

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA

Kunstide ja tehnoloogia õpetaja magistriõppekava

Ako Laugamets

**PEDAGOOGILINE PIDUR KUI MÄÄRAMATUSE REGULEERIMISE
ANALÜÜTILINE MÕISTE SPEKULATIIVSE DISAINI ÕPPES**

Magistritöö

Juhendaja Maria Jürimäe, MA, üldpedagoogika õpetaja

Viljandi 2026

RESÜMEE

Pedagoogiline pidur kui määramatuse reguleerimise analüütiline mõiste spekulatiivse disaini õppes

Magistritöö uurib õpetaja sekkumiste rolli õpilaste mõtlemise suunamisel spekulatiivse disaini õppeprotsessis. Uurimuse lähtepunktiks on probleem, et spekulatiivsele õppele omane avatus ja määramatus võivad põhikooli III astme õppijates põhjustada mõtlemise hajumist, ebakindlust või raskusi oma ideede põhjendamisel.

Töö panus seisneb „pedagoogilise piduri“ mõiste täpsustamises ühe võimaliku analüütilise vahendina õpetaja sekkumiste kirjeldamiseks suure määramatusega õpisiuatsioonides.

Pedagoogilist pidurit käsitletakse õpetaja teadliku ja ajastatud sekkumisena, mille eesmärk ei ole loovust piirata, vaid aidata õppijal ajutiselt fookust taastada, ideed täpsustada ja määramatusega paremini toime tulla.

Uurimus viidi läbi disainipõhise uurimusena põhikooli III astme tehnoloogiaõpetuse tundides. Analüüsitud episoodides ilmnes, et vähese õpetajapoolse suunamise korral võis õppijate mõtlemine kalduda pinnapealse fantaasia, tehnoloogilise ebamäärasuse või arutelu seiskumise suunas. Õpetaja sekkumised avaldusid töös eelkõige kahe võttena: raamimisena, mis aitas ülesande tähendusvälja ajutiselt piiritleda, ning ankurdamisena, mis sidus õpilaste ideed konkreetsema kogemuse, materjali, tööpõhimõtte või kasutusolukorraga. Eetilist vahendamist käsitletakse töö teoreetilises raamistikus võimaliku kolmanda mõõtmena, kuid empiirilises materjalis ilmnes see vähem selgelt.

Analüüsitud episoodide põhjal võib järeldada, et käesolevas kontekstis ei toetanud määramatus õppimist iseenesest, vaid vajab õpetaja olukorratundlikku reguleerimist.

Õigeaegne pedagoogiline pidurdamine võis aidata taastada arutelu analüütilist fookust ning toetada õpilaste ideede täpsemat põhjendamist ja mõtestamist.

Märksõnad: spekulatiivne disain, tehnoloogiaõpetus, määramatus, õpetaja sekkumine, pedagoogiline pidur, õppimise toetamine, kognitiivne koormus.

ABSTRACT

The Pedagogical Brake as an Analytical Concept for Examining the Regulation of Uncertainty in Speculative Design Education

This Master's thesis examines the role of teacher interventions in guiding students' thinking in the context of speculative design education. The study addresses the problem that the openness and uncertainty characteristic of speculative learning may lead lower secondary students to cognitive dispersion, uncertainty, or difficulties in justifying their ideas.

The contribution of the thesis lies in clarifying the concept of the "pedagogical brake" as a possible analytical tool for describing teacher interventions in learning situations marked by a high degree of uncertainty. The pedagogical brake is understood as a deliberate and timely teacher intervention whose purpose is not to restrict creativity, but to help students temporarily regain focus, clarify their ideas, and cope with uncertainty.

The study followed a Design-Based Research (DBR) approach and was conducted in lower secondary technology education lessons. The analysed episodes suggest that, with limited teacher guidance, students' thinking could move toward superficial fantasy, technological vagueness, or stagnation in discussion. In the empirical material, teacher interventions were most clearly expressed through two forms: framing, which temporarily delimited the field of meaning of the task, and anchoring, which connected students' ideas to more concrete experiences, materials, mechanisms, or use situations. Ethical mediation is discussed as a possible third dimension in the theoretical framework, but it appeared less clearly in the empirical material.

Based on the analysed episodes, the findings suggest that, in this context, uncertainty did not support learning by itself, but required situation-sensitive regulation by the teacher. Timely pedagogical braking could help restore the analytical focus of discussion and support students in justifying and making sense of their ideas more precisely.

Keywords: speculative design, technology education, uncertainty, teacher intervention, pedagogical brake, scaffolding, cognitive load.

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	6
1.1 Pedagoogilise piduri esmane määratlus	7
1.2 Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused	10
1.3 Uurimisstrateegia ja uurija-õpetaja roll	10
2. TEOREETILINE RAAMISTIK	11
2.1 Spekulatiivne disain kui didaktiline ja arutlev praktika	11
2.2 Kognitiivse koormuse reguleerimine spekulatiivses õppes	12
2.3 Pedagoogilise piduri komponendid ja rakendumine õppeprotsessis	13
2.4 Pedagoogiline pidur õppimise toetamise kontekstis	15
3. UURIMISMETOODIKA JA PROTSESS	17
3.1 Uurimisstrateegia: disainipõhine uurimus	17
3.2 Uurimiskontekst ja valimi kirjeldus	19
3.3 Andmekogumise meetodid ja protseduur	20
3.4 Andmeanalüüs ja kodeerimisprotsess	22
3.5 Uurimuse eetika ja usaldusväarsus	25
4. TULEMUSED JA ANALÜÜS	26
4.1 Diagnostiline etapp: reguleerimata määramatus ja spekulatiivne hajumine	27
4.2 Ennetav raamimine: spekulatiivse ruumi piiritlemine	28
4.3 Täpsustav ankurdamine: üldise idee sidumine konkreetse toimemehhanismiga	29
4.4 Kirjeldava loogika katkestamine: kirjelduselt põhjendamisele	30
4.5 Kriitiline vastandus kui loogilise vastuolu nähtavaks tegemine	31
4.6 Detaili nõudmine: üldsõnaliselt kirjelduselt dokumenteeritava täpsuseni	32
4.7 Kasutusloogika testimine: artefaktist süsteemini	33
4.8 Määramatuse teadlik taasavamine: tekstirobot kui visuaalne tõlgenduskiht	34
4.9 Kokkuvõttev võrdlus: pedagoogilise piduri avaldumisvormid	35
5. ARUTELU JA JÄRELDUSED	38
5.1 Vastused uurimisküsimustele	40
5.1.1 Millised kognitiivsed ja emotsionaalsed raskused ilmneshid spekulatiivse disaini ülesannetes?	40
5.1.2 Kuidas toimis pedagoogiline pidur tuvastatud pingete reguleerimisel?	41
5.1.3 Milline roll oli õpetaja sekkumise ajastusel õpilaste arutelu või loometöö analüütilise fookuse kujunemisel?	43
5.2 Pedagoogiline pidur kui määramatuse rütmistamine	44
5.3 Praktilised järeldused tehnoloogiaõpetusele	45
5.4 Uurimuse piirangud ja lahendamata küsimused	47
5.5 Edasised uurimisvõimalused	49
KASUTATUD ALLIKAD	51
LISAD	54
LISA 1. Joonis 1. Andmeanalüüsi protsess: interaktsiooni-episoodist mustrite tõlgendamiseni	54

LISA 2. Spekulatiivse disaini ülesandekaartide näide	55
LISA 3. Tolmeldamisseadme prototüüp	56
LISA 4. Stressi vähendava muusikaseadme artefakt	57
LISA 5. Õhupuhasti või filtriseadmega seotud artefakt	58
LISA 6. Tekstiroboti abil loodud visuaalse tõlgenduse näited	59
LISA 7. Õpilaste koostatud kasutusjuhendi muutmata väljavõtted	60

1. SISSEJUHATUS

Kaasaegses hariduses tuleb üha enam arvestada määramatusega, mida süvendavad kiired tehnoloogilised muutused ja vajadus valmistada õppijaid ette raskesti prognoositavaks tulevikuks. Eesti põhikooli riiklik õppekava (2023) rõhutab tehnoloogiavaldkonnas kriitilise ja loova mõtlemise arendamist, kuid praktikas võib õppetöö keskenduda endiselt peamiselt tehniliste ja funktsionaalsete oskuste omandamisele. Samal ajal eeldab nüüdisaegne tehnoloogiaõpetus, et õppija suudaks analüüsida tehnoloogia mõju ühiskonnale, kujundada põhjendatud seisukohti ning tulla toime avatud probleemidega. Soobiku (2015) järgi liigub tehnoloogiaõpetus üha enam loova probleemilahenduse ja disainmõtlemise suunas, kus valmis vastuseid ei pruugi olla.

Ühe võimaliku lähenemisena võimaldab spekulatiivne disain käsitleda tehnoloogiat mitte ainult praktilise lahendusena, vaid ka arutelu ja kriitilise mõtlemise vahendina (Dunne & Raby, 2013). Spekulatiivsed ülesanded suunavad õppijaid kujutlema võimalikke tulevikustsenaariume ning arutama nende mõju ühiskonnale, inimese käitumisele ja väärtustele. Selline lähenemine võib toetada tulevikukirjaoskust, kuid toob õppeprotsessi ka suurema avatuse ja ebakindluse.

Tulevikukirjaoskuse käsitlustes ei mõisteta tulevikku pelgalt prognoosimise objektina, vaid võimalusena mõtestada olevikku ja selles peituvaid valikuid (Miller, 2018; Poli, 2017). See eeldab õppijalt võimet taluda ebakindlust, märgata varjatud eeldusi ja kaaluda erinevaid arengusuundi (OECD, 2018). Samas ei toeta määramatus õppimist iseenesest. Kui ülesanne jääb õppija jaoks liiga avatuks või ebamääraseks, võib see suurendada kognitiivset ja emotsionaalset pinget. Malpassi (2017) järgi võib spekulatiivsete meetodite liigne avatus viia olukorrani, kus arutelu eemaldub käsitletavast probleemist ja kaotab õppimise seisukohalt fookuse.

Sarnane probleem ilmnes ka käesoleva töö autori õpetamispraktikas. Põhikooli III astme õppijad suutsid luua fantaasiarikkaid ja leidlikke ideid, kuid vajasisid tuge nende ideede põhjendamisel, täpsustamisel ja usutava kontekstiga seostamisel. Seetõttu ei käsitleta käesolevas töös fantaasiat spekulatiivse disaini vastandina. Kujutlusvõime on spekulatiivse disaini oluline osa, sest võimalike tulevikustsenaariumide loomine eeldab mõtlemist olemasolevast olukorrast kaugemale. Probleemseks muutub mitte fantaasia ise, vaid olukord,

kus kujutluslik idee kaotab seose käsitletava probleemi, usutavuse või analüütilise põhjendusega.

Kuigi spekulatiivset disaini käsitletakse sageli loovust ja kriitilist mõtlemist toetava lähenemisena, on vähem tähelepanu pööratud sellele, kuidas õpetaja saab õppijat toetada olukorras, kus määramatus hakkab õppimist takistama. Käesoleva töö keskmes on pedagoogilise piduri mõiste, millega kirjeldatakse õpetaja teadlikke ja ajastatud sekkumisi olukordades, kus ülesande avatus hakkab õppija mõtlemist hajutama või pidurdab sisulist süvenemist. Pedagoogilise piduri mõiste ei püüa asendada olemasolevaid õppimise toetamise või juhendamise käsitlusi. Käesolevas töös kasutatakse seda kitsama analüütilise tähisena nende hetkede kirjeldamiseks, kus õpetaja sekkumine toimub enne lahendusstrateegia kujunemist ning on suunatud eelkõige probleemi, idee ja põhjenduse vahelise seose taastamisele. Samuti ei tähenda pedagoogiline pidur valmis vastuste andmist ega loovuse piiramist. Selle all mõistetakse õppimise ajutist suunamist viisil, mis aitab õppijal fookust taastada, oma ideed täpsustada ja analüüsi juurde tagasi pöörduda. Selline lähenemine seostub kognitiivse koormuse reguleerimise põhimõtetega (Sweller, 2011) ning lähima arengu tsooni käsitlusega (Vygotsky, 1978), kuid käesolevas töös ei käsitleta pedagoogilist pidurit uue pedagoogilise teooriana. Pigem kasutatakse seda mõistet ühe võimaliku analüütilise vahendina õpetaja sekkumiste kirjeldamiseks suure määramatusega õpistsituatsioonides.

Käesoleva töö uurimisprobleem seisneb selles, et spekulatiivne disain eeldab õppijalt määramatuse talumist, kuid põhikooli III astme õppijate jaoks võib ülesande liigne avatus viia mõtlemise hajumise, tehnoloogilise ebamäärasuse või pinnapealse fantaasiani. Seetõttu keskendub uurimus küsimusele, kuidas õpetaja saab sekkuda avatud spekulatiivse disaini protsessi nii, et säiliks loovus, kuid väheneks mõtlemise hajumine ja analüütilise fookuse kadumine.

1.1 Pedagoogilise piduri esmane määratlus

Käesolevas uurimuses kasutatakse mõistet pedagoogiline pidur olukordade kirjeldamiseks, kus õpetaja sekkub teadlikult ja ajastatult õppeprotsessi, et aidata õppijal toime tulla ülesande liigse avatuse või määramatusega. Sellistes olukordades võib õppija mõtlemine hajuda, tekkida ebakindlus või kaduda arutelu sisuline fookus. Õpetaja sekkumise eesmärk ei ole õppimist katkestada ega õppijale valmis lahendust pakkuda, vaid aidata tal mõtlemist

koondada ja analüüsi juurde tagasi pöörduda. Selline lähenemine seostub kognitiivse koormuse reguleerimise (Sweller, 2011), lähima arengu tsooni (Vygotsky, 1978) ja õppimise toetamise põhimõtetega (Wood, Bruner & Ross, 1976).

Mõiste pidur on valitud seetõttu, et see kirjeldab olukorda, kus õppimise tempot või suunda on vaja ajutiselt korrigeerida. Nagu sõiduki puhul, ei ole piduri eesmärk liikumist peatada, vaid muuta liikumine juhitavaks. Samamoodi ei tähenda pedagoogiline pidur loovuse või spekulatsiooni piiramist. Selle eesmärk on vältida olukorda, kus mõtlemine muutub liiga hajasaks, juhuslikuks või õppija jaoks raskesti haaratavaks.

Pedagoogiline pidur rakendub hetkedel, mil määramatus hakkab õppimist takistama. Praktikas võib see ilmneda näiteks siis, kui õppijate ideed muutuvad järjest juhuslikumaks, arutelu eemaldub algsest probleemist või õppijad ei oska otsustada, kuidas edasi liikuda. Sellisel juhul loob õpetaja ajutiselt rohkem struktuuri, et õppija saaks probleemi uuesti mõtestada ja oma ideega sisulisemalt edasi töötada.

Pedagoogiline pidur on seotud õppimise toetamisega, kuid ei kattu sellega täielikult. Õppimise toetamine keskendub sageli olukorrale, kus õppija on probleemi juba vähemalt osaliselt mõistnud ning vajab tuge ülesande lahendamisel. Pedagoogiline pidur rakendub aga varem: hetkel, mil õppija ei ole veel probleemi enda jaoks piisavalt selgelt piiritlenud või kui avatud ülesanne on muutunud liiga ebamääraseks. Seetõttu ei ole pedagoogilise piduri esmane eesmärk lahendusstrateegia pakkumine, vaid määramatuse ajutine vähendamine ja mõtlemise fookuse taastamine.

Pedagoogilist pidurit eristab tavapärasest juhendamisest kolm tunnust. Esiteks rakendub see siis, kui ülesande avatus hakkab õppija mõtlemist hajutama. Teiseks on see ajutine ja olukorratundlik sekkumine, mille mõju peab vähenema niipea, kui õppija suudab iseseisvalt edasi liikuda. Kolmandaks ei suuna õpetaja õppijat ühe õige vastuse poole, vaid aitab taastada seose probleemi, idee ja põhjenduse vahel.

Spekulatiivse disaini õppes avaldub pedagoogiline pidur käesolevas uurimuses eelkõige raamimise ja ankurdamisena. Raamimine tähendab ülesande või arutelu ajutist piiritlemist. Ankurdamine tähendab idee sidumist varasemate teadmiste, kogemuse, materjali, tehnilise tööpõhimõtte või kasutusolukorraga. Eetiline vahendamine jääb töö teoreetilises raamistikus oluliseks võimalikuks mõõtmeks, kuid empiirilises analüüsis ilmnes see vähem selgelt.

Pedagoogilise piduri mõiste täpsustamiseks on oluline eristada seda teistest õpetaja sekkumisviisidest (vt tabel 1). Kuigi juhendamine, toestamine, klassijuhtimine ja tagasiside võivad õppeprotsessis põimuda, kasutatakse käesolevas töös pedagoogilise piduri mõistet kitsamalt: nende olukordade kirjeldamiseks, kus õpetaja sekkumine aitab õppijal määramatuse tingimustes taastada mõtlemise fookuse.

