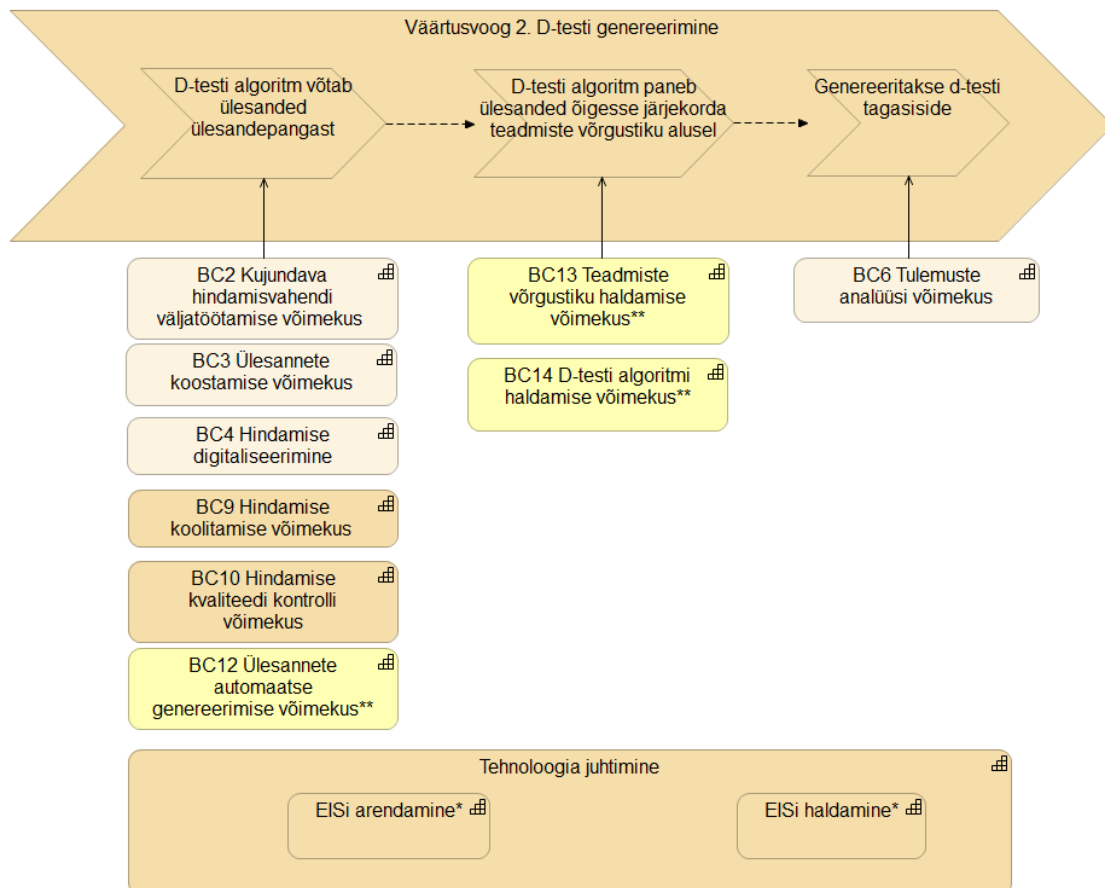
Harno jaoks oleks antud protsess odavam ja lihtsam, sest ülesande koostaja ei pea enam ise igale testile eraldi mudelit looma. Ülesannete koostaja koostab ülesanded konkreetsete õpitulemuste mõõtmiseks, ülesande koostajaid on lihtsam leida, koolitada ning juhendada. Ülesannete panga täiendamiseks saab kasutada olemasolevate d-testide jaoks loodud ülesandeid ning saab otsida ka valmis lahendusi ülesannete automaatse genereerimise jaoks, mille abil oleks võimalik ülesandeid paljundada ja neist kiiresti erinevaid versioone luua. Lisaks vabaneb Harno spetsialisti aeg sisestamise tööst ja ta

võib keskenduda ülesannete panga täitmisele, teadmiste võrgustiku haldamisele või d-testi mudeli uurimisele.

Sellise lahenduse hea külg on ka selles, et antud komponendid võivad olla arendatud iseseisvalt erinevate meeskondade abil ning siis süsteemiga liidestatud, mis annab paindlikkuse töö valmimise aja ja ressursside planeerimiseks.

### 5.3 D-testi genereerimise võimekuste planeerimine

Joonisel nr 12 antakse ülevaade organisatsiooni soovitud seisundi d-testide genereerimise väärtusvoost, koos vastavate võimekustega. Tärniga ning helebeeži värviga on markeeritud võimekused, mis vajavad arendamist ning kahe tärniga ning helekollase värviga on markeeritud võimekused, mis on organisatsiooni jaoks uued, aga magistritöö autori hinnangul olulised eesmärgi saavutamiseks.



Joonis 12 Organisatsiooni uus väärtusvoo diagramm koos võimekustega (autori koostatud)

Väärtusvoo diagrammilt on näha, et väärtusvoog on lühenenud kolme sammu võrra, mis tähendab, et nüüd saab organisatsioon kliendile kiiremini väärtust tuua. D-testi algoritmi ning ülesannete panga koosvõime toetamiseks on vajalik kõige rohkem ärivõimekusi.

Võimekust BC2 (kujundavate hindamisvahendite väljatöötamine) tuleb autori hinnangul edasi arendada, sest on vaja jõuda universaalse ehk aineteülese d-testi algoritmi kirjeldamiseni ning lisaks peaks olema kirjeldatud reeglid iga kooliastme jaoks. Praegu on Harnos d-testide koostamise kogemused ainult neljas ainevaldkonnas ning tuleb alustada uurimist teistes valdkondades. Lisaks peab d-testi algoritmil tekkima dokumentatsioon.

Ülesannete koostamise võimekus peab olema toetatud ülesannete koostamise standardiseerimisega. Oluline on leida tehnoloogilised lahendused nendele töösammudele, kus tekib töö dubleerimine ning mõttetu mehaaniline töö. Ülesannete panga pidevaks täiendamiseks peavad olema lihtsustatud ülesannete sisestamise ja ülesannete koostajate koolitamise protsessid.

Hindamise digitaliseerimise võimekus peab olema toetatud uute ülesandetüüpide uurimise ning loomisega. Siin on oluline uurida ja jälgida tehnoloogiliste võimaluste arendamist, eriti tehisintellekti arenemist matemaatiliste teadmiste, kõne ning vaba teksti hindamisel.

Uued võimekused koos kirjeldustega on toodud tabelis nr 2.

Tabel 2 Uued organisatsiooni võimekused koos kirjeldustega

<b>ID</b>	<b>Ärivõimekus</b>	<b>Kirjeldus</b>
BC12	BC13 Ülesannete automatiseeritud genereerimise võimekus	Automatiseeritud ülesannete või küsimuste loomine arvutitehnoloogia abil. See võimekus on oluline ülesannete panga täiendamisel ülesannetega, sest d-testide automaatse genereerimise jaoks peab olema väga suur ülesandepank ning ülesannetel peab olema palju versioone.