Tabel 1. Pedagoogilise piduri mõiste piiritlemine õpetaja sekkumisviiside kontekstis

Mõiste	Eesmärk	Millal rakendub?	Mis eristab pedagoogilisest pidurist?
Juhendamine	Aitab ülesannet täita	Kui õppija vajab tööjuhiseid	Võib olla üldine ja pidev
Toestamine	Aitab õppijal lahendada juba osaliselt mõistetud probleemi	Kui probleem on õppijale vähemalt osaliselt arusaadav	Pedagoogiline pidur rakendub varem, kui probleem ise on õppija jaoks veel hajus
Klassijuhtimine	Hoiab töökorra, tempo ja õppeprotsessi korralduse	Kui klass või rühm vajab organiseerimist	Ei pruugi puudutada õppija mõtlemise sisulist kvaliteeti
Tagasiside	Reageerib tehtud tööle, ideele või lahendusele	Pärast idee esitamist või töö valmimist	Pedagoogiline pidur sekkub protsessi keskel, enne kui mõtlemine on lahenduseni jõudnud

Pedagoogiline pidur	Vähendab määramatust ja taastab mõtlemise fookuse	Kui avatud ülesanne hakkab õppija mõtlemist hajutama	Ei anna valmis lahendust, vaid taastab seose probleemi, idee ja põhjenduse vahel
---------------------	---	--	--

Seega ei tähista pedagoogiline pidur igasugust õpetajapoolset suunamist. Mõiste keskmes on olukord, kus avatud ülesande määramatus hakkab õppija mõtlemist hajutama ning õpetaja ajutine sekkumine aitab taastada seose probleemi, idee ja põhjenduse vahel. Seda kasutatakse käesolevas töös analüütilise mõistena, mitte eraldiseisva õpetamismeetodina.

1.2 Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused

Käesoleva magistr töö eesmärk on analüüsida õpetaja sekkumiste rolli õpilaste mõtlemise suunamisel spekulatiivse disaini õppeprotsessis ning kirjeldada, kuidas pedagoogiline pidur avaldub põhikooli III astme tehnoloogiaõpetuses.

Eesmärgi saavutamiseks otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

1. Millised õppijate mõtlemise raskused ilmnevad spekulatiivse disaini ülesannetes määramatusega kokkupuutel ning kuidas avalduvad need kognitiivse hajumise, ebakindluse või emotsionaalse pingena?
2. Kuidas aitavad õpetaja sekkumised, eelkõige raamimine ja ankurdamine, suunata õpilaste mõtlemist olukordades, kus määramatus hakkab õppimist takistama?
3. Milline roll on õpetaja sekkumise ajastusel õpilaste arutelu või loometöö analüütilise fookuse kujunemisel?

Uurimus seostub õpetaja rolliga õppeprotsessi kujundaja ja õppija arengu toetajana.

Täpsemalt keskendub töö olukordadele, kus avatud ja määramatu ülesanne nõuab õpetajalt teadlikku ning ajastatud sekkumist, et hoida õppija mõtlemine õppimise seisukohalt tähenduslikus suunas.

1.3 Uurimisstrateegia ja uurija-õpetaja roll

Käesolev uurimus tugineb disainipõhisele uurimisstrateegiale (Design-Based Research; edaspidi DBR), mida kasutatakse hariduslike sekkumiste arendamiseks ja analüüsimiseks

reaalses õpikeskkonnas (McKenney & Reeves, 2018). See lähenemine sobib töö eesmärgiga, sest pedagoogilist pidurit ei käsitleta valmis mudelina, vaid õpetamispraktika käigus kujuneva ja täpsustuva sekkumisviisina.

Uurimus viidi läbi õpetaja-uurija positsioonilt. See võimaldas jälgida klassiruumis tekkivaid olukordi vahetult ning märgata, kuidas õppijad avatud ja määramatutele ülesannetele reageerisid. Samas eeldas selline topeltroll teadlikku refleksiooni: uurijal tuli eristada vahetuid õpetamisotsuseid hilisematest uurimuslikest tõlgendustest ning arvestada oma võimaliku kallutatusega (Schön, 1983; McKenney & Reeves, 2018).

Analüüs põhines mitmel kvalitatiivsel andmeallikal: tunni heli- ja videosalvestustel, selektiivsetel transkriptsioonidel, õpilaste loodud artefaktidel ja kasutusjuhenditel ning uurija refleksiiivsel päevikul. Ekspertide fookusgrupi arutelu kasutati piiratud ulatuses refleksiiivse lisamaterjalina, mitte sõltumatu valideerimisvahendina. Erinevate andmeallikate ühendamine võimaldas vaadelda sama õppeprotsessi mitmest vaatenurgast, kuid uurimuse eesmärk ei ole statistiline üldistamine. DBR-i loogikast lähtudes keskendub töö sekkumise kujunemise ja toimimise mõistmisele konkreetses õpikeskkonnas (Denzin & Lincoln, 2011; McKenney & Reeves, 2018).

Uurimus seostub ka õpetaja professionaalse rolliga õppeprotsessi kavandaja, õppija arengu toetaja ja oma praktika analüüsijana. Õpetaja, tase 7 kutsestandard rõhutab õpetaja vastutust õppeprotsessi kavandamisel, õppija arengu toetamisel ja oma õpetamispraktika analüüsimisel (SA Kutsekoda, 2025). Käesolevas töös avaldub see küsimuses, kuidas õpetaja saab toetada õppijat olukorras, kus loovülesande avatus hakkab õppimist takistama.

2. TEOREETILINE RAAMISTIK

2.1 Spekulatiivne disain kui didaktiline ja arutlev praktika

Spekulatiivset disaini käsitletakse sageli kriitilise disaini suunana, mille olulisemateks kujundajateks peetakse Anthony Dunne'i ja Fiona Raby töid. Nende käsitluses eristatakse jaatavat disaini ja kriitilist disaini. Kui jaatav disain keskendub enamasti olemasolevate probleemide lahendamisele ja kasutajavajadustele, siis kriitiline disain esitab küsimusi,

vaidlustab harjumuspäraseid arusaamu ning suunab mõtlema võimalike tulevikustsenaariumide üle (Dunne & Raby, 2013).

Spekulatiivse disaini eesmärk ei ole tavaliselt luua valmis toodet või kohe rakendatavat lahendust. Pigem kasutatakse disaini tehnoloogia võimalike mõjude avamiseks ning sotsiaalsete, eetiliste ja kultuuriliste küsimuste esiletoomiseks. Seetõttu muutub õppimise seisukohalt oluliseks mitte ainult lõpptulemus, vaid protsess, mille käigus õppijad oma ideid arutavad, põhjendavad ja ümber mõtestavad (Malpass, 2017).

Hariduslikus kontekstis võib spekulatiivset disaini mõista arutleva praktikana. Disain ei ole siin üksnes lahenduste tootmise viis, vaid vahend küsimuste esitamiseks ja võimalike maailmade läbimängimiseks. Õppimise keskmes ei ole ainult küsimus, kuidas midagi teha, vaid ka miks seda teha ja milliseid tagajärgi see võib kaasa tuua. Selline lähenemine võib toetada kriitilist mõtlemist, väärtuste üle arutlemist ja tulevikukujutluste analüüsimist.

Spekulatiivne disain vajab kujutlusvõimet, kuid kujutlus peab säilitama sideme usutavuse ja käsitletava probleemiga. Auger (2013) rõhutab, et spekulatiivse stsenaariumi mõju sõltub suuresti selle usutavusest. Kui idee muutub liiga absurdseks või eemaldub täielikult õppija kogemusest, võib arutelu kaotada fookuse. Kui lahendus on aga liiga realistlik, võib spekulatsioon taanduda tavaliseks probleemilahenduseks ning kriitiline ja kujutluslik mõõde jääb nõrgaks. Seetõttu eeldab spekulatiivne disain tasakaalu võimaliku, kujutlusliku ja usutava vahel.

Käesolevas uurimuses käsitletakse spekulatiivset disaini kõrge määramatusega õpikeskkonnana. Määramatus võib õppimist toetada, sest see suunab õppijaid küsimusi esitama, harjumuspäraseid lahendusi kahtluse alla seadma ja erinevaid võimalusi kaaluma. Samas võib liiga suur avatus viia mõtlemise hajumise, juhusliku arutelu või probleemiga kontakti kadumiseni (Malpass, 2017). Sellistes olukordades muutub oluliseks õpetaja roll: mitte anda valmis vastuseid, vaid aidata õppijal hoida analüütilist fookust ka avatud ja ebakindlas ülesandes.

2.2 Kognitiivse koormuse reguleerimine spekulatiivses õppes

Spekulatiivse disaini ülesanded seavad õppijale kõrged kognitiivsed nõudmised, sest õppija peab samal ajal mõtlema tehnilise lahenduse, sotsiaalse mõju ja võimalike eetiliste tagajärgede peale. Kognitiivse koormuse teooria järgi jaguneb õppimisel rakendatav vaimne

pingutus olemuslikuks koormuseks, väliseks koormuseks ja õppimist toetavaks ehk süvakoormuseks (Sweller, 2011).

Spekulatiivses õppes muutub eriti oluliseks väline koormus, mis võib tekkida ülesande liigse avatuse, ebaselge struktuuri või liiga paljude samaaegsete valikuvõimaluste tõttu. Kui õppija peab suure osa tähelepanust kulutama sellele, et aru saada, mida temalt üldse oodatakse, jääb vähem vaimset ressursi sisuliseks analüüsiks. Selle tulemusel võib õppija takerduda, liikuda juhuslike ideede poole või piirduda klišeeliste lahendustega.

Seda aitab mõista ka Vygotsky lähima arengu tsooni käsitlus. Õppimine on tulemuslikum siis, kui ülesanne jääb õppija iseseisva suutlikkuse ja toetuse abil saavutatava taseme vahele (Vygotsky, 1978). Spekulatiivses disainis on see tasakaal habras: ülesande avatus võib kiiresti viia olukorrani, kus õppija ei suuda probleemi enam selgelt haarata. Eesti hariduskontekstis on suunamise tähtsust avatud ja uurimuslikes õpiolukordades rõhutanud ka Pedaste jt (2015).

Käesolevas töös käsitletav pedagoogiline pidur keskendub hetkele, kus õppija ei ole veel jõudnud probleemi selgelt sõnastada ning ülesande määramatus hakkab mõtlemist hajutama. Sellises olukorras ei ole õpetaja sekkumise eesmärk ülesannet õppija eest lahendada ega spekulatiivset avatust kõrvaldada, vaid vähendada ebavajalikku ebamäärasust. Nii saab õppija suunata rohkem tähelepanu tähendusloomele, põhjendamisele ja analüüsile.

Seetõttu võib õpetaja rolli spekulatiivses õppes mõista kognitiivse pinge reguleerimisena. Õpetaja ei anna valmis vastuseid, vaid aitab hoida ülesannet õppija jaoks käsitletavas ulatuses. Pedagoogiline pidur võib aidata vähendada mõtlemise hajumist ja ennetada arutelu seiskumist, säilitades samal ajal spekulatiivse ülesande avatud ja kriitilise iseloomu.

2.3 Pedagoogilise piduri komponendid ja rakendumine õppeprotsessis

Pedagoogiline pidur ei ole üks kindel meetod, vaid õpetaja olukorrast lähtuv sekkumine. Mõnes olukorras vajab õppija rohkem struktuuri, teises tuge oma mõtte täpsustamisel või tekkinud vastuolu märkamisel. Käesolevas töös käsitletakse pedagoogilist pidurit praktilise sekkumisena, mis aitab õppijal peatuda, oma mõtlemist korrastada ja taastada analüütiline fookus enne edasiliikumist. Selline ajutine õpetajapoolne tugi seostub õppimise toetamise käsitlusega, mille järgi juhendaja aitab õppijal ülesandega toime tulla seni, kuni õppija suudab järk-järgult iseseisvamalt tegutseda (Wood, Bruner & Ross, 1976).

Selle uurimuse teoreetilises raamistikus eristatakse kolme omavahel seotud komponenti: episteemiline raamimine, ankurdamine ja eetiline vahendamine. Empiirilises analüüsis ilmneseid neist kõige selgemalt raamimine ja ankurdamine; eetiline vahendamine jääb pigem võimalikuks ja toetavaks mõõtmeks.

Episteemiline raamimine tähendab spekulatiivse ülesande ajutist piiritlemist viisil, mis aitab õppijal määramatusega toime tulla. Raamimine puudutab seda, kuidas õppija mõistab, millist laadi mõtlemist, teadmist või põhjendamist olukord eeldab. Kui ülesanne on liiga avatud, võib õppija tähelepanu hajuda või tekkida tunne, et probleemist ei ole võimalik kinni haarata. Sellisel juhul aitab õpetaja luua kitsama fookuse, mis suunab õppija mõtlemist tagasi käsitletava probleemi juurde (Scherr & Hammer, 2009).

Raamimise eesmärk ei ole ülesannet lihtsustada ega õppijat ühe õige lahenduseni suunata. Pigem vähendab see ebavajalikku ebamäärasust, et õppija ei peaks kulutama kogu tähelepanu sellele, mida üldse analüüsida. Nii jääb rohkem vaimset ressursi sisuliseks mõtestamiseks ja aruteluks (Sweller, 2011).

Ankurdamine tähendab õppija idee sidumist tuttava kogemuse, varasemate teadmiste, materjali, tehnilise tööpõhimõtte või reaalse kasutusolukorraga. Selle eesmärk on hoida spekulatiivne idee õppija jaoks tähenduslikuna. Selline lähenemine seostub kontekstualiseeritud õppimisega (Lave & Wenger, 1991) ning ankurdatud õppe käsitlusega, mille järgi toetab õppimist seos tähenduslike ja realistlike olukordadega (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990).

Ankurdamine muutub oluliseks siis, kui spekulatsioon eemaldub õppija kogemusest või muutub liiga abstraktseks. Augeri (2013) järgi võib liiga ebatõenäoline stsenaarium vähendada õppija võimet käsitletava probleemiga suhestuda. Sellisel juhul aitab õpetaja taastada sideme reaalse või vähemalt usutava kontekstiga, näiteks suunates õppijat võrdlema oma ideed olemasoleva tehnoloogia, materjali või kasutusolukorraga.

Eetiline vahendamine puudutab olukordi, kus spekulatiivsed stsenaariumid tekitavad õppijates emotsionaalseid reaktsioone või väärtuskonflikte. Kuna spekulatiivne disain käsitleb sageli tehnoloogia võimalikke tulevikumõjusid, võivad õppijates tekkida ebakindlus, vastumeelsus või segadus. Sellistes olukordades ei ole õpetaja roll anda valmis hinnanguid, vaid aidata õppijatel oma reaktsioone sõnastada ja läbi mõelda.

Eetiline vahendamine seostub õpetaja rolliga hoida aruteluks turvalist õpikeskkonda ning toetada õppija väärtushoiakute kujunemist. Vastuoluliste või väärtuseliselt pingeliste teemade käsitlemisel on õpetaja ülesanne luua keskkond, kus õppijad saavad oma seisukohti väljendada ja teiste vaadetega suhestuda ilma arutelu sulgumata (Wansink jt, 2023; SA Kutsekoda, 2025). Käesolevas uurimuses jääb see komponent siiski pigem teoreetiliselt oluliseks taustaks, sest empiirilises materjalis avaldus pedagoogiline pidur kõige selgemalt raamimise ja ankurdamisena.

Kuigi komponendid on siin eraldi kirjeldatud, ei toimi need õppetöös lahus. Õpetaja liigub nende vahel vastavalt olukorrale: mõnikord on vaja ülesannet piiritleda, mõnikord siduda idee konkreetsema kogemuse või materjaliga, mõnikord aidata õppijal väärtuselist pinget sõnastada. Seetõttu ei ole pedagoogiline pidur jäik meetod, vaid paindlik viis hoida õppija mõtlemist analüütilises ja tähenduslikus protsessis.

2.4 Pedagoogiline pidur õppimise toetamise kontekstis

Pedagoogiline pidur on seotud õppimise toetamise põhimõtetega, kuid ei kattu täielikult klassikalise *scaffolding* 'u käsitlusega. Õppimise toetamine kirjeldab juhendaja ajutist tuge olukorras, kus õppija ei suuda ülesannet veel iseseisvalt lahendada, kuid saab sellega hakkama sobiva toetuse abil (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978). Selline tugi võib seisneda ülesande osadeks jaotamises, tähelepanu suunamises, strateegiate pakkumises või õppija tegevuse järkjärgulises iseseisvamaks muutmises.

Käesolevas uurimuses mõistetakse pedagoogilist pidurit õppimise toetamisele lähedase, kuid sellest kitsamalt piiritletud sekkumisena. Pedagoogiline pidur rakendub eelkõige olukorras, kus õppija ei ole veel jõudnud probleemi enda jaoks piisavalt selgelt sõnastada või kus ülesande määramatus hakkab mõtlemist hajutama. Sellisel juhul ei vaja õppija esmalt lahendusstrateegiat, vaid abi probleemi, idee ja põhjenduse vahelise seose taastamisel.

Kui õppimise toetamine keskendub sageli sellele, kuidas õppija saaks ülesandega edasi liikuda, siis pedagoogiline pidur keskendub hetkele, kus sisuline edasiliikumine on määramatuse tõttu takerdunud. Selles mõttes võib pedagoogilist pidurit käsitleda fookust taastava sekkumisena, mis võib eelneda edasisele toetamisele või sellega põimuda.