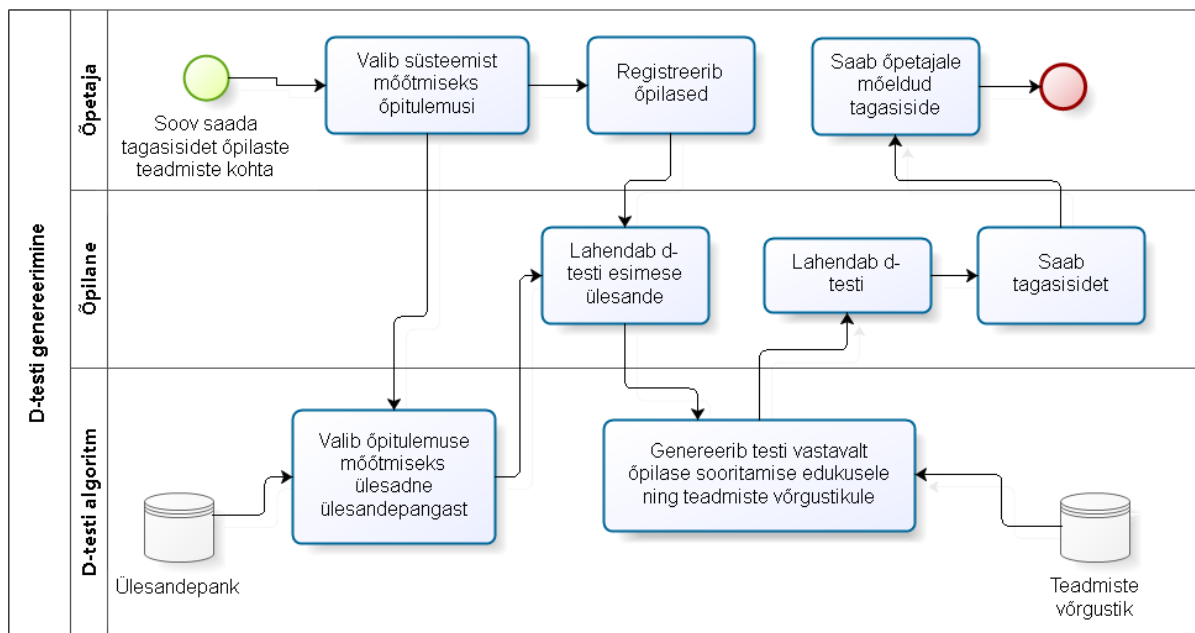
BC13	Teadmiste võrgustiku haldamise võimekus	See võimekus realiseerub teadmiste võrgustiku loomise, kalibreerimise, täiendamise ning analüüsimise kaudu.
BC14	D-testi algoritmi haldamise võimekus	See uus võimekus realiseerub d-testi kokku panemise algoritmi seadistamise, kirjeldamise ning analüüsimise kaudu.

#### **5.4 Planeeritava lahenduse äriprotsessi mudel**

Planeeritava lahenduse paremaks selgitamiseks koostas magistritöö autor d-testi kasutamise lihtsustatud äriprotsessi mudeli, mis on kujutatud Joonisel 13. Põhjalikum äriprotsessi mudel on toodud Lisa 3.

Antud mudelist on näha kõige suurem erinevus As-Is protsessis: d-test ei ole varem koostatud vaid genereeritakse automaatselt iga sooritamisega.

D-testi genereerimisel võetakse ülesanded ülesandepangast ning ülesannete järjekord d-testis määratakse teadmiste võrgustiku järgi. Seda protsessi juhib d-testi algoritm, mis on reeglite kogum, mille järgi kõik toimub.



Joonis 13 D-testi automaatse genereerimise To-Be mudel (autori koostatud)

To-Be protsessis ei ole d-testide loomine piiratud spetsialisti töövõimega. Ülesandepanga ülesanded saab tellida ülesannete koostajatelt, kellel puuduvad teadmised d-testidest. See lihtsustab koostajate värbamise ning koolitamise protsessi. Lisaks teostatakse To-Be lahenduses kaks kõige ajanõudvamat protsessi (d-testi mudeli koostamine ning ülesannete koostamine) paralleelselt erinevate inimeste poolt, mis autori hinnangul mõjutab d-testide loomise kiirust.

Teadmiste võrgustiku loomine likvideerib probleemi, et d-testid on koostatud erinevatel printsiipidel ja lihtsustab ka d-testide kasutamist kliendi poolt.

Probleemid, mis on seotud d-testide käsitsi kokkupanemisega EIS-is ning eeltestimisega, kaovad täiesti ja see vabastab Harno ainespetsialisti aega ning annab talle kui asjatundjale võimaluse keskenduda teadmiste võrgustiku loomisele. Koos sellega välditakse ka vigu, mis on seotud sellega, et d-testi mudel koostatakse ühes keskkonnas, kokku pannakse d-test selle mudeli põhjal inimese poolt teises keskkonnas ja kommenteeritakse kolmandas keskkonnas.

## 5.5 Ärinõuded loodavale planeeritavale lahendusele

Planeeritava lahendusele ärinõuete formuleerimiseks on kasutatud:

- nõuete avastamise lõuend (*Requierey Discovering Canvas*) [20], mis on täidetud magistritöö autori poolt ning on toodud Lisas 2;
- As-Is protsesside analüüsist välja tulnud probleemid;
- organisatsiooni strateegia analüüs.

Ärinõuded on grupeeritud ärinõudegruppideks lahenduse komponendi kuuluvuse järgi: ülesandepank, teadmiste võrgustik, d-testi algoritm, avalik vaade.

Tabel 3 Planeeritava lahenduse ärinõuded

<b>ID</b>	<b>Ärinõude-grupp</b>	<b>Ärinõue</b>	<b>Lühikirjeldus</b>
BR1.1	Ülesandepank	E-ülesannete loomine peab olema intuiitiivselt lihtne ning mugav ülesande koostaja jaoks.	E-ülesande loomisega peab hakkama saama ilma koolituseta kasutaja.
BR1.2	Ülesandepank	Loodud e-ülesannet peab olema võimalik üle vaadata ning anda tagasisidet otse süsteemis.	Ülesannete kvaliteedi tagamiseks peab ülesande retsenseerimiseks suunama teisele koostajale, kelle kompetentsid selleks sobivad. Retsenseeritud ülesande juures peab olema vastav märk.
BR1.3	Ülesandepank	Ülesande koostaja peab saama toimetada ülesannet peale tagasiside saamist.	Ülesande koostaja peab saama teavituse, et tema ülesanne on retsenseeritud ning peab saama viia sisse parandused.
BR1.4	Ülesandepank	E-ülesandeid peab olema võimalik genereerida.	Kasutajal peab olema võimalus sisestada ülesande parameetrid ning nende parameetrite põhjal

			peab süsteem genereerima ülesandeid.
BR1.5	Ülesandepank	Tõlkija peab saama ülesannet tõlkida.	Tõlkija peab saama lisada ülesandele tõlkekihi ning ülesannet läbi lahendada põhija tõlkekeeles.
BR2.1	Teadmiste võrgustik	E-hindamise ning õppekava ekspert peab saama hallata teadmiste võrgustiku õpitulemusi.	E-hindamise ning õppekava ekspert peavad saama lisada uusi õpitulemusi, muuta olemasolevaid ning sisestada seoseid õpitulemuste vahel.
BR2.2	Teadmiste võrgustik	Õppekava eksperdil peab olema ülevaade teadmiste võrgustiku struktuurist.	Õppekava eksperdil peab olema graafiline ülevaade teadmiste võrgustiku seostest. Õpitulemuste seoste ebakõlad peaksid olema markeeritud ning nende kohta peab olema saadetud automaatne teave.
BR3.1	D-testi algoritm	D-testi algoritmi halduril peab olema võimalus seadistada d-testi algoritmi ning hallata muudatuste logisid.	D-testi algoritmi halduril on olemas võimalus seadistada algoritmi erinevate ainete jaoks ning seadistada kooliastmele erinevad tingimused, sealhulgas ülesannete arv, eduka soorituse lahenduse protsent, maksimaalne lahendamise piirae jne.
BR3.2	D-testi algoritm	D-testi algoritmi haldajal peab olema võimalus kontrollida erinevates rollides d-testi	D-testi algoritmi haldajal peab olema võimalus kontrollida d-testi kokkupanemist õpilase



		genereerimist.	vaates, tagasiside genereerimist õpilase ning õpetaja vaates.
BR3.3	D-testi algoritm	D-testi algoritmi halduril peab olema ülevaade d-testi genereerimise statistikast ning teekondadest.	D-testi algoritmi halduril peab olema võimalik võtta välja andmed d-testi kohta <i>csv</i> kujul ning vaadata kasutajaliidesest, kuidas konkreetsetel teemadel on õpitulemused omavahel seotud ja kui palju on ülesandeid õpitulemuse kohta.
BR4.1	Avalik vaade	Avaliku vaate kasutajal peab olema lihtne ning mugav võimalus süsteemi siseneda.	Õpetajal ning õpilasel peab olema valik autentimisvõimalustest, mille abil nad sisenevad keskkonda.
BR4.2	Avalik vaade	Õpetajal peab olema võimalus valida õpitulemused, mida ta soovib d-testiga hinnata.	RÕKis on päris palju õpitulemusi, mis on grupeeritud teemadeks, alateemadeks, õppeaineteks jne. Õpetajal peab olema mitu võimalust vajaliku õpitulemuse ülesotsimiseks nii otsingu kui ka valikute tegemise abil. Otsing peab olema lihtne ning intuitiivne.
BR4.3	Avalik vaade	Õpetajal peab olema mugav ja lihtne d-testi õpilastele suunata.	Kasutajaliides peaks olema intuitiivselt arusaadav ning suunama kasutajaid õigel hetkel õigeid valikuid tegema. D-testi suunamisel peab olema valitud õpitulemus, d-testi genereerimise piirangud (ühe

			teema piires, ühe aine klassi piires jne) ning testi kestvus.
BR4.4	Avalik vaade	Õpetajal peab olema lihtne ja mugav viis valida õpilased, kellele d-test suunatakse.	Õpetajal peab olema intuiitiivselt lihtne võimalus suunata d-testi õpilasele, õpilaste grupile, klassile lahendamiseks. Õpilaste andmed peavad olema õpetajale kättesaadavad ilma lisaliigutusega (ilma eraldi õpilastele kontode loomiseta).
BR4.5	Avalik vaade	Õpilasel peab olema lihtne d-testi lahendada ning tulemusi koos tagasisidega vaadata.	Sooritaja vaade peab olema intuiitiivne ning lihtne. Õpilast ei tohi testi sooritamisel midagi segada. Õpilane näeb, et vastused on salvestatud. Õpilane saab kohandada testi sooritamise vaadet enda vajadustest lähtuvalt: kasutada luupi nägemisprobleemi korral, valida süsteemi kontrastsust, värvipimeduse režiimi).
BR4.6	Avalik vaade	Õpetajal ning õpilasel peab olema lihtne ja mugav viis, kuidas vaadata klassi ning õpilase tagasisidet peale d-testi sooritamist.	D-testi tulemus peab olema mitmekihiline, mugavalt ning lihtsalt loetav, jälgitav ning arusaadav. Õpetajal peab olema võimalus vaadata õpilaste kohta lisastatistikat (õpilase poolt antud vastused, lahendamise aeg). Tagasisides peavad olema näha teadmiste

			lüngad, tagasiside usaldusväarsuse hinnang, soovitused õpetajale tagasiside tõlgendamiseks. Tagasisidet peab olema võimalik importida teistesse õppeinfosüsteemidesse (eKool, Stuudium jne).
--	--	--	---

## 6 Süsteemi analüüs ning arhitektuuri lahendused

Käesolevas peatükis on antud ülevaade süsteemi To-Be tehnoloogilisest lahendusest. Süsteemiks nimetab autor selles peatükis tehnoloogilist lahendust äriprotsessi toetamiseks. Kõigepealt on antud ülevaade süsteemi MVPst ning sellele vastavatest funktsionaalsetest ning mittefunktsionaalsetest nõuetest. Siis on kirjeldatud süsteemi infoobjektid ning nende vahelised seosed. Lõpus on antud ülevaade planeeritava lahenduse arhitektuurist ERD ning komponentmudeli abil.

### 6.1 Kavandatava süsteemi MVP

MVP peaks olema selline minimaalne toode, millega on võimalik kontrollida, kas kasutaja soovib toodet kasutada. MVP annab võimaluse käituda iteratiivselt, samm-sammult süsteemi arendades ning pidevalt kasutaja poolt tagasisidet saades. See annab võimaluse pidevalt korrigeerida vastavalt kasutajate tagasisidele teenuse ning toote kvaliteeti [21].

Seetõttu enne kalli tehnilise lahenduse loomist on autori hinnangul mõistlik kontrollida, kas kliendid on automaatselt genereeritavate d-testide kasutamisega rahul.

Automaatselt genereeritav d-test lahendab õppeprotsessis paindlikult kasutatava d-testi probleemi ning annab õpetajale vabaduse kontrollitavate õpitulemuste valimisel. D-testide automaatse genereerimise MVP peab võimaldama:

- õpetajal valida õpitulemus, mille põhjal genereeritakse d-test;
- õpilasel testi lahendada;
- sisestada ja hallata d-testi algoritmi reegleid;
- siduda ülesandepanga ülesandeid teadmiste võrgustiku õpitulemustega;
- d-testi algoritmi koosvõimet ülesandepanga ning teadmiste võrgustikuga.

Sellest tuleneb ka esmase MVP maht:

- loodud peab olema komponent d-testi algoritmi haldamiseks;
- d-testi automaatse genereerimise jaoks vajalikud komponendid peavad olema omavahel seotud (ülesandepank, d-testi algoritm, teadmiste võrgustik).

Praegu asuvad d-testid EISis, kus on olemas ülesandepank koos d-testi jaoks sobivate ülesannetega. EISis on olemas ka avaliku vaate kasutajaliides, mille abil on võimalik d-testi õpilastele suunata. EIS ei ole kasutajatele intuiitiivselt lihtne ning mugav keskkond, aga MVP testimise jaoks sellest hetkel piisab.

Seoses „Personaliseeritud õpiraja“ projektiga Harnos on loodud Wiki, kus kirjeldatakse õpitulemuste seosed ning viiakse need kokku RÕK-iga [22]. See keskkond realiseerib teadmiste võrgustiku komponendi eesmärki.

Hetkel ei ole õpitulemused EISi ülesandepangas masinloetaval kujul, mis tähendab, et EIS peab olema liidestatud teadmiste võrgustikuga ning ülesannetel peavad olema märgendatud õpitulemused. Lisaks on EISis palju erinevate eesmärkidega ülesandeid, millest mõned ei sobi d-testide ülesanneteks.

Praegu puudub täiesti d-testi kokkupanemise algoritm ja selle haldamise võimalus, see tuleb luua minimaalse funktsionaalsusega.

Järgmistes peatükkides on tehtud süsteemi analüüs ja arhitektuur ainult MVP-le.

## 6.2 Funktsionaalsed nõuded MVP-le

Funktsionaalsete nõuete kirjeldamiseks olulised aktorid on toodud allpool Tabel 4. Aktorid on jagatud siseaktoriteks ehk Harno töötajateks ning välisaktoriteks ehk klientideks.

Tabel 4 MVP aktorid

Sisemised aktorid	Välised aktorid
<ul style="list-style-type: none"><li>• Harno ainespetsialist</li><li>• D-testi algoritmi haldaja</li><li>• Teadmiste võrgustiku haldaja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Õpetaja</li><li>• Õpilane</li><li>• Ülesande koostaja</li></ul>

### 6.2.1 Funktsionaalsed nõuded MVP-le

Ärinõuetest ning MVPst välja tulnud funktsionaalsed nõuded on kirjeldatud Tabelis nr 5 kasutajalugude kujul.

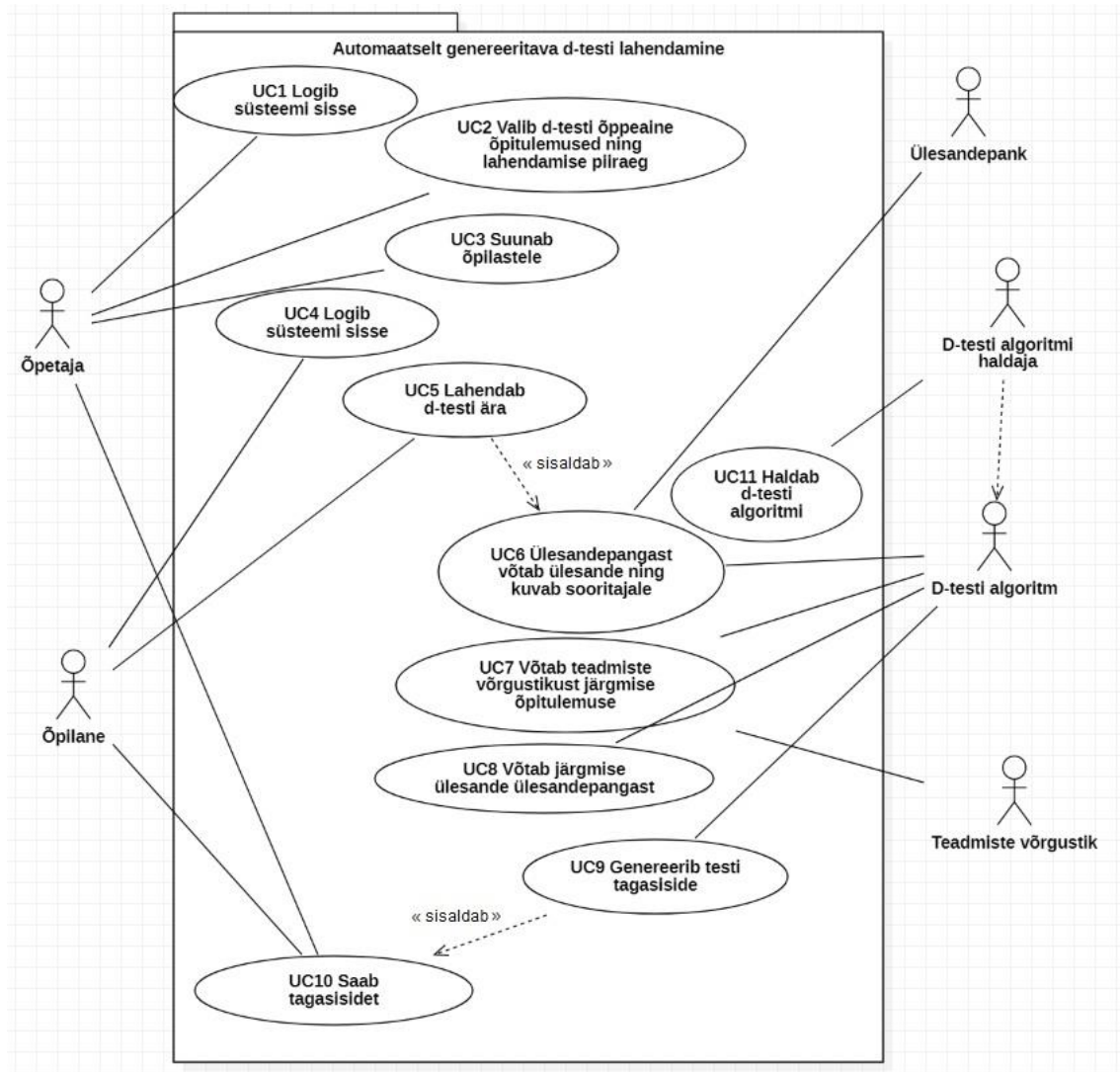
Tabel 5 Funktsionaalsed nõuded planeeritavale lahendusele