Pedagoogiline pidur ei asenda õppimise toetamist, vaid täpsustab õpetaja sekkumise üht võimalikku vormi kõrge määramatusega avatud ülesannetes (vt tabel 2). Seetõttu käsitletakse

pedagoogilist pidurit käesolevas töös eelkõige analüütilise mõistena, mille abil kirjeldada ja tõlgendada õpetaja olukorratundlikke sekkumisi suure määramatusega õpisiuatsioonis.

Tabel 2. Pedagoogilise piduri ja õppimise toetamise analüütiline võrdlus käesoleva uurimuse kontekstis

Aspekt	Pedagoogiline pidur	Klassikaline õppimise toetamine
Peamine eesmärk	Määramatuse ja mõtlemise hajumise ajutine reguleerimine	Õppija toetamine ülesande lahendamisel
Aktiveerumise hetk	Kui probleem ei ole õppija jaoks veel piisavalt piiritletud või fookus hajub	Kui õppija vajab tuge ülesande mõistmisel või lahendamisel
Fookus	„Mida me tegelikult uurime?“	„Kuidas ülesandega edasi liikuda?“
Ajastus	Episoodiline ja olukorrast sõltuv	Ajutine tugi, mis võib järk-järgult väheneda
Õpetaja roll	Fookuse taastamine ja määramatuse vähendamine	Oskuste, strateegiate ja arusaamise toetamine
Tüüpiline kontekst	Kõrge määramatusega avatud ülesanded	Erineva struktuuriga õpiülesanded

Eesti haridusteaduses on õppimise toetamist, õpetaja rolli ja õppija tähendusloomet käsitletud muu hulgas Leijen (2012), Pedaste jt (2015) ning tehnoloogiaõpetuse kontekstis Soobik (2015). Käesolev uurimus toetub nendele käsitlustele, kuid keskendub täpsemalt

olukordadele, kus õppimist hakkab takistama ülesande liiga suur avatus ja õppija mõtlemine vajab enne lahendamise juurde liikumist uuesti fookusseerimist.

3. UURIMISMETOODIKA JA PROTSESS

3.1 Uurimisstrateegia: disainipõhine uurimus

Käesolev magistritöö tugineb disainipõhisele uurimisstrateegiale (*Design-Based Research*; edaspidi DBR), mida kasutatakse hariduslike sekkumiste arendamiseks ja uurimiseks reaalses õpikeskkonnas (McKenney & Reeves, 2018). DBR sobib käesoleva töö eesmärgiga, sest uurimus ei kirjelda üksnes olemasolevat olukorda, vaid jälgib õpetaja sekkumisviiside kujunemist spekulatiivse disaini õppeprotsessis.

Pedagoogilist pidurit ei käsitleta siin valmis mudelina, vaid õpetamispraktika käigus kujunenud ja uurimisprotsessi jooksul täpsustunud sekkumisloogikana. Erinevalt eksperimentaalsest uurimusest ei püüa DBR klassiruumi olukorda rangelt kontrollida, vaid uurib, kuidas sekkumised toimivad loomulikus õpikeskkonnas. Selline lähenemine võimaldas siduda õpetamispraktika, õppijate reaktsioonide jälgimise ja teoreetilise analüüsi üheks refleksiivseks protsessiks. Uurimus koosnes kolmest omavahel seotud etapist.

I etapp: diagnostiline kaardistus.

Esimeses etapis viidi läbi spekulatiivse kaardimängu sessioon, mille käigus hoiti õpetaja-uurija suunavad sekkumised teadlikult minimaalsena. Eesmärk oli jälgida, millised raskused ilmnevad olukorras, kus õppijatele jäetakse suur tõlgendusvabadus. Selles etapis tulid esile mõtlemise hajumine, raskused probleemi fookusseerimisel ja juhuslikuks muutuv spekulatsioon. Need tähelepanekud aitasid täpsustada uurimisprobleemi ning näitasid vajadust teadlikumate sekkumisviiside järele.

II etapp: mikro-sekkumised ja sekkumisviiside täpsustamine.

Teises etapis katsetati üksikuid õpetaja sekkumisviise tavapäraste tehnoloogiaõpetuse tundide käigus. Fookuses olid eelkõige raamimine ja ankurdamine. Selle etapi eesmärk oli mõista, kuidas sekkumise ajastus, sõnastus ja intensiivsus mõjutavad õppijate mõtlemise suunda ning analüütilise fookuse püsimist.

III etapp: põhisekkumine ja refleksiivne hindamine.

Kolmandas etapis viidi läbi spekulatiivse disaini õppeühik „Tehnoloogiline reinkarnatsioon 2055“, kus rakendati terviklikumat pedagoogilise piduri loogikat. Pärast õppeprotsessi analüüsi kogutud andmeid ning kasutati ekspertide fookusgrupi arutelu piiratud ulatuses refleksiivse lisamaterjalina. Fookusgrupp ei olnud töö põhiallikas ega sõltumatu valideerimisvahend, vaid aitas peegeldada uurija tõlgendusi ja pedagoogilise piduri mõiste arusaadavust. Uurimisprotsessi etappide, tuvastatud probleemide ja sekkumisviiside seosed on koondatud tabelisse 3.

Tabel 3. Pedagoogilise piduri kujunemine DBR-i etappides

Etapp	Tuvastatud probleem	Rakendatud sekkumine	Disainiotsus	Kujunenud arusaam
I Diagnostiline etapp	Mõtlemise hajumine ja juhuslik spekulatsioon	Suunavaid sekkumisi hoiti teadlikult minimaalsena	Vajadus suurema raamimise järele	Liiga suur avatus võib vähendada analüütilist süvenemist
II Mikro-sekkumised	Kognitiivne ebakindlus ja raskus ideed täpsustada	Esmased raamimise ja ankurdamise katsed	Sekkumise ajastuse täpsustamine	Sekkumise mõju sõltub olukorrast ja ajastusest
III Põhisekkumine	Erinevad kognitiivsed ja emotsionaalsed pinged	Raamimine, ankurdamine ja vajadusel eetiline vahendamine	Terviklikuma sekkumisloogika rakendamine	Õpetaja sekkumine võib aidata säilitada analüütilist fookust avatud ülesannetes

Pedagoogilise piduri komponendid ei olnud uurimuse alguses lõplikult määratletud, vaid täpsustusid uurimisprotsessi jooksul. Diagnostiline etapp tõi esile vajaduse suurema

raamimise järele, kuid sekkumisviisid ei olnud selles etapis veel selgelt eristatavad. Mikro-sekkumiste etapis täpsustus ankurdamise roll: see ei tähendanud üksnes reaalsusele viitamist, vaid õppija mõtlemise sidumist konkreetse kogemusliku, materiaalse või tehnilise kontekstiga.

Põhisekkumise käigus muutus pedagoogiline pidur kirjeldatavaks paindliku sekkumisloogikana, milles õpetaja liikus vastavalt olukorrale raamimise, ankurdamise ja vajadusel eetilise vahendamise vahel. Neid ei käsitleta eraldiseisvate tehnikatena, vaid õpetaja olukorratundlike valikutena, mille eesmärk oli hoida õppijate mõtlemist analüütilises ja tähenduslikus protsessis.

Kuigi uurimus tugineb õpetaja-uuriija positsioonile, ei piirdu see üksnes reflektiivse praktikakirjeldusega. Töö eesmärk oli arendada ja analüüsida sekkumisviise spekulatiivse disaini õppeprotsessis. DBR-i loogika avaldus selles, et õpetaja sekkumised muutusid uurimisprotsessi jooksul vastavalt kogutud tähelepanekutele ja analüüsile. Selline iteratiivne lähenemine eristab käesolevat uurimust tavapärasest õpetamiskogemuse kirjeldusest (Design-Based Research Collective, 2003).

3.2 Uurimiskontekst ja valimi kirjeldus

Uurimus viidi läbi Kõrveküla Põhikooli tehnoloogiaõpetuse tundides. Uurimuses osales kaks paralleelset 8. klassi õpperühma, kummaski 12 õpilast, kokku 24 õppijat vanuses 14–15 aastat. Valim kujunes eesmärgipäraselt, kuna uuriija töötas nende rühmade õpetajana ning uurimus lähtus konkreetsest õpetamispraktikast (Cohen, Manion & Morrison, 2018).

Kahe õpperühma kaasamine võimaldas sekkumisi uurimisprotsessi jooksul täpsustada. Ühes rühmas tehtud tähelepanekud mõjutasid järgmiste tundide ülesehitust ja õpetaja sekkumisviise teises rühmas. Selline järkjärguline arendamine on kooskõlas disainipõhise uurimuse loogikaga, kus õpetamispraktikat arendatakse ja analüüsitakse paralleelselt (McKenney & Reeves, 2018).

Põhikooli III aste valiti uurimiskontekstiks seetõttu, et selles vanuses õppijatel on juba eeldusi arutleda tehnoloogia sotsiaalsete ja eetiliste mõjude üle, kuid avatud ja määramatud ülesanded võivad samal ajal vajada õpetajapoolset tuge. Kuna spekulatiivse disaini lähenemine oli õpilaste jaoks uus, oli oluline ka varasem õpetaja ja õppijate vaheline usaldussuhe. See toetas õpikeskkonda, kus oli võimalik katsetada, eksida ja arutada ka

ebakindlaid või väärtuseliselt tundlikke teemasid. Sellist psühholoogilist turvalisust peetakse oluliseks õppimise eelduseks olukordades, kus õppimine eeldab avatud arutelu, katsetamist ja riskide võtmist (Edmondson, 1999).

Valimi väiksust ja uurija õpetajarolli tuleb tulemuste tõlgendamisel arvestada. Käesoleva uurimuse eesmärk ei ole teha statistilisi üldistusi, vaid kirjeldada ühe konkreetse õppeprotsessi põhjal, kuidas õpetaja sekkumised võivad toetada õppimist suure määramatusega ülesannetes. Kuna uurija tegutses õppeprotsessis ka õpetajana, oli oluline eristada tunnis tehtud pedagoogilisi otsuseid ja hilisemat analüütilist tõlgendust.

Kinnituskallutatuse vähendamiseks ei käsitletud pedagoogilise pidurina kõiki õpetaja sekkumisi, vaid ainult neid olukordi, kus oli nähtav seos ülesande määramatuse, õppija mõtlemise hajumise ja fookust taastava sekkumise vahel. Analüüsis arvestati ka juhtumeid, kus sekkumise mõju jäi ebaselgeks või ei võimaldanud tugevat järeldust teha. Seetõttu käsitletakse tulemusi kontekstuaalse tõlgendusena, mitte pedagoogilise piduri üldise toimivuse tõestusena. Seetõttu on tulemused käsitletavad eelkõige analüütiliselt ülekantavatena sarnastesse kontekstidesse, mitte üldistatavatena kõikidele õppijatele või õpikeskkondadele.

3.3 Andmekogumise meetodid ja protseduur

Uurimuses kasutati mitut kvalitatiivset andmeallikat, et kirjeldada pedagoogilise piduri avaldumist õppeprotsessis. Põhiandmestiku moodustasid tundide heli- ja videosalvestused, selektiivsed transkriptsioonid, õpilaste loodud artefaktid ja kasutusjuhendid ning uurija refleksiivne päevik. Ekspertide fookusgrupi arutelu kasutati piiratud ulatuses refleksiivse lisamaterjalina.

Audio- ja videosalvestused ning selektiivne transkribeerimine

Spekulatiivse disaini tundides toimunud rühmaarutelud ja õpetaja-õpilaste vahelised vestlused salvestati loomulikus õpikeskkonnas. Kahe õpperühma peale koguti ligikaudu kümme tundi heli- ja videomaterjali.

Kuna uurimuse eesmärk ei olnud kogu õppeprotsessi täielik kirjeldamine, rakendati selektiivset transkribeerimist (Charmaz, 2014). Analüüsi jaoks valiti episoodid, kus õppijate mõtlemises ilmnes raskus või muutus, õpetaja sekkumine oli selgelt eristatav ning olukord sisaldas piisavalt verbaalset või tegevuslikku materjali õppimisprotsessi analüüsimiseks.

Selline valik võimaldas keskenduda episoodidele, mis olid uurimisküsimuste seisukohalt kõige tähenduslikumad.

Transkriptsioonid pärinesid automaatsest kõnetuvastusest ning sisaldasid kohati keelelisi ebatäpsusi. Tulemuste peatükis esitatud tsitaate on loetavuse huvides minimaalselt korrastatud, säilitades lausungite tähenduse ja analüütilise funktsiooni. Korrastamise eesmärk ei olnud muuta osalejate mõtet, vaid eemaldada automaatse transkriptsiooni tehnilisi ja keelelisi häireid.

Uuriija refleksiivne päevik

Kogu uurimisprotsessi jooksul pidas autor refleksiivset uurimispäevikut, kuhu märgiti tähelepanekud tundide kulgemise, õppijate reaktsioonide ja õpetaja sekkumiste kohta. Päevik aitas teadvustada uurija topeltrolli õpetaja ja uurijana ning eristada vahetuid pedagoogilisi otsuseid hilisematest uurimuslikest tõlgendustest (Schön, 1983).

Õpilaste loodud artefaktid ja protsessidokumentatsioon

Kolmanda andmekihina analüüsi õpilaste loodud visandeid, ideekaarte, spekulatiivseid objekte, kasutusjuhendeid ja kirjalikke selgitusi. Analüüsi keskmes ei olnud tööde tehniline kvaliteet, vaid see, kuidas õppijad seostasid oma ideid probleemi, kasutusolukorra, materjali, tehnilise lahenduse ja võimalike mõjudega. Episoodide valikul ei lähtunud ainult sellest, kas õpetaja sekkumine näis edukas. Analüüsi kaasati ka olukordi, kus sekkumise mõju jäi piiratud või ebaselgeks. See oli vajalik selleks, et vältida pedagoogilise piduri mõiste kinnitavat kasutamist ning eristada olukordi, kus sekkumine tõepoolest aitas mõtlemist fokusseerida, juhtumitest, kus seos jäi nõrgaks

Õppeprotsessis kasutatud spekulatiivse disaini ülesandekaartide näide on esitatud lisas 2. Õpilaste loodud artefaktidest on lisadesse valitud need, mis on seotud tulemuste peatükis analüüsitud episoodidega: tolmeldamisseadme prototüüp on esitatud lisas 3, stressi vähendava muusikaseadme artefakt lisas 4 ning õhupuhasdahi või filtriseadmega seotud artefakt lisas 5. Tekstiroboti abil loodud visuaalse tõlgenduse näide on esitatud lisas 6 ning õpilaste koostatud kasutusjuhendi väljavõte lisas 7.

Tehisintellekti kasutamine ei olnud käesolevas uurimuses iseseisev uurimisobjekt, vaid üks tehnoloogiaõpetuse tunnis kasutatud töövahend. Tekstirobotit kasutati õpilaste loodud

seadmekirjelduste põhjal visuaalsete tõlgenduste loomiseks. Käesoleva töö seisukohalt oli oluline mitte tekstirobot kui tehnoloogia hindamine, vaid see, kuidas tekstiroboti loodud tõlgendus muutis õpilaste kirjalike kirjelduste täpsuse või ebamäärasuse nähtavaks. Seetõttu käsitletakse tekstiroboti kasutamist andmestikus eelkõige olukorrana, mis aitas esile tuua õppijate ideede sõnastamise, põhjendamise ja ankurdamise tugevusi või puudujääke.

Ekspertide fookusgrupi arutelu

Uurimuse lõppfaasis viidi läbi ekspertide fookusgrupi arutelu, mille eesmärk oli peegeldada uurija tõlgendusi ning saada tagasisidet pedagoogilise piduri mõiste arusaadavuse ja võimaliku rakendatavuse kohta. Arutelu ei käsitleta käesolevas töös sõltumatu valideerimisvahendina, vaid refleksiivse lisamaterjalina.

Fookusgrupi käigus ilmnes, et osalejate varasem praktiline kokkupuude spekulatiivse disaini ja suure määramatusega õpiülesannetega oli piiratud. Seetõttu kujunes arutelu osaliselt uurija poolt uurimisprotsessi ja esialgsete tulemuste tutvustamiseks ning vähem uute tõlgenduste ühiseks loomiseks. Ekspertide tagasiside ei toonud kaasa olulisi uusi analüütilisi kategooriaid ega muutnud töö põhijäreldusi, kuid aitas täpsustada, kuidas pedagoogilise piduri mõistet lugejale selgemalt põhjendada ja piiritleda.

Sellest tulenevalt kasutatakse fookusgrupi materjali töös piiratud ulatuses. See ei ole tulemuste põhiallikas, vaid toetab uurija refleksiooni töö piirangute ja mõiste rakendatavuse üle.