ID	Funktsionaalsed nõuded
FR1	Mina ülesande koostajana soovin määrata ülesandepangas oleva ülesande puhul, kas ülesanne sobib d-testi ja et d-testi algoritm oleks võimeline vajaliku ülesande üles leidma.
FR2	Mina ülesande koostajana soovin siduda ülesandepangas oleva ülesannet teadmiste võrgustiku õpitulemusega, et d-testi algoritm saaks d-testis kasutada õiget ülesannet.
FR3	Mina teadmiste võrgustiku haldurina soovin saada ülevaadet missugused õpitulemused on kaetud ülesannetega ja millises ulatuses, et juhtida ülesannete tellimist.
FR4	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin seadistada d-testi genereerimise liikumist teadmiste võrgustiku olevate õpitulemuste kaudu ühe aine ning kooliastme piires, et

	juhtida d-testide genereerimist.
FR5	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin seadistada sooritamise edukuse piirid ühe aine ning kooliaste piires, et täpselt seadistada d-testi algoritmi toimimist.
FR6	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin d-testi algoritmi testimiseks saada võimalust testi eelvaates kokkupanemiseks.
FR7	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin saada d-testi genereerimisega seotud statistikat, et analüüsida ning teha parandused d-testi algoritmi ning e-õppekavasse.
FR8	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin näha graafiliselt õpilase teekonda teadmiste võrgustikus, et analüüsida ning viia parandused d-testi algoritmi ning e-õppekavasse.
FR9	Mina d-testi algoritmi haldurina soovin valida ülesandeid, mis sobivad d-testi genereerimiseks, et omada ülevaadet ülesannetest, mis osalevad d-testi genereerimisel.
FR10	Mina õpetajana soovin valida EISis mis õppeaines, mis teemal ning milliseid õpitulemusi soovin kontrollida, et õppeprotsessi paindlikult juhtida.
FR11	Mina õpetajana soovin valida EISis d-testi lahendamise piiraga, mille lõppemisel d-test õpilase jaoks sulgub, et suuta tunni aega täpsemalt planeerida.
FR12	Mina õpetajana soovin saada EISis põhjalikku tagasisidet õpilaste teadmiste ulatusest ja lünkade kohta nii õpilase kui ka õpilaste grupi tasandil, et planeerida õppeprotsessi järgmiseid tegevusi.
FR13	Mina õpetajana soovin näha õpilase d-testi tulemusi ning õpilase tulemuste ajalugu selleks, et analüüsida õpilase õppimise edukust pikas perspektiivis.
FR14	Mina õpilasena soovin lahendada d-testi ja saada enda teadmistele tagasisidet.
FR15	Mina õpilasena soovin saada tagasisidet enda oskustele ja teadmistele, et teada kuidas mul läheb.

### 6.3 MVP kasutusmallide diagramm

Joonis 14 on toodud automaatselt genereeritavale d-testi lahendamise peamiste kasutusmallide diagramm (*Use Case diagramm*).



Joonis 14 MVP peamiste kasutusmallide diagramm (autori koostatud)

Allpool Tabel 6 on toodud ka kasutusjuhtumite selgitused.

Tabel 6 Kasutusjuhtumite selgitused

Aktor	ID	Kasutusjuhtum	Kasutusjuhtumi selgitus
Õpetaja, õpilane	UC1, UC4	Logib süsteemi sisse.	Kasutaja logib EISi süsteemi sisse kasutades sobilikke autentimisviise.

Õpetaja	UC2	Valib d-testi õppeaine, teema, õpitulemuse ning lahendamise piiraja.	Saab valida õpitulemuse või mitu õpitulemust, mille põhjal d-test genereeritakse. Lahendamise piiraeg on aeg, mille lõppemisel test automaatselt sulgeb.
Õpetaja	UC3	Suunab d-testi õpilasele.	Suunamise all mõeldakse õpilase, õpilaste grupi, klassi registreerimist d-testi lahendamisele ning testi alustamise loa andmist.
Õpilane	UC5	Lahendab d-testi.	Õpilane sisestab küsimuste vastused/valib õige(d) vastus(ed).
D-testi algoritm	UC6	Võtab ülesandepangast ülesande ning kuvab sooritajale.	Valib ülesandepangast vastavalt õpetaja poolt valitud õpitulemusele juhuvalimi abil ülesande.
D-testi algoritm	UC7	Võtab teadmiste võrgustikust järgmise õpitulemuse.	Läbi teadmiste võrgustiku tuvastab d-testi algoritm eeldusjärel-koosnemise seosega õpitulemuse.
D-testi algoritm	UC8	Võtab järgmise ülesande ülesandepangast	Vastavalt tuvastatud eeldusjärel-koosnemise seosega õpitulemusele valib algoritm ülesandepangast järgmise ülesande.
D-testi algoritm	UC9	Genereerib d-testi tagasiside.	Korjatakse kokku õpilasel tehtud ülesanded ning tehakse kokkuvõtte omandatud/omandamata



			õpitulemustest.
Õpilane, õpetaja	UC10	Saab tagasisidet	Kasutaja näeb d-testi algoritmi poolt tehtud kokkuvõtet.
D-testi algoritmi haldur	UC11	Haldab d-testi algoritmi	Haldur saab seadistada d-testi algoritmi reegleid erinevatel õppeainetel, kooliastmetel jne.

## 6.4 Mittefunktsionaalsed nõuded MVP-le

Allpool Tabelis nr 7 on toodud mittefunktsionaalse nõuete loetelu d-testide automaatse genereerimise lahendusele. Nõuete kategoriseerimine on teostatud FURPSi mudeli järgi.

Tabel 7 Mittefunktsionaalsed nõuded MVP-le

ID	Liik	Mittefunktsionaalne nõue
MR1	Töökindlus/käideldavus	Ühekordse katkestuse pikkus d-testi kasutamisel aktiivsel kasutusajal kuni 4 tundi (st ühekordse katkestuse pikkus võib olla vahemikus väiksem või võrdne 4 tunniga ja suurem kui 1 tund).
MR2	Konfidentsiaalsus	Info kasutamine on lubatud ainult teatud kindlatele kasutajagruppidele, juurdepääs teabele on lubatud juurdepääsu taotleva isiku õigustatud huvi korral.
MR3	Jõudlus	Maksimaalne samaaegsete kasutajate arv on 2000.
MR4	Jõudlus	Täiskoormuse juures avanevad ülesanded 5 sekundi jooksul.
MR5	Toetatavus	Süsteem seadistatakse vastavalt õpilaste vajadustele (keel, värvipimedus jne).
MR6	Toetatavus	Süsteemi peab töötama kõikides arvutites ja peab toetama kõrvaklappide ning mikrofoni kasutamist

MR7	Toetatavus	Süsteem toimib korrektselt enimkasutatavates veebibrauserites nagu Microsoft Edge, Safari, Mozilla, Chrome.
-----	------------	---

## 6.5 Ärireeglid MVP-le

Allpool Tabelis nr 8 on kirjeldatud ärireeglid, mis on jagatud neljaks grupiks ehk ärireeglid, mis on seotud d-testi suunamisega, genereerimisega, omadustega, lahendamisega.