3.4 Andmeanalüüs ja kodeerimisprotsess

Andmete analüüsis ühendati induktiivne avatud kodeerimine ja deduktiivne sisuanalüüs. Selline lähenemine võimaldas keskenduda mitte üksikutele lausungitele, vaid õppimise protsessile tervikuna: sellele, kuidas õppija raskus, õpetaja sekkumine ja sellele järgnev muutus omavahel seotud olid. Andmeanalüüsi üldine loogika interaktsiooni-episoodist mustrite tõlgendamiseni on esitatud joonisel 1 (vt lisa 1). Teooriast lähtuv analüüs aitas hoida tähelepanu määramatuse, õpetaja sekkumiste ja õppijate mõtlemise muutuste seostel. Samas võimaldas avatud kodeerimine märgata ka neid olukorraspetsiifilisi nähtusi, mis ei olnud uurimuse alguses veel selgelt ette nähtud. Seetõttu ei olnud koodid uurimuse alguses lõplikult fikseeritud, vaid täpsustusid andmestiku korduva läbivaatamise käigus (Charmaz, 2014; McKenney & Reeves, 2018).

Analüüsi põhiühikuks valiti **interaktsiooni-episood**, mida käsitleti tähendusliku tervikuna. Episood algas hetkest, mil õppijate tegevuses või arutelus ilmnes kognitiivne või emotsionaalne raskus, ning lõppes olukorra muutumise, stabiliseerumise või arutelu katkemisega. Episood võis sisaldada õppija lausungeid, õpetaja sekkumist, rühma arutelu muutust, artefakti täpsustumist või nende kombinatsiooni.

Selline lähenemine võimaldas keskenduda mitte üksikutele lausungitele, vaid õppimise protsessile tervikuna: sellele, kuidas õppija raskus, õpetaja sekkumine ja sellele järgnev muutus omavahel seotud olid. Seetõttu ei tõlgendatud õpetaja sekkumise mõju üksiku lause põhjal, vaid vaadeldi, kas ja kuidas muutus episoodi jooksul õppijate arutelu, idee täpsus, põhjendus või seos kasutusolukorra ja rakendusloogikaga.

Analüüsiprotsessi etapid

1. Kriitiliste episoodide tuvastamine

Esimeses etapis analüüsiti uurimispäevikut, heli- ja videosalvestusi ning õpilaste loodud materjale, et leida olukordi, kus õppijatel tekkis raskusi spekulatiivse ülesandega toimetulekul. Sellisteks olukordadeks olid näiteks mõtlemise hajumine, ebakindlus, ülesande liiga lai tõlgendamine, tehnoloogiline ebamäärasus või arutelu eemaldumine käsitletavast probleemist. Eesmärk oli tuvastada episoodid, kus määramatus muutus õppimist mõjutavaks teguriks.

2. Kategooriate kujundamine ja kodeerimine

Teises etapis koondati korduvad nähtused kolme põhikategooria alla:

Pinge indikaatorid (PI) – olukorrad, mis viitasid õppija kognitiivsele või emotsionaalsele raskusele;

Pidurdusvõtted (PV) – õpetaja sekkumised, mille eesmärk oli vähendada ülesande ebavajalikku ebamäärasust ja taastada õppija analüütiline fookus;

Mõju õppimisele (MÕ) – muutused õppijate arutelus, ideede täpsuses, põhjendatuses või loometöö suunas pärast õpetaja sekkumist.

Koodid ei olnud täielikult ette määratud, vaid täpsustusi analüüsi käigus. Näiteks jagunes esialgne üldine „segaduse“ kategooria hiljem täpsemateks koodideks, mis kirjeldasid mõtlemise hajumist, ebakindlust, pinnapealsust või tehnoloogilist ebamäärasust.

3. Seoste tõlgendamine ja võrdlev analüüs

Kolmandas etapis võrreldi erinevaid episoodide, et mõista, millistes olukordades õpetaja sekkumised seostusid õppijate mõtlemise fokuseerumisega ning millistes olukordades jäi muutus piiratumaks. Analüüsi eesmärk ei olnud luua universaalset mudelit, vaid kirjeldada võimalikke seoseid õppijate raskuste, õpetaja sekkumiste ja õppeprotsessis toimunud muutuste vahel (Braun & Clarke, 2006).

Episoodide võrdlemisel kasutati kolme põhikategooriat: pinge indikaatorid, pidurdusvõtted ja mõju õppimisele. Need aitasid eristada, millal õppija või rühm sattus määramatuse tõttu raskusse, kuidas õpetaja sekkus ning milline muutus õppijate arutelu või loometöös pärast sekkumist ilmnis. Uurimuses kasutatud kodeerimissüsteem on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. Uurimuse analüütiline kodeerimissüsteem

Koodikategooria	Alamkoodid	Funktsionaalne kirjeldus analüüsiks
Pinge indikaatorid (PI)	PI-HAJUMINE; PI-EBAKINDLUS; PI-PINNAPALSUS; PI-EBALOOGILISUS	Hetked, kus õppija mõtlemine hajub, arutelu kaotab fookuse, lahendus jääb pinnapealseks, tekib ebakindlus või ilmneb idee sisemine vastuolu.
Pidurdusvõtted (PV)	PV-RAAM; PV-ANKUR; PV-EETIKA; PV-TEMPORAALSUS	Õpetaja sekkumised, mille abil ülesannet ajutiselt piiritletakse, idee seotakse reaalse või usutava kontekstiga, väärtuskonflikt sõnastatakse või muudetakse sekkumise ajastuse kaudu määramatuse taset.
Mõju õppimisele (MÕ)	MÕ-SÜVENEMINE; MÕ-PIIRATUD	Muutus õppijate arutelu või loometöös pärast sekkumist: mõtlemine muutub

		fokusseeritumaks ja põhjendatumaks või jääb sekkumise mõju väheseks.
--	--	--

Analüütilise süvenemisenä käsitleti olukordi, kus õppijate arutelu või loometöö liikus vähemalt ühe järgmise tunnuse suunas: idee seostati konkreetse probleemiga; lisati põhjendus, miks lahendus võiks toimida; võrreldi lahendust olemasoleva tehnoloogia või kasutusolukorraga; täpsustati materjali, tööpõhimõtet või kasutustingimusi; parandati idee sisemist vastuolu.

Näiteks olukorras, kus õppijate idee muutus tehnoloogiliselt ebamääraseks, kodeeriti olukord pingel indikaatorina PI-HAJUMINE, PI-PINNAPEALSUS või PI-EBALOOGILISUS. Kui õpetaja suunas arutelu konkreetse kasutusolukorra, materjali, tehnilise lahenduse või piirangu juurde, käsitleti seda sekkumisena PV-ANKUR või PV-RAAM. Kui selle tulemusel muutus arutelu täpsemaks, põhjendatumaks või probleemiga paremini seotuks, tõlgendati muutust koodina MÕ-SÜVENEMINE. Kui sekkumise järel arutelu ei täpsustunud või jäi idee endiselt ebamääraseks, kodeeriti muutus koodina MÕ-PIIRATUD.

Refleksiivne päevik aitas uurijal teadvustada oma topeltrolli õpetaja ja uurijana ning eristada vahetuid õpetamisotsuseid hilisematest tõlgendustest (Schön, 1983; Leijen, 2012). Selline analüüsilähenemine võimaldas siduda üksikud õppimisolukorrad laiemate mustritega ning kirjeldada, kuidas õpetaja sekkumised olid seotud õppijate mõtlemise suuna muutumisega avatud ja määramatutes ülesannetes.

3.5 Uurimuse eetika ja usaldusväärsus

Uurimuse läbiviimisel lähtuti Eesti teaduseetika põhimõtetest ning isikuandmete kaitse üldmäärusest. Enne andmekogumise algust teavitati õpilasi ja nende seaduslikke esindajaid uurimuse eesmärgist, andmete kogumise viisidest ning andmete säilitamise korrast.

Osalemine oli vabatahtlik ning rõhutati, et uurimuses osalemisest loobumine ei mõjuta õpilaste hindamist ega suhet õpetajaga (Cohen, Manion & Morrison, 2018).

Osalejate anonüümsuse tagamiseks pseudonüümiseeriti kogutud andmed analüüsifaasis.

Tulemuste peatükis ei kasutata õpilaste nimesid ega muid tuvastamist võimaldavaid tunnuseid. Lisades esitatud fotodel kasutatakse ainult õpilaste loodud artefakte; õpilaste näod, nimed ja muud isikut tuvastavad andmed on eemaldatud või varjatud.

Kuna uurija tegutses samal ajal õpetajana, pöörati erilist tähelepanu topeltrolliga seotud eetilistele ja metoodilistele pingetele. Õpetaja-uurija positsioon võimaldas klassiruumis toimuvat vahetult jälgida, kuid suurendas ka uurimusliku kallutatuse riski. Selle vähendamiseks kasutati refleksiivset päevikut, kus eristati vahetuid õpetamisotsuseid hilisematest uurimuslikest tõlgendustest. Selline enesekriitiline refleksioon on kvalitatiivses uurimuses oluline usaldusväärsuse toetamise viis (Denzin & Lincoln, 2011; Schön, 1983).

Uurimuse usaldusväärsuse toetamiseks kasutati mitut andmeallikat: heli- ja videosalvestusi, selektiivseid transkriptsioone, õpilaste loodud artefakte, kasutusjuhendeid ning uurija refleksiivset päevikut. Nende allikate võrdlemine aitas vähendada ühe vaatenurga domineerimist ja siduda õpetaja tõlgendused konkreetsete õpituatsioonidega (Patton, 2002).

Analüüsi läbipaistvust suurendas episoodide valikukriteeriumide, kodeerimissüsteemi ja analüüsi etappide kirjeldamine. Ekspertide fookusgrupi arutelu kasutati piiratud ulatuses refleksiivse lisamaterjalina. See pakkus võimaluse uurija tõlgendusi sõnastada ja peegeldada, kuid seda ei käsitleta sõltumatu valideerimisvahendina ega töö põhijärelduste kinnitajana.

Käesoleva uurimuse eesmärk ei ole statistiline üldistatavus, vaid analüütiline ülekantavus. Tulemused võivad pakkuda tähelepanekuid sarnastele õpikeskkondadele, kus töötatakse avatud ja määramatute ülesannetega, kuid neid ei saa üldistada kõikidele õppijatele või tehnoloogiaõpetuse kontekstidele. Uurimuse piirangutena tuleb arvestada väikest valimit, õpetaja-uurija topeltrolli, selektiivset transkribeerimist ning asjaolu, et sekkumiste mõju tõlgendatakse konkreetsete episoodide põhjal.

Kokkuvõttes ei pretendeeri uurimus täielikule neutraalsusele, vaid pakub kontekstuaalselt põhjendatud ja läbipaistvat käsitlust õpetaja sekkumistest spekulatiivse disaini õppes.

Usaldusväärsust toetavad andmeallikate mitmekesisus, refleksiivne analüüs, valikukriteeriumide kirjeldamine ja uurimuse piirangute teadvustamine.

4. TULEMUSED JA ANALÜÜS

Käesolevas peatükis analüüsitakse olukordi, kus spekulatiivse disaini ülesande määramatus tõi esile õppijate mõtlemise hajumise, pinnapealsuse, ebakindluse või tehnoloogilise ebamäärasuse. Analüüsi keskmes on õpetaja sekkumised, mida käsitletakse töös

pedagoogilise pidurina. Tulemused on esitatud uurimismetoodikas kirjeldatud loogika alusel: pinge indikaatorid (PI), pidurdusvõtted (PV) ja mõju õppimisele (MÕ).

Selline ülesehitus võimaldab jälgida, millises olukorras õppijate mõtlemine takerdus või hajus, kuidas õpetaja sekkus ning milline muutus õppijate arutelus, ideede põhjendatuses või loometöös pärast sekkumist ilmnemine. Analüüs ei taotle universaalse mudeli tõestamist, vaid kirjeldab konkreetsetes õpituatsioonides ilmnenu mustreid.

Analüüsitud episoodid viitavad, et spekulatiivse disaini ülesande avatus ei toetanud õppimist alati iseenesest. Avatud ülesanne muutus õppijate jaoks käsitletavamaks siis, kui õpetaja aitas määramatust ajutiselt piiritleda, sidus õpilaste ideid usutava, materiaalse või tehnilise kontekstiga ning tõi vajadusel nähtavale lahenduse sisemisi vastuolusid.

4.1 Diagnostiline etapp: reguleerimata määramatus ja spekulatiivne hajumine

Diagnostilises etapis rakendati spekulatiivse disaini ülesannet olukorras, kus õpetaja suunavad sekkumised hoiti teadlikult minimaalsena. Eesmärk oli jälgida, kuidas õppijad tulevad toime avatud ja tulevikulise probleemiga siis, kui määramatus on didaktiliselt vähe reguleeritud. Õppeprotsessis kasutatud ülesandekaartide näide on esitatud lisa 1.

Ülesande alguses sõnastas õpetaja juba ette võimaliku kognitiivse pinge, öeldes, et „tõenäoliselt see tähelepanu läheb selle ülesande käigus nagunii rändama ja hajuma“. Seda ei saa käsitleda veel õppijate tegeliku hajumisena, vaid õpetaja ennetava märkusena selle kohta, et spekulatiivne ülesanne võib õppijate tähelepanu kergesti laiali viia. Seetõttu on see analüüsis seotud pinge võimaliku tekkekohaga, mitte veel sekkumise mõjuga.

Õpilastele anti ülesanne tegeleda tulevikuprobleemiga ning ehitada seade, mis seda probleemi vahendab või lahendab. Õpetaja rõhutas, et seade ei pea olema töötav, ning avas materjalidele kujutlusliku tähendusvälja: kartong võis olla titaan või metall, grilltikud aga vask- või fiiberoptilised kaablid. Selline ülesandepüstitus lõi õppijatele laia spekulatiivse ruumi, kus tavalised materjalid võisid omandada tulevikulise või tehnoloogilise tähenduse.

Selline avatus toetas loovat tegutsemist, kuid suurendas samal ajal ohtu, et õppijate tähelepanu liigub probleemi mõtestamiselt esemelisele või mängulisele katsetamisele.

Õpetaja sõnastas küll, et õpilased peavad „mõtleva selle probleemi üle“, kuid selles etapis jäi õppijatele veel suur vabadus otsustada, mida probleem tähendab ja kuidas seda käsitleda.

Seetõttu ei avaldunud pedagoogiline pidur siin veel selge raamimise või ankurdamisena, vaid pigem ilmnes vajadus sellise sekkumise järele.

Transkriptsioonis on näha, et õpetaja püüdis ülesande alguses säilitada spekulatiivse avatuse ja mitte anda õppijatele valmis lahendusi. Õpilastele anti probleem, materjalid ja võimalus prototüüpi kujutluslikult käsitleda, kuid probleemi sisuline piiritlemine jäi esialgu nende endi ülesandeks. Diagnostilise etapi seisukohalt on oluline just see, et ideede genereerimine ei olnud peamine raskuskoht; keerulisemaks osutus probleemi tähenduslik mõtestamine ja oma idee sidumine põhjendatava kasutusolukorraga.

Seda kinnitab ka hilisem sama tunni osa, kus õpetaja hakkas juba küsima, kuidas seade töötab, mis selle sees toimub ja kuidas õpilased oma lahendust põhjendavad. Need hilisemad täpsustavad küsimused näitavad, et esialgne avatus vajab õppeprotsessi käigus tugevamat fookustamist. Seetõttu saab diagnostilist etappi tõlgendada lähtekohana, mis tõi esile pedagoogilise piduri vajaduse: õppijad ei vajanud valmis vastuseid, vaid tuge probleemi piiritlemisel ja idee põhjendamisel.

Tõlgendus. Diagnostiline etapp viitab, et avatud spekulatiivne ülesanne vajab õppija jaoks teatud määral fookustamist. Määramatus ei viinud automaatselt sügavama analüüsini, vaid lõi olukorra, kus õppijad vajasid hilisemas protsessis tuge probleemi, idee ja põhjenduse vahelise seose loomisel. Seetõttu muutus edasistes tundides keskseks küsimus, kuidas õpetaja saab määramatust reguleerida nii, et loovus säiliks, kuid mõtlemine ei hajuks probleemist eemale.

4.2 Ennetav raamimine: spekulatiivse ruumi piiritlemine

Ülesande käivitamisel hakkas õpetaja spekulatiivset avatust teadlikumalt piiritlema. Avatus säilitati, kuid sellele lisati tingimus, et lahendus peaks püsima teaduslikult või tehnoloogiliselt usutavas raamistikus. Õpetaja sõnastas selle nii: õpilased peaksid probleemi lahendama „mingisugusel teaduslikul“ viisil ja püsima „teaduslikus maailmas“, et lahenduseks ei muutuks „nähtamatuse kübarad“, „teleporteerumismasinad“ või „ajas rändamised“. Sellele järgnes suunis: „Proovige päriselt sellest probleemist aru saada.“

Seda sekkumist saab kodeerida kui **PV-RAAM**, sest õpetaja piiritles, millises mõtteruumis spekulatiivne ülesanne peaks liikuma. Ta ei andnud õppijatele valmis lahendust ega määranud, milline seade tuleb ehitada. Küll aga seadis ta spekulatsioonile tingimuse: tulevikuline idee peab säilitama seose probleemi, tehnoloogilise võimalikkuse ja

põhjendatavusega. Fantaasia ei olnud välistatud, kuid sellelt eeldati usutavat sisemist loogikat.