Tabel 8 Ärireeglid

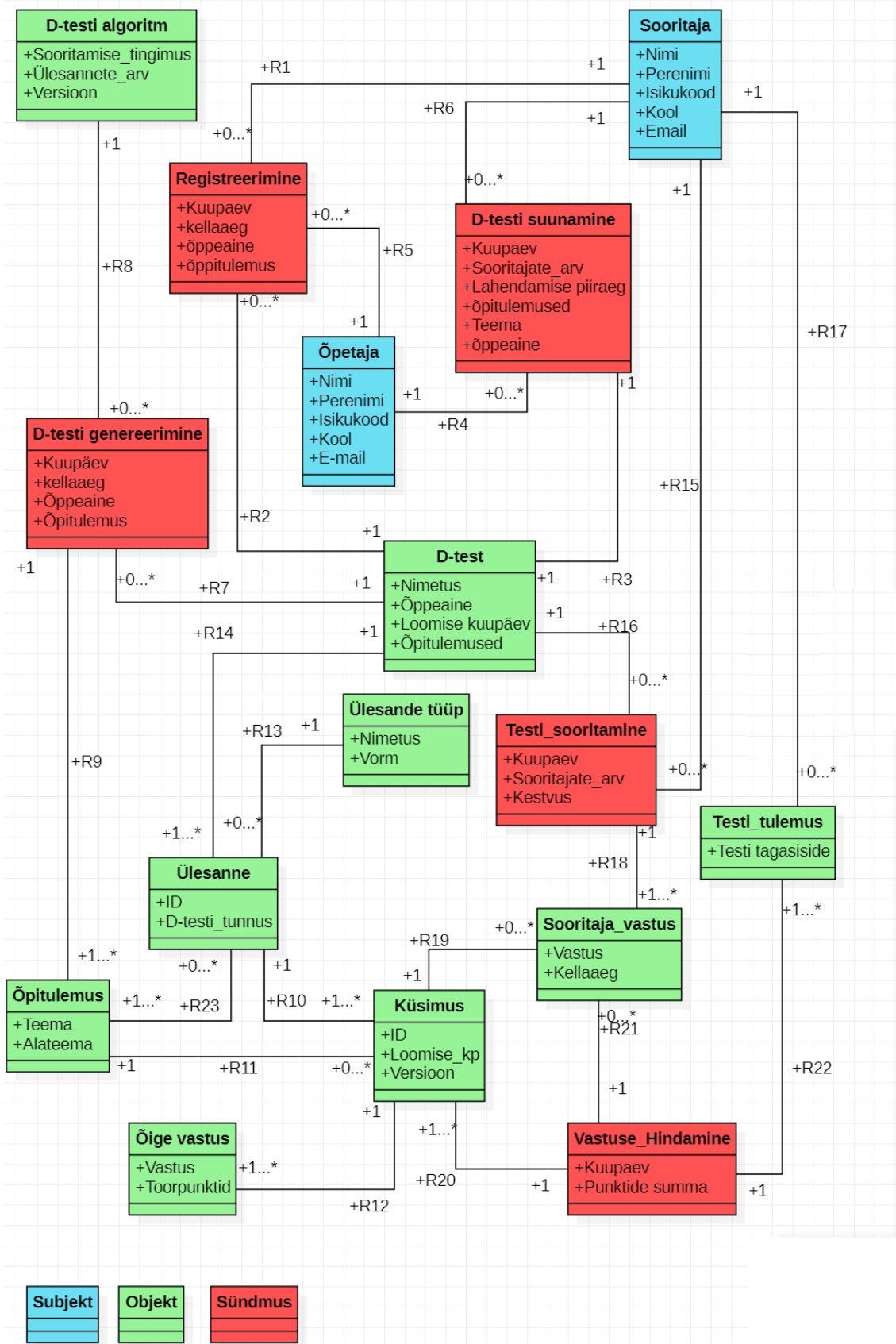
Nr	ID	Ärireegli kirjeldus
D-testi suunamisega seotud reeglid		
1	R1	Iga d-testile <b>registreerimine</b> on seotud ühe <b>sooritajaga</b> , kuid üks <b>sooritaja</b> saab olla seotud mitmele d-testile <b>registreerimisega</b> .
2	R2	Iga testile <b>registreerimine</b> on seotud ühe <b>testiga</b> , kuid üks <b>test</b> saab olla seotud mitme testile <b>registreerimisega</b> .
3	R3	Ühe <b>d-testi suunamine</b> on seotud ainult ühe <b>d-testiga</b> ning üks <b>testi sooritamine</b> on seotud ainult ühe <b>d-testi suunamisega</b> .
4	R4	<b>D-testi suunamine</b> saab olla seotud ainult ühe <b>õpetajaga</b> , kuid õpetaja saab olla seotud mitme d-testi suunamisega.
5	R5	<b>D-testi registreerimine</b> saab olla seotud ainult ühe <b>õpetajaga</b> , kuid <b>õpetaja</b> saab olla seotud mitme <b>registreerimisega</b> .
6	R6	<b>D-testi suunamine</b> saab olla seotud ainult ühe <b>sooritajaga</b> , kuid <b>sooritaja</b> võib olla seotud mitme <b>d-testide suunamisega</b> .
D-testi genereerimisega seotud reeglid		

7	R7	<b>D-testi genereerimine</b> saab olla seotud ühe <b>d-testiga</b> , kuid iga <b>d-test</b> saab olla seotud mitme <b>d-testi genereerimisega</b> .
8	R8	<b>D-testi genereerimine</b> saab olla seotud ühe <b>d-testi algoritmiga</b> , kuid <b>d-testi algoritm</b> saab olla seotud mitme <b>d-testide genereerimisega</b> .
9	R9	<b>D-testi genereerimine</b> saab olla seotud ühe või mitme <b>õpitulemusega</b> , kuid <b>õpitulemus</b> saab olla seotud ainult ühe <b>d-testi genereerimisega</b> .
D-testiga seotud reeglid		
10	R10	<b>Ülesandes</b> saab olla üks või mitu <b>küsimust</b> , kuid <b>küsimus</b> saab olla seotud ainult ühe <b>ülesandega</b> .
11	R11	<b>Küsimus</b> saab olla seotud ühe või mitme <b>õpitulemusega</b> . <b>Õpitulemus</b> võib olla seotud mitme küsimusega.
12	R12	<b>Küsimusele</b> on ainult üks või mitu <b>õiget vastust</b> ning üks <b>õige vastus</b> saab olla seotud ainult ühe <b>küsimusega</b> .
13	R13	Iga <b>ülesande tüüp</b> saab olla seotud mitme <b>ülesandega</b> , kuid igal <b>ülesandel</b> on üks ülesande <b>tüüp</b> .
14	R14	<b>D-testis</b> saab olla mitu <b>ülesannet</b> , kui <b>ülesanne</b> saab olla seotud ühe <b>testiga</b> .
D-testi lahendamise seotud reeglid		
15	R15	Iga <b>d-testi sooritamine</b> saab olla seotud ainult ühe <b>sooritajaga</b> , iga <b>sooritaja</b> on seotud nulli või mitme <b>d-testi sooritamisega</b> .
16	R16	Ühe <b>testi sooritamisega</b> saab olla seotud üks <b>d-test</b> , <b>d-test</b> saab olla seotud mitme <b>testi sooritamisega</b> .
17	R17	<b>Sooritajaga</b> saab olla seotud kas null või mitu <b>testi tulemust</b> , kuid <b>testi tulemus</b> on seotud ainult ühe <b>sooritajaga</b> .
18	R18	Ühe <b>testi sooritamisega</b> saab olla seotud ühe või mitme sooritaja vastused, sooritaja vastusega saab olla seotud üks <b>testi sooritamine</b> .