Oluline on, et raamimine toimus ennetavalt, mitte alles pärast selgelt ilmnenu hajumist. Õpetaja ei oodanud, kuni õpilaste ideed liiguvad juhuslikku fantaasiasse, vaid lõi juba ülesande alguses tingimuse, et spekulatsioon peab olema piisavalt põhjendatav. Seetõttu ei toiminud pedagoogiline pidur siin katkestusena, vaid õppeprotsessi algse raamistikuna.

Samas ei sulgenud õpetaja ülesannet üheks õigeks lahenduseks. Transkriptsioonis rõhutab ta, et õpilastel on “nagu päris disaineritel” probleem, millele nad peavad leidma oma viisi vastata, ning õpetaja roll on jälgida ja vajadusel aidata. See näitab, et raamimine ei vähendanud ülesande loovat avatust, vaid suunas seda analüütilisema mõtlemise poole.

Tõlgendus. Ennetav raamimine võis vähendada ülesande ebavajalikku ebamäärasust. Õppijatele anti signaal, et oluline ei ole ainult idee uudsus, vaid ka selle põhjendatavus ja seos käsitletava probleemiga. Pedagoogiline pidur avaldus siin spekulatiivse ruumi piiritlemisena: kujutluslik avatus säilis, kuid seda suunati usutavama ja analüütilisema mõtlemise poole.

4.3 Täpsustav ankurdamine: üldise idee sidumine konkreetse toimemehhanismiga

Õppeprotsessi edenedes ilmnis mitmes episoodis, et õppijad suutsid välja pakkuda huvitavaid seadmeid või teenuseid, kuid nende toimemehhanism jäi sageli ebaselgeks. Lahendus võis olla nimetatud või visuaalselt kujutatud, kuid selle sisemine loogika jäi “musta kasti” sarnaseks: seade justkui töötab, kuid ei ole selge, mille kaudu või kuidas see toimib.

Sellises olukorras sekkus õpetaja küsimuste ja täpsustustega, mis suunasid õppijaid kirjeldama seadme sisemist toimeloogikat. Ühes episoodis rõhutas õpetaja, et seadme puhul ei piisa sellest, et “kuskilt tuleb midagi sisse ja teiselt poolt tuleb välja”; seadme sees ei ole “maagiat”, vaid seal peab olema “kindel protsess” ja “päris asi, mis seal sees toimub”.

Õpetaja palus seda selgitada õppijate elukogemuse, teadmiste ja fantaasia toel, mis näitab, et sekkumine ei välistanud kujutlusvõimet, vaid nõudis selle sidumist põhjendatava toimemehhanismiga.

Seda sekkumist saab tõlgendada ankurdamisena (**PV-ANKUR**), sest õpetaja sidus õppijate spekulatiivse idee materiaalse ja tehnilise toimeloogikaga. Õpilaste jaoks ei piisanud enam väitest, et seade “töötab” või “aitab”; nad pidid kirjeldama, kuidas ja mille kaudu see töötab. Selline sekkumine nihutas tähelepanu üldiselt kujutluselt konkreetsemale mehhanismile.

Sarnane muster ilmnes kasutusjuhendi koostamise tunnis. Õpetaja rõhutas, et õppijad peavad olema “hästi täpsed” ning kirjeldama ka kasutatud materjale. Samas lisati ülesandele uus piirang: aastal 2094 on plastiku kasutamine keelatud ning seetõttu tuli mõelda plastiku alternatiividele, näiteks bioloogilistele materjalidele. Kasutusjuhendi väljavõte on esitatud lisas 6.

See piirang ei olnud ainult tehniline täpsustus, vaid toimis didaktilise võttena. Plastiku keelamine asetas õppijad olukorda, kus üldine tulevikuidee tuli siduda konkreetsema materjaliloogikaga. Õpetaja laiendas seda piirangut veelgi, küsides, mis võiks olla plastiku alternatiiv, ning pakkus mõtte suunamiseks võimalust mõelda kasvatatavatele korpustele või bioloogilistele materjalidele. Nii muutus spekulatiivne ülesanne vähem juhuslikuks ja nõudis rohkem põhjendamist.

Oluline on, et ankurdamine ei sulgenud spekulatsiooni, vaid muutis selle kontrollitavamaks. Õpilased võisid jätkuvalt kujutleda tulevikulisi seadmeid, kuid pidid neid siduma materjali, tööpõhimõtte ja kasutusolukorraga. Seetõttu ei olnud pedagoogiline pidur siin loovuse piiramine, vaid nõue muuta loov idee arusaadavamaks ja põhjendatavamaks.

Tõlgendus. Täpsustav ankurdamine muutis spekulatiivse idee käsitletavamaks. Õppija pidi selgitama, millistest materjalidest seade koosneb, kuidas see töötab ja milliste piirangutega see arvestab. Pedagoogiline pidur avaldus siin ideede tehnilise ja materiaalse täpsustamisena: õpetaja ei andnud valmis lahendust, vaid suunas õppijaid avama seadme sisemist loogikat.

4.4 Kirjeldava loogika katkestamine: kirjelduselt põhjendamisele

Ühes esitlusepisoodis tutvustasid õppijad stressi vähendavat muusikaseadet. Esialgne kirjeldus koosnes peamiselt seadme funktsioonide ja komponentide loetelust: nimetati kvaliteetset heli, nutikaid tehnoloogiaid, puutetundlikku paneeli, helimoodulit, mikrokontrollerit, kõlareid, akut ja alumiiniumkorpust. Lisaks toodi välja eri kasutusrežiimid,

nagu lõõgastus, keskendumine, võimlemine ja hea tuju. Õppijad kirjeldasid ka seadme eesmärki: vähendada stressi muusika abil ning aidata kasutajal lõõgastuda, keskenduda ja paremini magada. Artefakti näide on esitatud lisas 3.

Seda episoodi saab käsitleda pinge indikaatorina **PI-PINNAPEALSUS**, kuid täpsemalt tähendab see siin kirjeldavale tasandile jäämist. Probleem ei olnud idee sobimatuses ega väheses realistlikkuses, vaid selles, et õppijad nimetasid, mis seadmel on ja mida see teeb, kuid ei põhjendanud veel, mille poolest see erineb olemasolevatest tehnoloogiatest või miks just sellist seadet oleks vaja.

Õpetaja sekkus võrdleva küsimusega: „mis tema eelis võiks olla näiteks nende heade [...] kõrvaklappidega võrreldes?“ Kui esmane võrdlus ei avanud ideed piisavalt, täpsustas õpetaja küsimust: „mis ta eelis võiks olla siis heast kvaliteetsest juhtmevabast kõlarist?“ Seda sekkumist saab tõlgendada pedagoogilise pidurina, sest see katkestas kataloogilaadse kirjeldamise ja suunas õppijaid hindama oma idee eristuvust olemasolevate lahenduste taustal. Õpetaja ei lükanud ideed tagasi, vaid muutis küsimuse fookust: seadme kirjeldamiselt liikus tähelepanu selle vajalikkuse ja põhjendatavuse poole.

Õpilase vastus jäi veel ebakindlaks, kuid arutelu oli näha esmast nihet. Seadet hakati käsitlema väikese, kvaliteetse ja praktilise lahendusena. Õpetaja võttis selle kokku realistliku ideena, mille „tulevikuvaatamist“ on ehk vähem, kuid mille väärtust see ei vähenda. Samas sõnastas õpetaja ka võimaliku tugevuse: väike seade, mis suudab heli väga puhtalt ja täpselt edastada, võib olla tähenduslik just praktilisuse ja kasutatavuse kaudu.

Tõlgendus. Selles episoodis ei toimunud täielikku analüütilist läbimurret, kuid arutelu liikus funktsioonide loetelult vähemalt osaliselt võrdluse ja põhjendamise suunas. Pedagoogiline pidur ei andnud õppijatele uut ideed ega parandanud lahendust nende eest. Selle mõju avaldus pigem hindamiskriteeriumi muutumises: küsimuseks ei olnud enam ainult „mida seade teeb?“, vaid ka „miks seda seadet olemasolevate lahenduste kõrval vaja on?“.

4.5 Kriitiline vastandus kui loogilise vastuolu nähtavaks tegemine

Mõnes episoodis avaldus pedagoogiline pidur kriitilise vastandusena. Sellisel juhul ei piirdunud õpetaja üldise täpsustava küsimusega, vaid tõi nähtavale idee sisemise vastuolu.

Ühes tolmeldamisega seotud episoodis kirjeldasid õppijad seadet, millel oli toru ja mis “imeb” või kogub tolmu kokku. Esialgu oli idee vormiliselt seotud ülesande probleemiga, kuid selle kasutusloogika ei olnud kooskõlas tolmeldamise tähendusega.

Õpetaja sekkus, küsides, mis on tolmeldamine, ning suunas õppijaid meenutama, et tolmeldamise puhul ei ole eesmärk õietolmu eemaldamine, vaid selle laialikandmine. Ta osutas vastuolule: kui seade kogub õietolmu kokku, võib see võtta ära ka viimase võimaluse tolmeldamiseks. Transkriptsioonis sõnastub see kriitilise vastandusena: kui veel oleks “mingisugune lootus tolmendamise nagu tuulega”, siis õpilaste seade “korjaks viimasegi tolmu kokku”. Tolmeldamisseadme prototüüp on esitatud lisas 2.

Seda episoodi saab kodeerida kui **PI-VASTUOLU** ja **PV-ANKUR**. Õppijate idee oli kujutluslikult sobiv ja prototüübina arusaadav, kuid selle tehniline toimeloogika sattus vastuollu probleemi sisuga. Õpetaja sekkumine ankurdas idee loodusteaduslikku tähendusse: mida tolmeldamine tähendab ja mida lahendus peaks tegelikult saavutama.

Sekkumise järel tuli õppijatel oma ideed ümber mõtestada. Enam ei piisanud sellest, et seade nägi välja nagu probleemi lahendav masin; selle tööpõhimõtte pidi olema kooskõlas probleemi sisuga. Õpetaja võttis selle kokku sõnastusega: “teil on mõte”, kuid “tehniliselt peab see olema täpne”.

Tõlgendus. Kriitiline vastandus toimis pedagoogilise pidurina, sest see peatas idee, mille toimeloogika oli probleemiga vastuolus. Samas ei sulgenud õpetaja loovat mõtlemist ega lükanud ideed tervikuna tagasi. Ta tunnustas mõtte olemasolu, kuid tõi esile koha, kus lahenduse toimemehhanism vajab täpsustamist. Seeläbi liikus arutelu objekti väliskuju juurest probleemi sisulise mõistmise ja tehnilise kooskõla juurde.

4.6 Detaili nõudmine: üldsõnaliselt kirjelduselt dokumenteeritava täpsuseni

Kasutusjuhendi koostamise tunnis ilmnes, et õppijad kasutasid mitmeid üldisi ja atraktiivseid väljendeid, mille tähendus jäi täpsustamata. Näiteks kasutas üks õppija seadme nimetuses väljendit “super mini”. Õpetaja peatas selle sõnastuse ja küsis, mida “super” tähendab ning mis mõõdus “mini-suurus” tegelikult on. Õpilane pakkus vastuseks, et väikseim suurus on umbes 50 sentimeetrit. Õpetaja märkis seepeale, et tehnoloogiaõpetuses ei ole “kuskil 50 sentimeetrit” piisav täpsus ning kirjatöös tuleb mõõdud täpsemalt määratlada. Kasutusjuhendi näide on esitatud lisas 6.

Seda episoodi saab käsitleda **PV-RAAM** ja **PV-ANKUR** kombinatsioonina. Õpetaja raamib kasutusjuhendi ootuse: tekst ei saa jääda üldmuljeliste nimetuste ja ligikaudsete väljendite tasandile, vaid peab andma piisavalt täpse kirjelduse. Samal ajal ankurdab ta idee mõõtude, materjalide ja kasutustingimuste kaudu konkreetsemasse tehnoloogilisse konteksti.

Sarnane täpsustamine ilmnes biomaterjali puhul. Kui õppija nimetas materjalina “biomaterjali”, küsis õpetaja, mis “bio” see täpsemalt on. See suunas õppijat täpsustama, kas tegemist võiks olla näiteks taimse, seenepõhise või mõnel muul viisil toodetud materjaliga. Õpetaja rõhutas, et täpsustus tuleb kirja panna, mitte ainult suuliselt öelda: “ma tahan, et siin juttu oleks dokumenteeritud.”

Siin avaldub pedagoogilise piduri oluline aspekt: pidur ei tähenda ainult mõtlemise peatamist, vaid ka üldise idee aeglustamist nii palju, et selle detailid muutuvad nähtavaks. Õppija ei saa enam liikuda edasi sõnadega “bio”, “super” või “mini”, vaid peab nende tähenduse avama viisil, mida teine inimene saaks kasutusjuhendi põhjal mõista.

Tõlgendus. Detaili nõudmine suunas õppijaid oma ideid täpsustama, dokumenteerima ja põhjendatavamaks muutma. Pedagoogiline pidur toimus siin ebamääraste mõistete konkretiseerimisena: üldine idee tuli siduda mõõtude, materjalide ja kasutustingimustega. Samas tuleb mõju tõlgendada ettevaatlikult: episood näitab eelkõige õpetaja sekkumise suunda ja täpsustamise vajadust, mitte veel lõplikku tõendit selle kohta, et kõik õpilaste kasutusjuhendid muutusid täielikult tehniliselt täpseks.

4.7 Kasutusloogika testimine: artefaktist süsteemini

Kasutusjuhendite koostamisel ilmnesid vastuolud ka seadmete kasutustingimustes. Ühes episoodis märkas õpetaja juhendis vastuolu: seadet soovitati asetada aknalauale, kuid samal ajal hoida laste ja lemmikloomade käeulatuses eemal. Õpetaja tõi selle vastuolu esile, küsides, millises kodus leidub aknalaud, mis on samal ajal kasutatav ning laste või loomade eest kaitstud. Transkriptsioonis sõnastab õpetaja vastuolu vahetult: “pange seade aknalauale” ja samas “hoia seda lemmikloomade ja laste eest”; see tekitas õpetajas “kognitiivset dissonantsi”. Kasutusjuhendi näide on esitatud lisas 6.

Seda episoodi saab kodeerida kui **PI-VASTUOLU** ja **PV-ANKUR**. Vastuolu ei puudutanud ainult seadme tehnilist toimimist, vaid kasutusolukorra terviklikku loogikat. Õpetaja suunas õppijat mõtlema mitte ainult sellele, mida seade teeb, vaid ka sellele, kuidas seda reaalses

keskkonnas kasutatakse. Seeläbi nihkus analüüs artefaktilt süsteemile: seade pidi sobituma kodu, kasutaja, ohutuse ja hoolduse tingimustega.

Samas episoodis küsis õpetaja ka filtrite kontrollimise kohta. Kui juhendis oli kirjas, et filtreid tuleb regulaarselt kontrollida, täpsustas õpetaja, mida kontrollimine tähendab: kas lihtsalt vaadata, kas filter on alles, või kontrollida, kas see töötab, on ummistunud või millest see on tehtud. Need küsimused suunasid õppijat kasutusprotsessi samm-sammult läbi mõtlema.

Õpetaja sekkumine ei jätnud juhendit üldsõnaliseks, vaid muutis nähtavaks kasutusolukorra varjatud eeldused. Õppijate esialgne lahendus pidi hakkama arvestama sellega, kus seade paikneb, kes seda kasutab, millised ohutusnõuded sellega kaasnevad ja kuidas seda hooldatakse. Seetõttu ei olnud pedagoogiline pidur siin ainult tehniline täpsustus, vaid kasutusloogika testimine.

Tõlgendus. Selles episoodis avaldus pedagoogiline pidur kasutusloogika kontrollina. Õpetaja sekkumine tõi nähtavale vastuolud, mis oleksid pelgalt ideetasandil võinud varjatuks jääda. Õppija pidi oma spekulatiivset toodet käsitlema mitte üksiku objektina, vaid toimiva süsteemina, millel on kasutaja, keskkond, ohutusnõuded ja hooldusvajadus. Mõju tuleb siiski tõlgendada ettevaatlikult: episood näitab selgelt vastuolu nähtavaks tegemist ja täpsustamise vajadust, kuid lõplikku muutust saab hinnata ainult kasutusjuhendi parandatud versiooni põhjal.

4.8 Määramatuse teadlik taasavamine: tekstirobot kui visuaalne tõlgenduskiht

Oluline tähelepanek on, et pedagoogiline pidur ei toiminud analüüsitud õppeprotsessis ainult määramatuse vähendamisenä. Õppeprotsessi hilisemas faasis avas õpetaja määramatuse uuesti, et õppijad peaksid oma ideid uues tõlgendusolukorras kaitsma ja täpsustama. Õpetaja selgitas, et järgmises tunnis saavad õppijad enda kirjelduste põhjal loodud AI-illustratsioonid, kuid nad “täna ei tea, millised need asjad välja näevad”. Seejärel sõnastas õpetaja otseselt, et ülesanne muutub “veelgi natukene keerulisemaks ja abstraktsemaks” ning et proovitakse “määramatust veidi suurendada”. Tekstiroboti abil loodud visuaalse tõlgenduse näide on esitatud lisas 5.

Seda episoodi saab kodeerida kui PV-TEMPORAALSUS ehk määramatuse ajastatud muutmine. Eelnevates etappides oli õpetaja aidanud õppijatel ideid täpsustada,

dokumenteerida ja ankurdada. Kui ideed olid kasutusjuhendite kaudu saavutanud teatava stabiilsuse, lisati uus tõlgenduskiht: õppijate kirjeldused teisendati tekstiroboti abil visuaalseteks objektideks, mille üle neil ei olnud täielikku kontrolli. Seetõttu ei olnud tekstirobot siin uurimuse keskne objekt, vaid didaktiline vahend, mis muutis õppijate kirjaliku kirjelduse uuel kujul nähtavaks.

Pedagoogilise piduri seisukohalt on see oluline, sest pidur ei tähenda ainult õppija ebakindluse vähendamist. Pigem reguleerib õpetaja määramatuse määra vastavalt õppeprotsessi faasile. Kui määramatus on liiga suur, aitab õpetaja seda piirata; kui idee on muutunud juba liiga kinniseks või enesekindlaks, võib õpetaja määramatust uuesti avada. Sellisel juhul ei toimi pedagoogiline pidur ainult “aeglustajana”, vaid ka rütmistajana: õpetaja otsustab, millal on vaja fookust kitsendada ja millal lisada uus tõlgenduslik pinge.

Õpetaja sõnastas oma rolli ka kriitilise testijana. Transkriptsioonis ütleb ta, et tema ülesanne on välja mõelda, kuidas õpilaste mõtet “rännata”, kuid see sõnastus esineb mängulises ja kõnekeelses klassiruumiolukorras. Didaktiliselt saab seda tõlgendada mitte õpilaste idee mahategemisena, vaid kavatsusena nende lahendusi proovile panna ja uurida, kas idee peab vastu uuele tõlgendusolukorrale. Samas rõhutab õpetaja, et järgmine lahendus võib olla “põnev” ja et vaatamine, “mis saab”, on osa ülesande jätkumisest.

Tõlgendus. Määramatuse taasavamine viitab sellele, et pedagoogiline pidur võib toimida tsüklilise sekkumisena. Õpetaja ei eemalda määramatust lõplikult, vaid reguleerib seda vastavalt õppeprotsessi faasile. Analüüsitud episoodide põhjal võib seda tsüklit kirjeldada järgmiselt:

määramatuse avamine → hajumise märkamine → raamimine või ankurdamine → ajutine stabiliseerumine → määramatuse taasavamine

Seda järeldust tuleb siiski tõlgendada ettevaatlikult. Käesolevas uurimuses ei analüüsita tekstiroboti mõju iseseisva uurimisobjektina ega tehta üldistavaid järeldusi tekstiroboti rolli kohta spekulatiivse disaini õppes. Antud episood näitab pigem, et tekstiroboti abil loodud visuaalne tõlgendus võib toimida ühe võimaliku vahendina, mille kaudu õpetaja avab stabiliseerunud idee uuesti aruteluks ja kontrollib selle sõnastuse täpsust.

4.9 Kokkuvõttev võrdlus: pedagoogilise piduri avaldumisvormid

Analüüsitud episoodide põhjal võib eristada mitut pedagoogilise piduri avaldumisvormi. Need ei toiminud eraldiseisvate meetoditena, vaid olukorrast sõltuvate sekkumisviisidena. Kokkuvõtte on esitatud tabelis 5.

Tabel 5. Pedagoogilise piduri avaldumisvormid analüüsitud episoodides

Õpituatsioon	Pinge indikaator	Õpetaja sekkumine	Mõju õppimisele
Spekulatiivse ülesande algus	Tähelepanu hajumise oht	Ülesande üldine avamine ja esmane raamimine	Ilmnes vajadus tugevama fookustamise järele
Teaduslikkuse rõhutamine	Juhuslikku fantaasiasse triivimise oht	„Nähtamatuse kübarate“, teleporteerumise ja ajarändamise välistamine	Loodi tingimus usutavama spekulatiivse ruumi kujunemiseks
Tööpõhimõtte täpsustamine	„Musta kasti“ tüüpi lahendus	Küsimus, mis seadme sees tegelikult toimub	Õppijaid suunati tehnilist toimeloogikat põhjendama
Muusikaseadme esitus	Kirjeldavale tasandile jäämine	Võrdlus olemasolevate seadmetega	Arutelu nihkus osaliselt funktsioonide loetelult põhjendamise poole

Tolmeldamisseade	Lahenduse sisemine vastuolu	Tolmeldamise tähenduse taastamine	Õppijatel tekkis vajadus idee toimeloogika ümber mõtestada
Kasutusjuhendi koostamine	Ebamäärased mõisted ja ligikaudsed kirjeldused	Mõõtude, materjalide ja kasutustingimuste täpsustamine	Üldised väited suunati konkreetsemaks ja dokumenteeritavamaks
Kasutusloogika testimine	Vastuolu kasutustingimustes	Ohutuse, hoolduse ja kasutuskeskkonna kohta küsimine	Artefakti hakati käsitlema laiemas kasutussüsteemi osana
AI-illustratsioonide lisamine	Idee võimalik liigne stabiliseerumine	Määramatuse teadlik taasavamine uue visuaalse tõlgenduskihi kaudu	Õppijad pidid kohanema uue tõlgendusolukorraga

Tabel 5 viitab, et pedagoogiline pidur ei avaldunud ühe kindla õpetamisvõttena, vaid olukorrast sõltuva reguleerimisena. Selle eesmärk ei olnud loovust piirata, vaid hoida spekulatiivne mõtlemine õppimise seisukohalt käsitletavas ja põhjendatavas tsoonis. Kõige selgemalt avaldus pedagoogiline pidur raamimise, ankurdamise, kriitilise vastanduse ja määramatuse ajastatud muutmisena.

Analüüsitud episoodide põhjal võib määramatuse reguleerimist mõista rütmistamisena. Kui määramatus oli õppijate jaoks liiga suur, kaldus mõtlemine hajuma, jäi kirjeldavale tasandile või kaotas seose probleemi sisuga. Kui idee oli muutunud piisavalt stabiilseks, sai õpetaja määramatust uuesti avada, näiteks uue tõlgenduskihi või kriitilise küsimuse kaudu. Pedagoogilise piduri roll seisnes nende liikumiste tasakaalustamises: õpetaja vähendas määramatust siis, kui see takistas mõtlemist, ning avas seda uuesti siis, kui õppijad olid saavutanud piisava fookuse.

Sellest tulenevalt võib pedagoogilist pidurit käsitleda ühe võimaliku didaktilise tingimusena, mis aitab spekulatiivse disaini ülesannet põhikooli III astme õppes õppija jaoks käsitletavamaks muuta. Avatud ja tulevikuline ülesanne muutus analüüsitud episoodides õppimist toetavamaks siis, kui õpetaja sekkumised aitasid õppijatel probleemi fookustada, ideid ankurdada, vastuolusid märgata ja oma lahendusi põhjendada.

5. ARUTELU JA JÄRELDUSED

Käesoleva uurimuse eesmärk oli analüüsida õpetaja sekkumiste rolli õppijate mõtlemise suunamisel spekulatiivse disaini õppeprotsessis ning kirjeldada, kuidas pedagoogiline pidur avaldub põhikooli III astme tehnoloogiaõpetuses. Arutelu keskendub sellele, mida analüüsitud episoodid näitavad määramatuse reguleerimise, õpetaja sekkumise ajastuse ja spekulatiivse disaini didaktilise kasutatavuse kohta. Oluline on rõhutada, et käesolev uurimus ei tõesta pedagoogilise piduri üldist tõhusust ega võimalda väita, et iga õpetaja sekkumine avatud ülesandes toetab õppimist. Töö näitab pigem, kuidas ühes konkreetses tehnoloogiaõpetuse kontekstis oli võimalik kirjeldada olukordi, kus määramatus hakkas õppijate mõtlemist hajutama ning õpetaja ajastatud sekkumine seostus arutelu või loometöö fookusseerumisega.

Analüüsitud episoodid viitavad, et spekulatiivse disaini ülesande avatus ei toetanud õppimist alati iseenesest. Avatus lõi võimaluse loovaks ja tulevikuliseks mõtlemiseks, kuid ilma õpetaja suunamiseta kaldus õppijate arutelu mõnel juhul hajuma, jääma kirjeldavaks või liikuma põhjendamata fantaasia suunas. Probleem ei olnud fantaasias kui sellises, vaid selles, et kujutluslikud ideed kaotasid kohati seose käsitletava probleemi, tehnoloogilise usutavuse või kasutusloogikaga. See haakub Malpassi (2017) käsitlusega spekulatiivse disaini avatuse riskidest ning Augeri (2013) rõhutusega, et spekulatiivse stsenaariumi mõju sõltub selle usutavusest.

Tulemused viitavad, et õpetaja sekkumine võis toetada õppijate mõtlemise fookusseerumist eelkõige raamimise ja ankurdamise kaudu. Raamimine piiritles spekulatiivset ruumi ning andis õppijatele märku, et idee ei pea olema valmis lahendus, kuid peab olema põhjendatav. Sellist sekkumist võib mõista ka ebavajaliku kognitiivse koormuse vähendamisenä, sest õppija ei pea kogu tähelepanu kulutama ülesande tähendusvälja lahtimõtestamisele (Sweller, 2011). Episteemilise raamimise seisukohalt aitab õpetaja sekkumine õppijal mõista, millist laadi teadmist, põhjendamist või tegevust olukord eeldab (Scherr & Hammer, 2009).

Ankurdamine sidus õpilaste ideed konkreetsemate materjalide, toimetehhanismide, kasutusolukordade ja olemasolevate tehnoloogiatega. See toetab arusaama, et õppimine muutub tähenduslikumaks siis, kui abstraktne idee seotakse konkreetsema tegevusliku või kontekstuaalse olukorraga (Lave & Wenger, 1991; Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990). Käesolevas uurimuses ilmnes see näiteks olukordades, kus õppija pidi täpsustama, millest seade koosneb, kuidas see töötab, millises keskkonnas seda kasutatakse ja milliste piirangutega tuleb arvestada.

Mõnes episoodis avaldus pedagoogiline pidur kriitilise vastandusena. Sellisel juhul ei piirdunud õpetaja üldise täpsustava küsimusega, vaid tõi nähtavale idee sisemise vastuolu. Näiteks tolmeldamisseadme puhul ilmnes vastuolu seadme kavandatud kasutusloogika ja tolmeldamise tähenduse vahel. Kasutusjuhendite puhul tulid esile vastuolud seadme paigutuse, ohutuse ja hoolduse kirjeldustes. Sellised sekkumised ei lükanud õppijate ideid tagasi, vaid suunasid neid kontrollima, kas idee toimib ka probleemi, kasutaja ja keskkonna seisukohalt.

Käesoleva uurimuse põhjal võib järeldada, et pedagoogilist pidurit ei ole otstarbekas mõista ainult määramatuse vähendamisenä. Pigem avaldus see analüüsitud õppeprotsessis määramatuse rütmistamisena. Õppeprotsessi alguses aitas õpetaja määramatust piirata, et vähendada mõtlemise hajumist ja toetada probleemi fookustamist. Hilisemas faasis oli võimalik määramatust uuesti avada, näiteks siis, kui õppijate ideed olid esialgselt stabiliseerunud ning vajasis uut tõlgenduskihti. Seega ei seisnenud õpetaja roll määramatuse eemaldamises, vaid selle hoidmises õppimise seisukohalt talutavas ja produktiivses ulatuses.

Pedagoogiline pidur ei olnud analüüsitud episoodides eraldiseisev meetod, vaid olukorrast sõltuv sekkumisloogika. Selle eesmärk ei olnud loovust piirata, vaid aidata õppijal peatuda, mõtet täpsustada ja probleemiga uuesti kontakti saada. Selles mõttes seostub pedagoogiline pidur õppimise toetamise ja lähima arengu tsooni käsitlemustega, kuid rõhutab eriti hetki, kus õppija ei vaja veel lahendusstrateegiat, vaid abi probleemi fookustamisel ja määramatuse vähendamisel (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978). Sellisena võib pedagoogilist pidurit käsitleda ühe võimaliku analüütilise ja didaktilise mõistena, mis aitab kirjeldada õpetaja sekkumisi suure määramatusega loovülesannete juhendamisel.

Uurimuse tulemused on tähenduslikud eelkõige tehnoloogiaõpetuse kontekstis, kus praktiline valmistamine, materjalidega töötamine ja tehniline mõtlemine põimuvad üha enam loova

probleemilahenduse, disainmõtlemise ja ühiskondlike küsimuste käsitlemisega. Spekulatiivse disaini ülesanded võivad pakkuda võimaluse arutada tehnoloogia tulevikumõjusid, kuid põhikooli III astme õppijate puhul vajavad need ülesanded läbimõeldud õpetajapoolset suunamist. Analüüsitud episoodid näitavad, et õpetaja roll ei ole sellises õppes ainult töökorralduse hoidmine, vaid ka määramatuse taseme reguleerimine, ideede põhjendatavuse toetamine ja õppijate mõtlemise tagasiankurdamine probleemi juurde.

Kokkuvõttes võib öelda, et pedagoogiline pidur aitab käesoleva uurimuse kontekstis kirjeldada õpetaja sekkumisi, mille abil avatud ja spekulatiivne ülesanne muutub õppija jaoks käsitletavaks. See ei tähenda spekulatsiooni sulgemist ega fantaasia vähendamist, vaid selle suunamist viisil, mis säilitab loovuse, kuid toetab samal ajal probleemi mõtestamist, tehnilist põhjendamist ja kasutusloogika läbimõttlemist. Analüüsitud episoodide põhjal võib pedagoogilist pidurit mõista kui õpetaja olukorratundlikku viisi hoida õppija mõtlemine avatud, kuid mitte hajusas; loov, kuid mitte põhjendamatus; spekulatiivne, kuid siiski analüütiliselt käsitletav.

5.1 Vastused uurimisküsimustele

5.1.1 Millised kognitiivsed ja emotsionaalsed raskused ilmneshid spekulatiivse disaini ülesannetes?

Esimene uurimisküsimus puudutas õppijate raskusi olukorras, kus ülesanne oli avatud, tulevikuline ja määramatu. Analüüsitud episoodide põhjal ilmnesh, et peamine raskus ei seishnenud enamasti tehnilises valmistamises, vaid ülesande tähendusliku fookuse leidmises. Kui õppijatel puudusid selged kriteeriumid, mille põhjal oma ideid hinnata või edasi arendada, kaldus arutelu hajuma, jääma kirjeldavale tasandile või liikuma põhjendamata fantaasia suunas.

Diagnostilises etapis ilmnesh, et spekulatiivne ülesanne ei muutunud iseenesest kriitiliseks mõttlemiseks. Õppijad suutsid luua kujutluslikult huvitavaid ideid, kuid nende seos tehnoloogilise toimeoogika, kasutusolukorra või probleemi sisuga jäi kohati nõrgaks. See ei tähenda, et fantaasia oleks õppimise seisukohalt probleemne. Pigem osutasid episoodid sellele, et kujutlusvõime vajab spekulatiivses disainis usutavat ja põhjendatavat raamistikku.

See tulemus haakub Augeri (2013) käsitleusega, mille järgi sõltub spekulatiivse stsenaariumi mõju suurel määral selle usutavusest. Kui idee eemaldub täielikult õppija kogemusest või

tehnoloogilisest loogikast, võib see kaotada kriitilise arutelu käivitava jõu. Samuti toetab see kognitiivse koormuse teooriast tulenevat arusaama, et liiga suur väline ebamäärasus võib vähendada õppija suutlikkust keskenduda sisulisele analüüsile (Sweller, 2011).

Emotsionaalsel tasandil ilmnes määramatus eelkõige ebakindluse ja kõhkclusena, mitte alati otseselt väljendatud vastupanuna. Mõnes olukorras oli näha passiivsust või raskust otsustada, kuidas edasi liikuda. Seetõttu võib spekulatiivset disaini põhikooli III astmes käsitleda mitte ainult loova ülesandena, vaid ka õpituatsioonina, mis võib vajada õpetajapoolset emotsionaalse ja kognitiivse pinge reguleerimist. Õpetaja ülesanne on sellises olukorras aidata õppijal määramatusega töötada, mitte eeldada, et avatus iseenesest viib sügavama mõtlemiseni.

Kokkuvõttes ilmneseid esimese uurimisküsimuse seisukohalt kolm peamist raskust: mõtlemise hajumine, ideede jäämine kirjeldavale või üldsõnalisele tasandile ning ebakindlus avatud ülesandes edasi liikumisel. Need raskused löid vajaduse õpetaja sekkumiste järele, mis aitaksid õppijatel oma ideid fookuseerida, põhjendada ja siduda konkreetsema tehnilise, materiaalse või kasutusliku kontekstiga.

5.1.2 Kuidas toimis pedagoogiline pidur tuvastatud pingete reguleerimisel?

Teine uurimisküsimus puudutas õpetaja sekkumisi olukordades, kus määramatus hakkas õppijate mõtlemist hajutama või muutis idee põhjendamise raskeks. Analüüsitud episoodide põhjal ei avaldunud pedagoogiline pidur ühe kindla tehnikana, vaid olukorrast sõltuva sekkumisloogikana. Kõige selgemalt tulid esile raamimine, ankurdamine ja kriitiline vastandus. Eetiline vahendamine jäi käesolevas andmestikus pigem teoreetiliselt oluliseks, kuid empiiriliselt vähem nähtavaks mõõtmeks.