19	R19	<b>Sooritaja vastusega</b> saab olla seotud üks <b>küsimus</b> , kuid ühe <b>küsimusega</b> saab olla seotud null või mitu <b>sooritaja vastust</b> .
20	R20	<b>Küsimusega</b> saab olla seotud üks <b>vastuse hindamine</b> , kuid <b>vastuse hindamisega</b> saab olla seotud üks või mitu <b>küsimust</b> .
21	R21	<b>Sooritaja vastusega</b> saab olla seotud üks <b>vastuse hindamine</b> , kuid <b>vastuse hindamisega</b> saab olla seotud null või mitu <b>sooritaja vastust</b> .
22	R22	<b>Testi tulemusega</b> saab olla seotud üks või mitu vastuse hindamist, kuid <b>vastuse hindamisel</b> saab olla üks <b>testi tulemus</b> .
23	R23	<b>Ülesandega</b> saab olla seotud üks või mitu õpitulemust, kuid <b>õpitulemusega</b> saab olla seotud null või mitu <b>ülesannet</b> .

## 6.6 Äriinfomudel

Äriinfomudel esitab d-testi automaatse genereerimisega seotud infoobjektid, nende vahelised seosed ning atribuudid. Mudelil on olemas ka viited ülalpool toodud ärireeglitele.



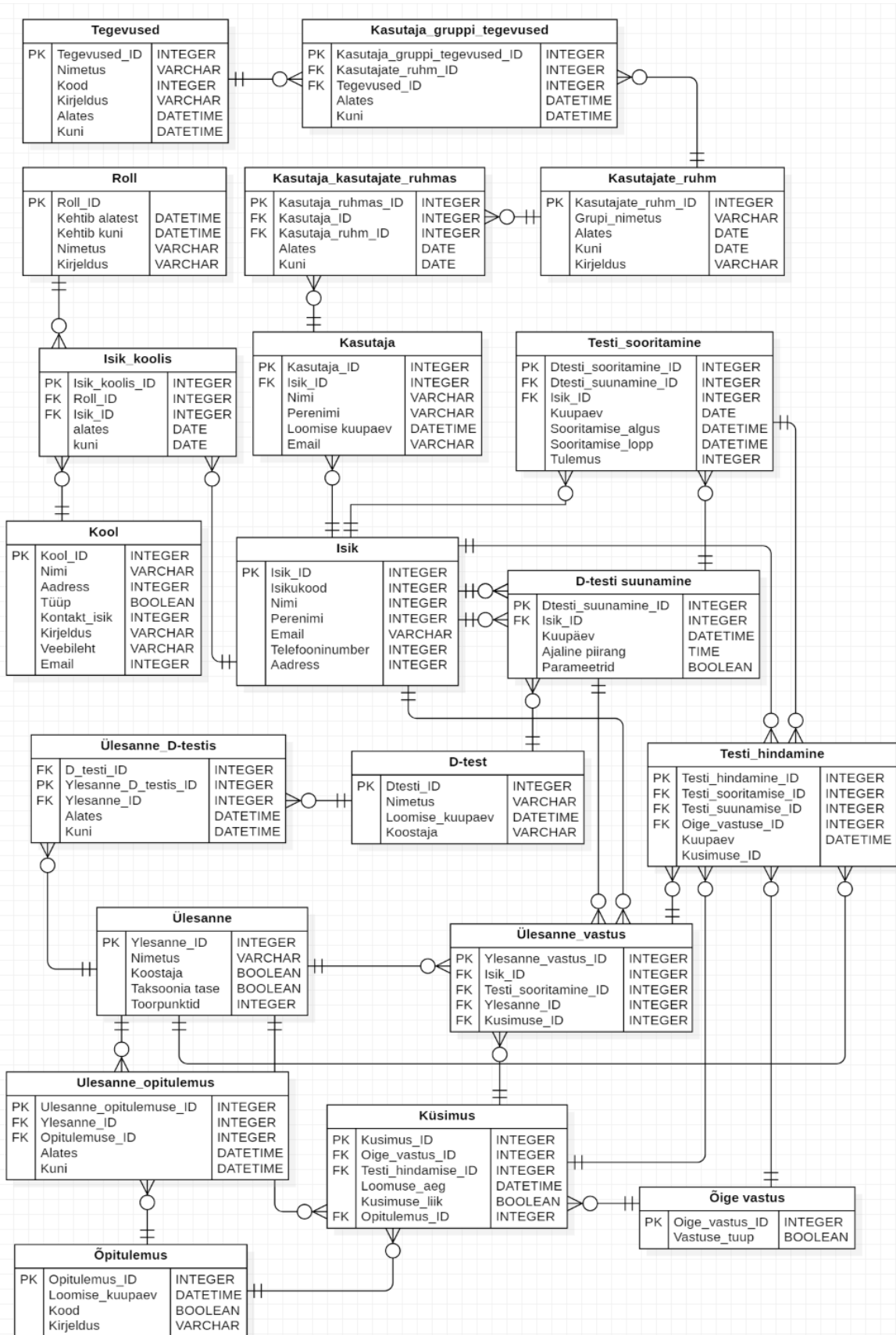
Joonis 15 Äriinfomudel kavandavatele lahendusele (autori koostatud)

## **6.7 MVP arhitektuur**

Antud peatükis antakse lühiülevaade To-Be süsteemi arhitektuurist.

### **6.7.1 ERD**

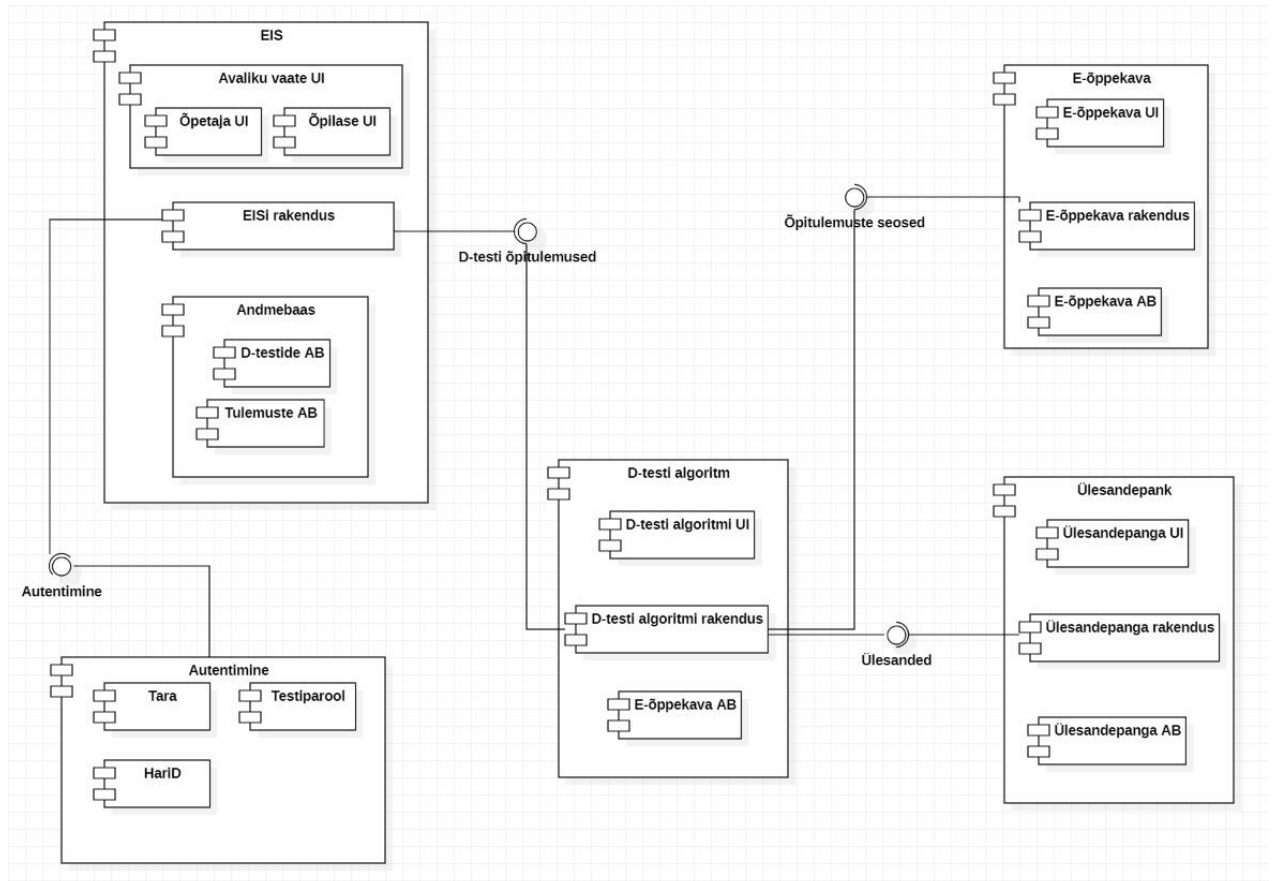
Allpool on kirjeldatud süsteemi andmebaasi kontseptuaalne kavand ER-diagrammi abil.



Joonis 16 ERD (autori koostatud)

## 6.7.2 Komponentide mudel ning komponentide kaardistus koos kirjeldustega

Allpool on esitatud arhitektuuri komponentmudel, kus on toodud d-testide genereerimiseks vajalikud tarkvarakomponendid, nendevahelised seosed ning info liikumine.



Joonis 17 Komponentdiagramm (autori koostatud)

Allpool Tabelis nr 9 on toodud komponentide kirjeldused.

Tabel 9 Komponentide kirjeldused

Komponendi nimetus	Kirjeldus
Autentimine	Väline komponent, mille abil kasutajad saavad sisse logida.  See komponent koondab kasutajate autentimise ning rollide ja õigustega seotud funktsionaalsuse ning edastab teistele moodulitele andmed kasutaja tuvastamise ja õiguste kohta.  Autentimismoodul peab võimaldama autentida võimalikult



	erinevate meetodite nt TARA, E-kooli ja HARID vahendite abil.
EIS	Komponent, mis sisaldab äri loogikat, kasutajaliidest ning andmeid. Komponent sisaldab õpetaja kasutajaliidest, mille abil toimub õpitulemuse valimine, d-testi suunamine, õpilaste registreerimine ning tagasiside vaatamine. Sisaldab ka õpilase kasutajaliidest, mille abil õpilane lahendab d-testi ning vaatab testi tulemust.
Ülesandepank	Komponent, mis sisaldab kõiki ülesandeid, millest d-test võib olla genereeritud.
D-testi algoritm	Komponent, mis sisaldab d-testi genereerimist ning talletab andmeid ülesandepangast, e-õppekavast ning EISist.
Teadmiste võrgustik	Väline komponent, mille abil d-testi algoritm paneb d-testi genereerides ülesanded järjekorda.

## 7 Kokkuvõte

Käesolevas magistritöös esimeses peatükis püstitatud eesmärgid said edukalt täidetud. Kõigepealt on antud ülevaade probleemidest, kus sai analüüsitud Harno võimekust katta d-testidega RÕK õpitulemused ning autori poolt tehtud ettepanekute põhjal on tehtud uue lahenduse kontseptsioon. Lahendus on unikaalne ning maailmas Harno tingimustele täies mahus sobivat lahendust, mida oleks võimalik integreerida, ei leidunud.

Magistritöös uuritavad probleemid, mis on loetletud peatükis 2.3 said lahendused:

1. Olemasolevate protsessidega ei ole võimalik kiiresti ning kuluefektiivselt d-teste toota.
2. Analüüsiti As-Is d-testide loomisega seotud äriprotsesse ning kaardistati probleemid.
3. Autor pakkus uue lahenduse, mille abil oleks võimalik d-teste luua kiiresti ning kuluefektiivselt.
4. Autor on formuleerinud ja kaardistanud nõuded, millele peab uus lahendus vastama ning on andnud ülevaate lahenduse arhitektuurist.

Magistritöös analüüsiti

- Harno Testide ja hindamise osakonna ärivõimekusi;
- Harno d-testide teenusega seotud eesmäärke ning strateegiat;
- d-testide koostamise väärtusvoogu ning väärtusvoo realiseerimist;
- d-testide loomise As-Is äriprotsessi;
- uue lahendusega seotud ärivõimekusi;
- kahte sarnast probleemi lahendatavat maailmapraktikat.

Magistritöös formuleeriti:

- ärinõuded To-Be lahendusele;

- ärireeglid To-Be lahendusele;
- MVP;
- funktsionaalsed ning mittefunktsionaalsed nõuded MVP-le;
- MVP komponendid koos kirjeldustega.

Magistritöös koostati:

- Harno ärivõimekuste kaar ning välishindamise alamärivõimekuste kaart;
- d-testi koostamise ning d-testi automaatse genereerimise väärtusvoo diagrammid;
- väärtusvoo realiseerimise diagramm;
- As-Is äriprotsessi SIPOC diagramm;
- As-Is ning To-Be äriprotsesside mudelid;
- Äriinfomudel;
- Kasutusmallide diagramm;
- EDR;
- Komponentdiagramm.

## Kasutatud kirjandus

- [1] E. Rull, „Einar Rull: personaalsed õpiteed ja isikustatud haridus,“ 10 02 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.err.ee/987476/einar-rull-personaalsed-opiteed-ja-isikustatud-haridus>. [Kasutatud 9 mai 2021].
- [2] „What is the difference between formative and summative assessment?,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.cmu.edu/teaching/assessment/basics/formative-summative.html>. [Kasutatud 06 mai 2021].
- [3] Haridus- ja Teadusministeerium, „Haridusvaldkonna arengukava 2021-2035,“ [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.hm.ee/sites/default/files/eesti\\_haridusvaldkonna\\_arengukava\\_2035\\_s\\_eisuga\\_2020.03.27.pdf](https://www.hm.ee/sites/default/files/eesti_haridusvaldkonna_arengukava_2035_s_eisuga_2020.03.27.pdf). [Kasutatud 01 mai 2021].
- [4] „<https://kompas.harno.ee/>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kompas.harno.ee/personaliseeritud-ope/>. [Kasutatud 14 mai 2021].
- [5] S. Innove, „Diagnostilised testid,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.innove.ee/oppevara-ja-metoodikad/digioppevara/e-kogud/diagnostilised-testid/>. [Kasutatud 01 mai 2021].
- [6] E. Rull, „Postimees,“ 07 detsember 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://leht.postimees.ee/7127029/einar-rull-nouandeid-labi-e-lukuaugetamiseksi>. [Kasutatud 09 mai 2021].
- [7] M. Lankhorst, „Business Architecture with ArchiMate,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://bizdesign.com/blog/business-architecture-with-archimate/#:~:text=ArchiMate%20bridges%20the%20gap%20between,supporting%20architecture%2C%20and%20change%20initiatives..> [Kasutatud 10 mai 2021].
- [8] „The TOGAF® Standard, Version 9.2,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/m/chap28.html#:~:text=Capability%2Dbased%20planning%20focuses%20on,to%20achieve%20the%20desired%20capability..> [Kasutatud 01 mai 2020].
- [9] A. Hayes, „Investopedia,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/b/business-process-redesign.asp#:~:text=%20Business%20Process%20Redesign%20%28BPR%29%20%201%20Understanding,and%20mapping%20the%20processes%20that%20currently...%20More%20>. [Kasutatud 1 aprill 2021].
- [10] J. D. Stroud, „ISIXSIGMA,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.isixsigma.com/implementation/project-selection-tracking/business-requirements-document-high-level-review/#:~:text=Business%20requirements%20are%20the%20critical,of%20customer%20needs%20and%20expectations..> [Kasutatud 7 mai 2021].
- [11] P. Schmöllerl, „Medium,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://medium.com/lean-coders/requirements-discovery-canvas-717515d87b6e>. [Kasutatud 1 aprill 2021].