Raamimine toimis eelkõige spekulatiivse protsessi algfaasis. Kui ülesanne oli õppijate jaoks liiga avatud, aitas õpetaja sekkumine piiritleda, millises suunas ideed arendada. Näiteks teaduslikult või tehnoloogiliselt usutava raami seadmine ei sulgenud loovust, vaid andis õppijatele kriteeriumi, mille põhjal oma ideid edasi mõelda. Raamimise peamine roll oli vähendada juhuslikku hajumist ja hoida arutelu käsitletava probleemi juures. Seda võib seostada kognitiivse koormuse reguleerimisega: kui ülesande tähendusväli on liiga ebamäärane, kulub osa õppija tähelepanust sellele, mida üldse teha tuleb, mitte sisulisele mõtlemisele (Sweller, 2011). Episteemilise raamimise mõttes aitab õpetaja sekkumine õppijal

aru saada, millist laadi põhjendamist ja mõtlemist antud olukord eeldab (Scherr & Hammer, 2009).

Ankurdamine avaldus olukordades, kus idee jäi liiga üldiseks või kaotas seose toimimise viisi, materjali või kasutusolukorraga. Õpetaja küsimused suunasid õppijaid selgitama, mis seadme sees toimub, millistest materjalidest see koosneb või kuidas seda päriselt kasutatakse. Sellisel juhul ei katkestanud pedagoogiline pidur spekulatiivset mõtlemist, vaid sidus selle konkreetsema tehnoloogilise ja materiaalse loogikaga. See haakub ankurdatud õppe käsitlemisega, mille järgi toetab õppimist abstraktsete ideede sidumine tähenduslike ja realistlike olukordadega (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990), ning situatiivse õppimise arusaamaga, et teadmine kujuneb seotuna tegevuse ja kontekstiga (Lave & Wenger, 1991).

Kriitiline vastandus ilmnes episoodides, kus õppijate idee sisaldas sisemist vastuolu. Näiteks tolmeldamisega seotud seadme puhul tõi õpetaja esile, et õietolmu kokku koguv lahendus võib olla vastuolus tolmeldamise eesmärgiga. Selline sekkumine ei lükanud õpilaste ideed tervikuna tagasi, vaid aitas nähtavaks teha koha, kus lahenduse toimeloogika vajab ümbermõtestamist. Kriitilist vastandust võib seetõttu käsitleda ankurdamise erivormina: õpetaja seob idee tagasi probleemi sisulise tähendusega ning kontrollib, kas lahendus on sellega kooskõlas.

Eetiline vahendamine jäi tulemuste põhjal tagasihoidlikumaks kui algses teoreetilises raamistikus eeldatud. Spekulatiivne disain sisaldab küll sotsiaalseid ja eetilisi küsimusi, kuid analüüsitud episoodides avaldus pedagoogiline pidur kõige tugevamalt just mõtlemise fookustamise, tehnilise täpsustamise ja kasutusloogika testimisena. Seetõttu käsitletakse eetilist vahendamist käesolevas töös pigem võimaliku lisamõõtmena, mitte keskse empiirilise leiuna. See täpsustus on oluline, sest spekulatiivse disaini didaktiline väärtus ei seisne ainult tulevikuliste või eetiliste küsimuste püstitamises, vaid ka selles, kuidas õppija suudab oma ideed põhjendada ja probleemiga siduda.

Kokkuvõttes viitab analüüs, et pedagoogilise piduri mõju seisnes õppimisprotsessi ajutises stabiliseerimises. Õpetaja ei pakkunud valmis vastuseid, vaid lõi olukorra, kus õppija sai oma ideed uuesti läbi mõelda, täpsustada ja põhjendada. Sellisel kujul ei kiirendanud pedagoogiline pidur õppimist, vaid aitas hoida seda analüütiliselt käsitletavas suunas. Pedagoogiline pidur seostub õppimise toetamisega, kuid rõhutab eriti neid hetki, kus õppija

ei vaja veel valmis lahendusstrateegiat, vaid abi probleemi piiritlemisel ja mõtlemise fookuse taastamisel (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978).

5.1.3 Milline roll oli õpetaja sekkumise ajastusel õpilaste arutelu või loometöö analüütilise fookuse kujunemisel?

Kolmas uurimisküsimus puudutas õpetaja sekkumise ajastust. Analüüsitud episoodid viitavad, et pedagoogilise piduri mõju ei sõltunud ainult sekkumise sisust, vaid ka hetkest, mil õpetaja õppeprotsessi sekkus. Sama tüüpi küsimus või täpsustus võis mõjuda erinevalt sõltuvalt sellest, kas õppijad olid alles ideid avamas, juba hajumas või oma lahendust täpsustamas.

Diagnostilises etapis ilmnes, et õpetaja suunavate sekkumiste vähesus ei tähendanud tingimata õppija autonoomia tugevnemist. Suur avatus võis viia olukorrani, kus õppijate mõtlemine hajus või jäi ideede tootmise tasandile. Sellisel juhul jäi õpetaja suunav roll õppimise seisukohalt oluliseks, sest avatud ülesanne ei pakkunud õppijatele alati piisavalt tuge probleemi mõtestamiseks. See haakub uurimusliku ja avatud õppe käsitlestega, mille järgi vajavad õppijad avatud ülesannetes sageli juhendamist, et uurimine või probleemilahendus ei jääks juhuslikuks ega pindmiseks (Pedaste jt, 2015).

Samas viitab analüüs ka sellele, et liiga varajane või liiga kitsas sekkumine võib vähendada õppija enda probleemitunnetust. Kui õpetaja annab raami enne, kui õppija on jõudnud ideega iseseisvalt suhestuda, võib spekulatiivne ülesanne muutuda õpetaja ootuste täitmiseks. Seetõttu ei seisne pedagoogilise piduri väärtus võimalikult varases sekkumises, vaid sobiva hetke äratundmises. See on kooskõlas õppimise toetamise loogikaga, mille järgi peaks õpetaja tugi olema ajutine, ülesande ja õppija vajadustega kohandatud ning vähenema siis, kui õppija suudab iseseisvamalt edasi liikuda (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978).

Kõige tähenduslikumad olid episoodid, kus õpetaja sekkus hetkel, mil pinge oli juba nähtav, kuid ei olnud veel viinud täieliku seisaku või juhusliku hajumiseni. Sellises olukorras võis õpetaja küsimus või täpsustus aidata õppijatel oma ideed uuesti fokuseerida, täpsustada või põhjendada. Käesolevas töös võib seda kirjeldada ajastusliku “pingeaknana”: määramatus oli veel õppimist käivitav, kuid vajas toetavat struktuuri, et mitte muutuda hajutavaks või blokeerivaks.

Need tähelepanekud viitavad, et pedagoogilise piduri rakendamine sõltub õpetaja olukorratundlikkusest. Sekkumise mõju ei tulene ainult eelnevalt kavandatud meetodist, vaid õpetaja võimest märgata, millal määramatus toetab mõtlemist ja millal hakkab seda takistama. Selles mõttes on pedagoogiline pidur seotud õpetaja professionaalse otsustusvõime ja refleksiivse praktikaga (Schön, 1983).

Samas ei võimalda käesolev uurimus väita, et “õige ajastus” oleks üldiselt ja täpselt määratletav. Ajastus sõltub rühmast, ülesande faasist, õppijate varasemast kogemusest ja õpetaja võimest klassiruumis toimuvat tõlgendada. Seetõttu saab töö põhjal rääkida pigem ajastuse olulisusest ja võimalikest mustritest, mitte universaalsest sekkumisreeglist.

5.2 Pedagoogiline pidur kui määramatuse rütmistamine

Käesoleva töö panus seisneb pedagoogilise piduri mõiste kirjeldamises ja empiirilises avamises ühe tehnoloogiaõpetuse õppeprotsessi näitel. Uurimus ei käsitle pedagoogilist pidurit täiesti uue pedagoogilise teooriana, vaid mõistena, mis aitab kirjeldada õpetaja sekkumisi olukordades, kus avatud ülesande määramatus hakkab õppija mõtlemist hajutama.

Analüüsi põhjal ei tähenda pedagoogiline pidur üksnes juhendamist ega õppija aitamist ülesande lahendamisel. Selle eripära seisneb sekkumise hetkes ja funktsioonis: õpetaja sekkub olukorras, kus õppija ei ole veel jõudnud selge lahendusstrateegiani või on kaotanud seose probleemi, idee ja põhjenduse vahel. Sellises olukorras ei vaja õppija esmalt valmis lahendusteed, vaid tuge probleemi piiritlemisel ja mõtlemise fookuse taastamisel.

Selles mõttes haakub pedagoogiline pidur õppimise toetamisega, kuid rõhutab veidi teistsugust sekkumise hetke. Klassikalises toetamise käsitluses toetab juhendaja õppijat ülesande lahendamisel seni, kuni õppija suudab järk-järgult iseseisvamalt tegutseda (Wood, Bruner & Ross, 1976). Vygotsky (1978) lähima arengu tsooni käsitlus aitab samuti mõista õpetaja toe olulisust olukorras, kus õppija ei tule ülesandega veel iseseisvalt toime.

Pedagoogiline pidur keskendub aga eriti neile hetkedele, kus õppija ei vaja veel lahendusstrateegiat, vaid abi arusaamisel, mida ta üldse uurib, lahendab või põhjendab. See loob õppeprotsessi ajutise pausi, kus õppija saab oma idee uuesti läbi mõelda.

Tulemuste põhjal võib pedagoogilist pidurit mõista eelkõige määramatuse rütmistamisena. Õpetaja ei eemalda määramatust täielikult, sest just avatus on spekulatiivse disaini üks õppimist käivitavaid omadusi. Spekulatiivne disain suunab õppijaid kujutlema võimalikke

tulevikke ja arutlema tehnoloogia sotsiaalsete, eetiliste ja kultuuriliste mõjude üle (Dunne & Raby, 2013; Malpass, 2017). Samas ei jäta õpetaja õppijat ka täielikult määramatuse kätte. Kui ülesande avatus hakkab tekitama hajumist või ebavajalikku kognitiivset koormust, aitab õpetaja seda piirata; kui idee on muutunud liiga kinniseks või tehniliselt kitsaks, võib õpetaja määramatust uuesti avada. Selline sekkumine on kooskõlas kognitiivse koormuse reguleerimise põhimõttega, mille järgi tuleks vähendada õppimist mittetoetavat välist koormust, et õppija saaks keskenduda sisulisele mõtlemisele (Sweller, 2011).

Selline rütmistamine ilmnes analüüsitud episoodides raamimise, ankurdamise, kriitilise vastanduse ja määramatuse taasavamisena. Raamimine aitas õppijatel hoida arutelu usutavas ja põhjendatavas ruumis. Ankurdamine sidus ideed materjali, toimetehhanismi või kasutusolukorraga. See haakub ankurdatud ja kontekstualiseeritud õppimise käsitlustega, mille järgi toetab õppimist seos tähendusliku olukorra, tegevuse ja kontekstiga (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990; Lave & Wenger, 1991). Kriitiline vastandus tõi nähtavale idee sisemised vastuolud ning sundis kontrollima, kas lahendus on kooskõlas probleemi sisuga. Eetiline vahendamine jäi käesolevas andmestikus tagasihoidlikumaks, kuid jääb spekulatiivse disaini puhul oluliseks võimalikuks mõõtmeks, sest tulevikuliste tehnoloogiate käsitlemine võib tuua esile väärtuskonflikte ja emotsionaalseid reaktsioone.

Määramatuse rütmistamise mõiste aitab seega täpsustada pedagoogilise piduri rolli: õpetaja ei tööta ainult avatuse vähendamise nimel, vaid reguleerib avatuse ja struktuuri vahekorda. Liiga suur avatus võib viia hajumise, ebakindluse või põhjendamata fantaasiani; liiga kitsas raam võib aga vähendada spekulatiivse disaini loovat ja kriitilist potentsiaali. Pedagoogilise piduri ülesanne on liikuda nende äärmuste vahel ning hoida õppija mõtlemine avatud, kuid siiski põhjendatavas ja analüütiliselt käsitletavas ruumis.

Seetõttu on pedagoogiline pidur kõige paremini mõistetav mitte mudeli või kindla meetodina, vaid õpetaja olukorratundliku sekkumisloogikana. Selle praktiline väärtus seisneb selles, et see aitab õpetajal märgata hetki, kus õppija ei vaja veel uut infot ega valmis vastust, vaid fookuse taastamist, idee täpsustamist või probleemi uuesti sõnastamist. Käesoleva uurimuse põhjal saab pedagoogilist pidurit käsitleda ühe võimaliku mõistena, mis aitab kirjeldada õpetaja professionaalset otsustamist suure määramatusega loovülesannete juhendamisel.

5.3 Praktilised järeldused tehnoloogiaõpetusele

Käesoleva uurimuse praktiline väärtus seisneb selles, et see aitab täpsustada õpetaja rolli spekulatiivse disaini ülesannete juhendamisel põhikooli III astmes. Analüüsitud episoodide põhjal saab esile tuua kolm praktilist järeldust, mis võivad toetada avatud ja määramatute ülesannete kavandamist tehnoloogiaõpetuses.

Avatust on otstarbekas teadlikult doseerida.

Spekulatiivse ülesande väärtus ei seisne piirangute täielikus puudumises, vaid selles, kuidas avatus ja suunamine on omavahel tasakaalus. Spekulatiivne disain vajab kujutluslikku ruumi, kuid õppeprotsessis võib liiga suur avatus viia mõtlemise hajumise või põhjendamata fantaasiani. See on kooskõlas käsitlustega, mille järgi spekulatiivse disaini mõju sõltub muu hulgas idee usutavusest ja arutelu fookuse püsimisest (Auger, 2013; Malpass, 2017). Õpetaja ülesanne ei ole õppija pinget täielikult eemaldada, vaid hoida see õppimise seisukohalt talutavas ulatuses. Praktikast tähendab see liikumist avatud probleemipüstituse ja ajutise struktureerimise vahel: õpetaja annab ruumi kujutlusvõimele, kuid sekkub siis, kui mõtlemine hajub või kaotab seose probleemiga.

Materiaalsus aitab spekulatsiooni ankurdada.

Tulemused viitavad, et artefaktid, materjalid, tehnilised detailid ja kasutuskontekstid on spekulatiivses õppes olulised mõtlemise toetajad. Õpilaste loodud objekt ei ole ainult lõpptulemus, vaid vahend, mille kaudu saab idee usutavust ja toimeloogikat kontrollida. Seetõttu ei peaks spekulatiivset loomet tehnoloogiaõpetuses eraldama käelisest ja materiaalsest praktikast. Just materjal, mõõt, mehhanism ja kasutusolukord aitavad muuta lennuka idee põhjendatumaks spekulatsiooniks. Selline järeldus haakub ankurdatud ja kontekstualiseeritud õppimise käsitlustega, mille järgi toetab õppimist seos tähendusliku olukorra, tegevuse ja kontekstiga (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990; Lave & Wenger, 1991).

Õpetaja küsimused võiksid suunata põhjendamisele.

Analüüsitud episoodides osutusid oluliseks küsimused, mis ei andnud õppijale valmis lahendust, vaid suunasid teda oma ideed täpsustama: kuidas see töötab, miks seda vaja on, mille poolest see erineb olemasolevast lahendusest, kus ja kelle jaoks seda kasutatakse. Sellised küsimused toimusid pedagoogilise pidurina, sest need peatasid hetkeks üldise või kirjeldava mõtlemise ning suunasid õppija põhjendamise juurde. Sellist õpetaja ajutist tuge

saab seostada õppimise toetamise põhimõttega, kuid käesoleva töö kontekstis avaldus see eriti probleemi fookustamise ja määramatuse reguleerimisena (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978).

Tehisintellekti kasutamine võib sellises õppeprotsessis olla üks töövahend teiste kõrval. Käesolevas uurimuses ei olnud tekstirobot eraldi uurimisobjekt, kuid selle kasutamine tõi mõnes olukorras nähtavale, kui täpselt või ebamääraselt olid õppijad oma ideid kirjeldanud. Seetõttu saab AI-d käsitleda mitte vastuste andjana, vaid ühe võimaliku vahendina, mis võib aidata ideid uuesti läbi vaadata ja täpsustada. Seda järeldust tuleb tõlgendada ettevaatlikult, sest käesolev uurimus ei võimalda teha üldistusi tekstiroboti kasutamise mõju kohta tehnoloogiaõpetuses.

Kokkuvõttes viitavad tulemused, et pedagoogiline pidur on praktiline õpetaja hoiak ja sekkumisloogika, mis aitab avatud ülesandeid õppija jaoks käsitletavamaks muuta. Tehnoloogiaõpetaja jaoks tähendab see oskust märgata hetki, kus õppija vajab mitte uut infot või valmis juhust, vaid fookustavat küsimust, materiaalselt ankrut või vastuolu nähtavaks tegemist.

5.4 Uurimuse piirangud ja lahendamata küsimused

Uurimuse tulemuste tõlgendamisel tuleb arvestada mitme piiranguga. Need ei vähenda töö väärtust, kuid aitavad täpsemalt määratlada, mida käesoleva uurimuse põhjal saab ja mida ei saa väita.