- [12] Haridus ja Noorteamet, „HarNo,“ Haridus ja Noorteamet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://harno.ee/harno>. [Kasutatud 01 mai 2021].
- [13] H. j. N. p. Ulla Ilisson, Haridus ja Noorteamet, 20 detsember 2020. [Võrgumaterjal].
- [14] Haridus- ja Teadusministeerium, „ÜLEVAADE HARIDUSSÜSTEEMI VÄLISHINDAMISEST 2019/2020. ÕPPEAASTAL,“ 2020. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.hm.ee/sites/default/files/ulevaade\\_haridussusteemi\\_valishindamisest\\_2019-2020\\_oa\\_0.pdf](https://www.hm.ee/sites/default/files/ulevaade_haridussusteemi_valishindamisest_2019-2020_oa_0.pdf). [Kasutatud 01 mai 2021].
- [15] „<https://www.riigiteataja.ee>,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1230/4202/1010/1m%20lisa4.pdf#>. [Kasutatud 3 mai 2021].
- [16] R. Tong, „[www.ai-expo.net](http://www.ai-expo.net),“ 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ai-expo.net/northamerica/wp-content/uploads/2018/11/1000-Richard-Tong-Squirrel-AI-Learning-DATA-STRAT-V1.pdf>. [Kasutatud 03 mai 2021].
- [17] E. A. V. Golanova, „Адаптивное тестирование как одна из форм компьютерного тестирования,“ 2010. [Võrgumaterjal]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnoe-testirovanie-kak-odna-iz-form-kompyuternogo-testirovaniya>. [Kasutatud 14 mai 2021].
- [18] I. Ivanova, „nauchkor,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://nauchkor.ru/pubs/adaptivnoe-testirovanie-po-matematike-v-sredney-shkole-5efcb05dcd3d3e00013d7f95>. [Kasutatud 03 mai 2021].
- [19] D. J. W. A. G. G. KINGSBURY, „APPLICATION OF COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING TO EDUCATIONAL PROBLEMS,“ 1984. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/229790641\\_Application\\_of\\_Computerized\\_Adaptive\\_Testing\\_to\\_Educational\\_Problems](https://www.researchgate.net/publication/229790641_Application_of_Computerized_Adaptive_Testing_to_Educational_Problems). [Kasutatud 14 mai 2021].
- [20] „<https://lonsdalesystems.com/>,“ 25 märts 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://lonsdalesystems.com/post/the-requirements-discovery-canvas-in-a-nutshell>. [Kasutatud 3 mai 2021].
- [21] R. Abramov. [Võrgumaterjal]. Available: <https://habr.com/ru/company/productstar/blog/508892/>. [Kasutatud 4 mai 2021].
- [22] „[oppekava.edu.ee](https://oppekava.edu.ee),“ Haridus- ja Noorteamet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://oppekava.edu.ee/a/Esileht#Proloog>. [Kasutatud 4 mai 2021].
- [23] L. S. Sterling, The Art of Agent-Oriented Modeling, London: The MIT Press, 2009.

## Lisa 1 Lihtlitsents

Mina, Anastasia Shipova

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose "Riikliku õppekava õpitulemuste katmine diagnostiliste hindamisvahenditega kasutades digitaalset lahendust", mille juhendaja on Guido Leibur

1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

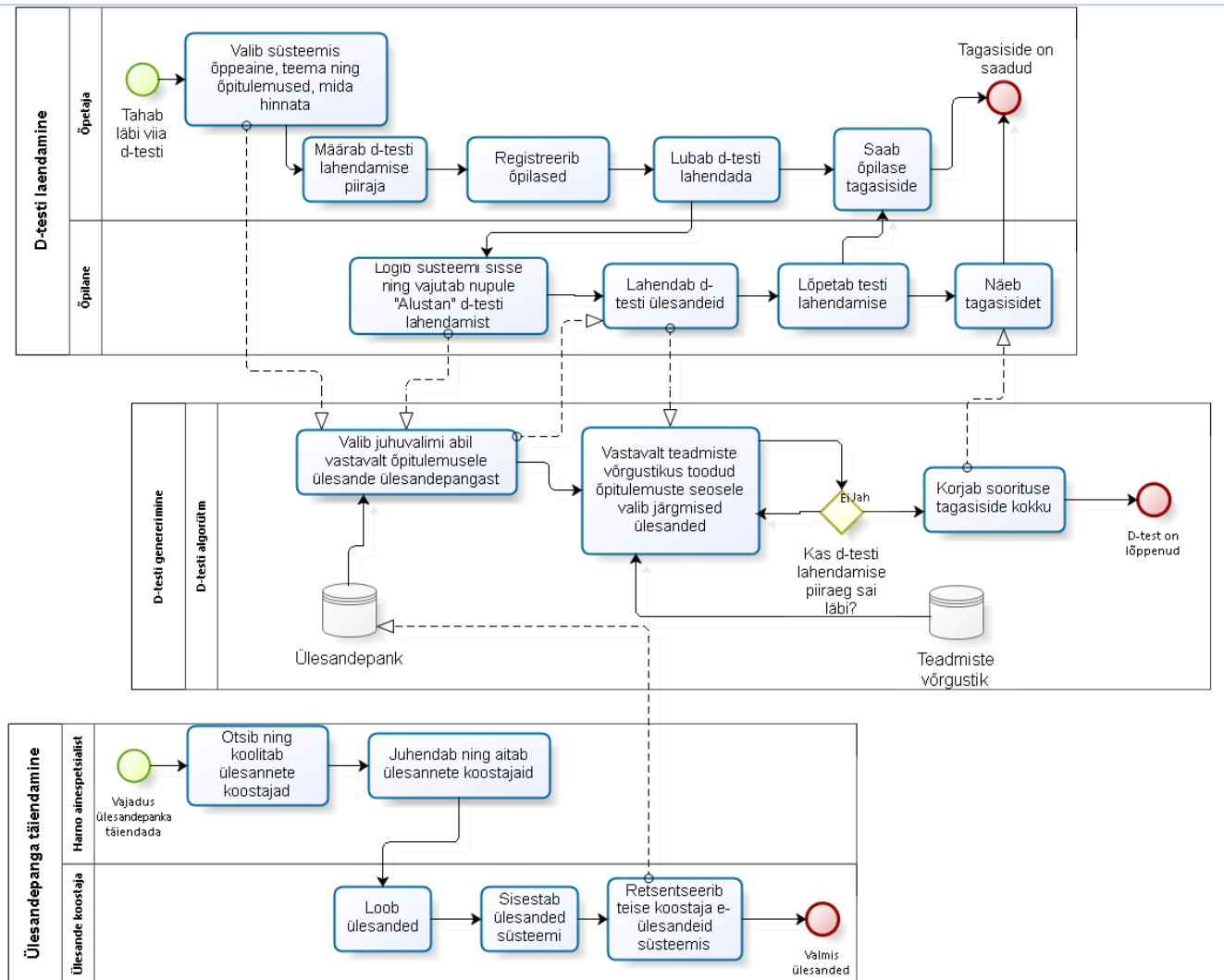
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

## Lisa 2 Nõuete tuvastamise lõuend (*Requary discovering canvas*)

Tabel 10 Nõuete tuvastamise lõuend

Tooteomanik ( <i>Product Owner</i> )	Tegevused ( <i>Activities</i> )	Strateegia ( <i>Strategic</i> )	Funktsionaalsused ( <i>Features</i> )	Visioon ( <i>Vision</i> )
Haridus- ja Noorteamet	Ülesandepangaga täiendamine ning haldamine D-testi algoritmi haldamine Teadmiste võrgustiku täiendamine ning haldamine D-testi suunamine D-testi lahendamine D-testi tagasiside vaatamine D-testi tulemuste analüüsimine	D-testide automaatne genereerimine Kulude efektiivne kasutamine	kasutajasõbralik e-ülesannete loomise keskkond, e-ülesannete genereerimise võimalus, kasutajasõbralik teadmiste võrgustiku haldamise keskkond, d-testi algoritmi haldamise keskkond, e-testi läbiviimise e-abi mees, kasutajasõbralik kasutajaliides testi tegemiseks, d-testi tulemuse ning tagasiside vaatamise võimalus, põhjalik statistika d-testide sooritamise kohta	õpetaja parem käsi ning tugi õpetamise planeerimisel ja õpilase personaliseeritud tagasiside teadmistest ning oskustest
<b>Asjatundjad (Subject Matter Experts)</b>		<b>Info (Information)</b>		<b>Kasutajaliidesed (Interfaces)</b>
Riikliku Õppekava ekspert, e-hindamise spetsialist, ülesande koostaja, ülesande toimetaja ülesande tõlkija d-testi haldur		kasutaja andmed ülesandepang ülesande andmed e-testi tulemused e-testi statistika ülesannete vastused		Õpetaja ning õpilase kasutajaliides Ülesandepanga haldamise ning täitmise kasutajaliides D-testi algoritmi haldamise kasutajaliides Teadmiste võrgustiku haldamise kasutajaliides
<b>Muu osapooled (Other Stakeholders)</b>		<b>Reeglid (Rules)</b>		<b>Komponendid (Components)</b>
õpilased, kooliõpetajad, lapsevanem haridustehnoloogid		Andmekaitse seadus, Agiilsed meetodid tarkvara arendamises		arenduskeskkond, testkeskkond, <i>prelive</i> keskkond, <i>LIVE</i>

## Lisa 3 To-Be lahenduse detailne protsessivaade



Joonis 18 To-Be lahenduse detailne protsessivaade (autori koostatud)