Esiteks jääb oluliseks küsimuseks tasakaal toetava suunamise ja liigse kontrolli vahel. Pedagoogiline pidur on mõeldud õppija mõtlemise fookustamiseks, mitte loovuse piiramiseks. Samas võib liiga varajane või liiga tugev raamimine vähendada õppija võimalust ideega iseseisvalt suhestuda. Kui õpetaja nõuab tehnoloogilist usutavust hetkel, mil õppija vajab veel vaba kujutlusruumi, võib spekulatiivne ülesanne muutuda liiga kiiresti tavaliseks probleemilahenduseks. Seetõttu vajab edasist uurimist, millal raamimine toetab spekulatiivset mõtlemist ja millal hakkab seda liigselt kitsendama.

Teiseks on uurimuse tulemused seotud konkreetse klassikultuuri ja õpetaja-õpilaste vahelise usaldussuhtega. Sama sekkumine võib erinevas klassis mõjuda teistmoodi. Õpetaja täpsustav või kriitiline küsimus võib turvalises õhkkonnas toetada mõtlemist, kuid vähem usalduslikus olukorras mõjuda kontrolliva või vastandavana. Seetõttu ei saa töö tulemusi otse üle kanda

kõikidesse õpikeskkondadesse. Kvalitatiivse uurimuse puhul on keskne pigem tulemuste kontekstuaalne mõistmine ja analüütiline ülekantavus kui statistiline üldistatavus (Denzin & Lincoln, 2011).

Kolmandaks sõltub pedagoogilise piduri rakendamine õpetaja olukorratundlikkusest. Õpetaja peab märkama, millal määramatus toetab õppimist ja millal hakkab seda takistama. Käesolev uurimus kirjeldab selliseid hetki ühe õpetaja praktika põhjal, kuid ei anna veel vastust, kuidas seda oskust süsteemselt õpetajakoolituses arendada või teiste õpetajate praktikas toetada.

Lisaks tuleb arvestada uurimuse metodoloogiliste piirangutega. Valim oli väike ja kontekstipõhine: kaks 8. klassi õpperühma ühes koolis. Uurija oli samaaegselt õpetaja, mistõttu võisid tema ootused ja varasem suhe õpilastega mõjutada nii sekkumisi kui ka hilisemat tõlgendust. Uurija topeltroll nõudis pidevat refleksiivsust, sest vahetud õpetamisotsused ja hilisemad uurimuslikud tõlgendused võisid üksteist mõjutada (Schön, 1983; Denzin & Lincoln, 2011).

Samuti kasutati selektiivset transkribeerimist, mis võimaldas keskenduda uurimisküsimuste seisukohalt tähenduslikele episoodidele, kuid ei anna täielikku ülevaadet kogu õppeprotsessist. Selline valik eeldas uurijalt teadlikku ja läbipaistvat valikuprotsessi, sest analüüsi jõudsid eelkõige episoodid, kus õppijate raskus, õpetaja sekkumine ja võimalik muutus olid uurimisküsimuste seisukohalt nähtavad (Charmaz, 2014).

Ekspertide fookusgrupi arutelu pakkus refleksiivset lisamaterjali, kuid ei kujunenud sõltumatuks valideerimisvahendiks. Osalejate piiratud kokkupuude spekulatiivse disaini ja suure määramatusega õpiülesannetega tähendas, et arutelu jäi pigem uurija tõlgenduste peegeldamise kui uute analüütiliste vaatenurkade loomise tasandile.

Eraldi piiranguna tuleb märkida, et eetiline vahendamine jäi käesolevas andmestikus vähem nähtavaks kui raamimine ja ankurdamine. Kuigi spekulatiivne disain võib avada väärtuskonflikte ja emotsionaalselt pingestatud arutelusid, ei kujunenud need analüüsitud episoodides pedagoogilise piduri peamiseks avaldumisvormiks. Seetõttu vajab edasist uurimist, kuidas õpetaja saab vahendada eetilisi ja väärtuselisi pingeid olukordades, kus spekulatiivsed tehnoloogilised stsenaariumid puudutavad õppijate jaoks tundlikumaid teemasid.

Tehisintellekti kasutamist tuleb samuti tõlgendada piiratud ulatuses. Käesolevas uurimuses ei olnud tekstirobot iseseisev uurimisobjekt, vaid üks õppeprotsessis kasutatud töövahend. Seetõttu ei võimalda töö teha üldistusi tekstiroboti mõju kohta õppimisele ega spekulatiivse disaini õpetamisele. Analüüs näitas üksnes seda, et tekstiroboti abil loodud visuaalne tõlgendus võib muuta õppijate kirjelduste täpsuse või ebamäärasuse nähtavamaks ning avada idee uuesti aruteluks.

Need piirangud osutavad, et töö tulemusi tuleb käsitleda kontekstuaalsete ja tõlgenduslikena. Käesolev uurimus ei tõesta pedagoogilise piduri üldkehtivat mõju, vaid kirjeldab, kuidas selline sekkumisloogika avaldus ühes tehnoloogiaõpetuse õppeprotsessis. Edasised uurimused võiksid võrrelda pedagoogilise piduri avaldumist eri vanuseastmetes, erinevate õpetajate praktikas ja eri tüüpi loov- või disainiülesannetes.

5.5 Edasised uurimisvõimalused

Käesolev uurimus kirjeldas pedagoogilise piduri avaldumist ühes konkreetses tehnoloogiaõpetuse õppeprotsessis. Seetõttu ei võimalda töö teha statistilisi üldistusi, kuid tulemused võivad pakkuda lähtekohti edasiseks uurimiseks sarnastes õpisisituatsioonides, kus kasutatakse avatud, loovaid ja määramatuid ülesandeid. Edasised uurimused võiksid laiendada käesoleva töö tulemusi nii pikema õppeprotsessi, erinevate õpetajate kui ka eri vanuseastmete kontekstis.

Esiteks vajaks täpsemat uurimist pedagoogilise piduri ajastus. Käesolevas töös ilmnes, et sekkumise tähendus sõltus mitte ainult selle sisust, vaid ka hetkest, mil õpetaja õppeprotsessi sekkus. Edasistes uuringutes võiks jälgida pikemaid spekulatiivse disaini projekte, et mõista paremini, kuidas õpetaja sekkumiste laad ja intensiivsus muutuvad õppeprotsessi jooksul ning kuidas need on seotud õppija iseseisvuse kasvuga. See uurimissuund haakub õppimise toetamise käsitlustega, mille järgi õpetaja tugi peaks muutuma vastavalt õppija suutlikkusele ja järk-järgult vähenema (Wood, Bruner & Ross, 1976; Vygotsky, 1978).

Teiseks võiks uurida õpetaja professionaalset arengut suure määramatusega ülesannete juhendamisel. Pedagoogilise piduri rakendamine eeldab õpetajalt olukorratundlikkust: oskust märgata, millal õppija vajab rohkem avatust ja millal täpsemat raami. Edasine uurimistöö võiks keskenduda sellele, kuidas sellist otsustusvõimet õpetajakoolituses ja õpetajate täiendkoolituses toetada. See seostub õpetaja refleksiivse praktika käsitlusega, mille järgi

professionaalne otsustamine kujuneb tegevuse käigus toimuvast märkamisest, tõlgendamisest ja ümbermõtestamisest (Schön, 1983).

Kolmandaks väärib tähelepanu materiaalse ja digitaalse ankurdamise suhe. Käesolevas töös ilmnes, et materjalid, prototüübid, kasutusjuhendid ja visuaalsed tõlgendused aitasid õppijatel oma ideid täpsustada. Edasistes uuringutes võiks vaadelda, kuidas füüsilised artefaktid ja digitaalsed töövahendid saavad toetada spekulatiivsete ideede põhjendamist ilma, et ülesanne muutuks liiga ette määratuks. See uurimissuund haakub ankurdatud ja kontekstualiseeritud õppimise käsitlustega, mille järgi toetab õppimist seos tähendusliku olukorra, tegevuse ja kontekstiga (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990; Lave & Wenger, 1991).

Neljandaks tuleks tehisintellekti kasutamist spekulatiivse disaini õppes uurida eraldi ja sihipärasemalt. Käesolevas töös oli tekstirobot üks tehnoloogiaõpetuse tunnis kasutatud töövahend, mitte uurimuse keskne objekt. Seetõttu ei saa selle töö põhjal teha üldistavaid järeldusi tekstiroboti mõjust õppimisele ega spekulatiivse disaini õpetamisele. Küll aga osutas kogemus, et tekstiroboti abil loodud visuaalne tõlgendus võib muuta õppijate kirjelduste täpsuse või ebamäärasuse nähtavamaks. Edasine uurimine võiks keskenduda sellele, kas ja kuidas tekstirobot saab toimida õppija idee peegeldajana, mitte valmis vastuste tootjana.

Viiendaks võiks põhjalikumalt uurida eetilist vahendamist spekulatiivse disaini õppes. Käesolevas uurimuses jäi see komponent empiiriliselt vähem nähtavaks kui raamimine ja ankurdamine. Samas käsitleb spekulatiivne disain sageli tehnoloogia võimalikke ühiskondlikke, eetilisi ja kultuurilisi tagajärgi (Dunne & Raby, 2013; Malpass, 2017). Seetõttu võiks edasistes uuringutes vaadelda olukordi, kus õppijate ideed puudutavad selgemalt väärtuskonflikte, ebamugavaid tulevikustsenaariume või emotsionaalselt tundlikke teemasid.

Kokkuvõttes avab käesolev uurimus võimaluse edasi uurida, kuidas õpetaja saab toetada õppijat avatud, loovates ja määramatutes ülesannetes nii, et säiliks kujutlusvõime, kuid tugevneks ka põhjendamine ja analüütiline fookus. Edasised uuringud võiksid aidata täpsustada, millistes õppeolukordades pedagoogiline pidur toetab õppimist kõige paremini ning millal võib sama sekkumine hakata õppija loovat ja iseseisvat mõtlemist liigselt piirama.

Tänuõnad

Soovin tänada oma magistritöö juhendajat Maria Jürimäed targa juhendamise ja väärtuslike soovitude eest. Samuti tänan kõiki õpilasi, kes tulid kaasa teoreetilist laadi

tehnoloogiaõpetuse tundidega, ning ekspertõpetajaid kaasamõtlemisses. Olen ka siiralt tänulik oma lähedastele toetuse ja kannatlikkuse eest magistritöö valmimise protsessis.

Autorluse kinnitus ja tehisintellekti kasutamise märkus

Kinnitan, et käesolev magistritöö on minu originaallooming. Kõik töös kasutatud teiste autorite seisukohad, allikad ja andmed on nõuetekohaselt viidatud.

Töö keeleliseks toimetamiseks, skeemide ja tabelite koostamiseks ning struktuuri planeerimiseks on kasutatud tehisintellekti abi, sealhulgas töövahendeid Gemini 2.0 ja Copilot. Kogu sisuline analüüs, andmete tõlgendamine ja järelduste tegemine on autori originaallooming.

Ako Laugamets

KASUTATUD ALLIKAD

Auger, J. (2013). Speculative design: Crafting the speculation. *Digital Creativity*, 24(1), 11–35. <https://doi.org/10.1080/14626268.2013.767276>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2nd ed.). Sage.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher*, 19(6), 2–10. <https://doi.org/10.3102/0013189X019006002>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The SAGE handbook of qualitative research* (4th ed.). Sage.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.

<https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>

Dunne, A., & Raby, F. (2013). *Speculative everything: Design, fiction, and social dreaming*. MIT Press.

Edmondson, A. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350–383. <https://doi.org/10.2307/2666999>

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

Leijen, Ä., Valtna, K., Leijen, D. A. J., & Pedaste, M. (2012). How to determine the quality of students' reflections? *Studies in Higher Education*, 37(2), 203–217.
<https://doi.org/10.1080/03075079.2010.504814>

Malpass, M. (2017). *Critical design in context: History, theory, and practices*. Bloomsbury Academic.

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research* (2nd ed.). Routledge.

Miller, R. (2018). *Transforming the future: Anticipation in the 21st century*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781351047999>

OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Sage.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Poli, R. (2017). *Introduction to anticipation studies*. Springer.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-63023-6>

Põhikooli riiklik õppekava. (2023). Lisa 7. Ainevaldkond „Tehnoloogia“. *Riigi Teataja*.

<https://www.riigiteataja.ee>

SA Kutsekoda. (2025). *Õpetaja, tase 7. Kutsestandard* (kehtib alates 19.11.2025).

Kutseregister. <https://www.kutseregister.ee>

Scherr, R. E., & Hammer, D. (2009). Student behavior and epistemological framing: Examples from collaborative active-learning activities in physics. *Cognition and Instruction*, 27(2), 147–174. <https://doi.org/10.1080/07370000902797379>

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.

Soobik, M. (2015). *Innovative trends in technology education: Teachers' and students' assessments of technology education in Estonian basic schools / Innovaatilised trendid tehnoloogiaõpetuses. Eesti põhikooli õpetajate ja õpilaste hinnangud tehnoloogiaõpetusele* [Doktoritöö, Tallinna Ülikool]. Tallinna Ülikooli Akadeemiline Raamatukogu.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wansink, B. G.-J., Mol, H., Kortekaas, J., & Mainhard, T. (2023). Discussing controversial issues in the classroom: Exploring students' safety perceptions and their willingness to participate. *Teaching and Teacher Education*, 125, Article 104044.

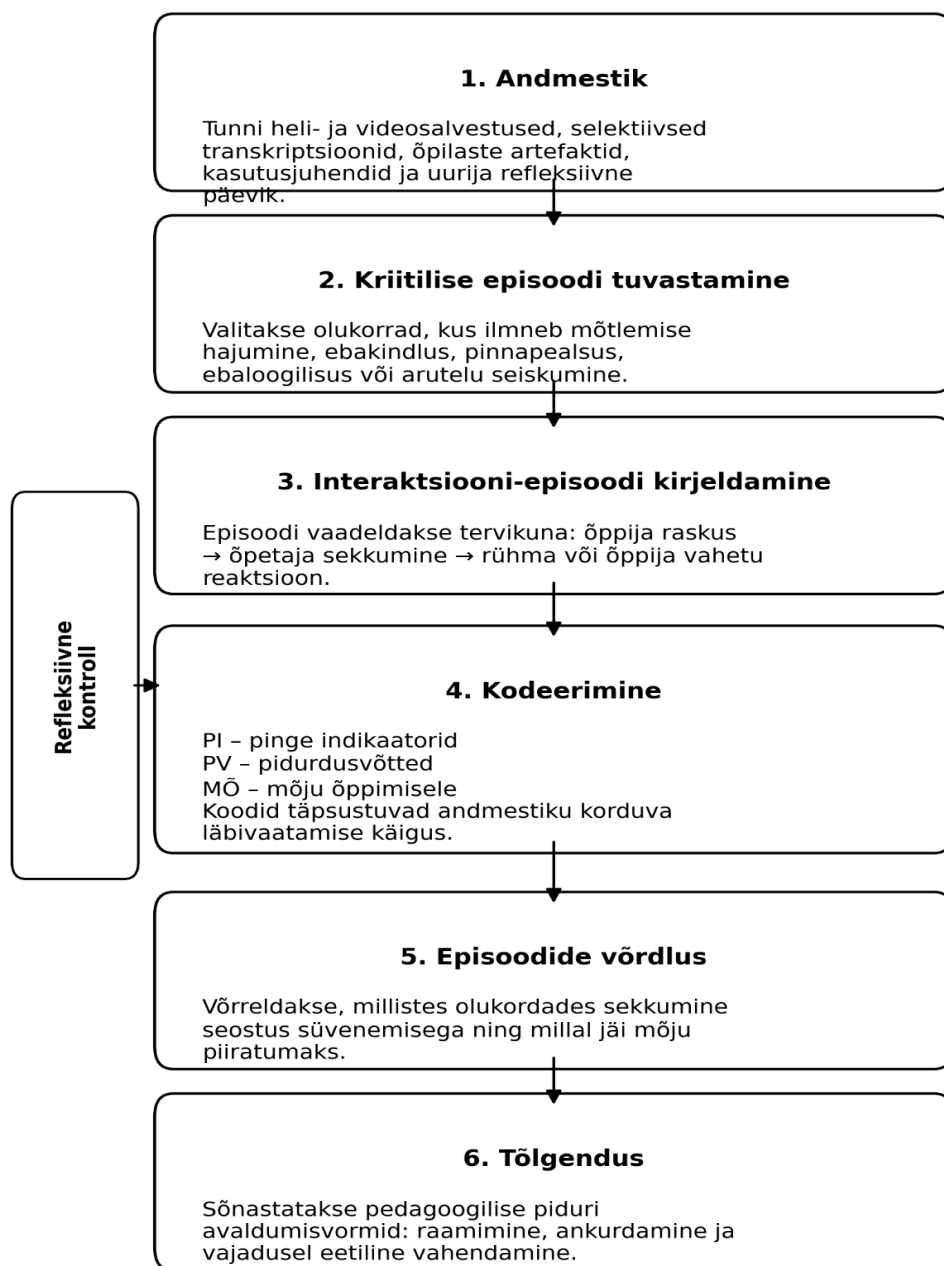
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104044>

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

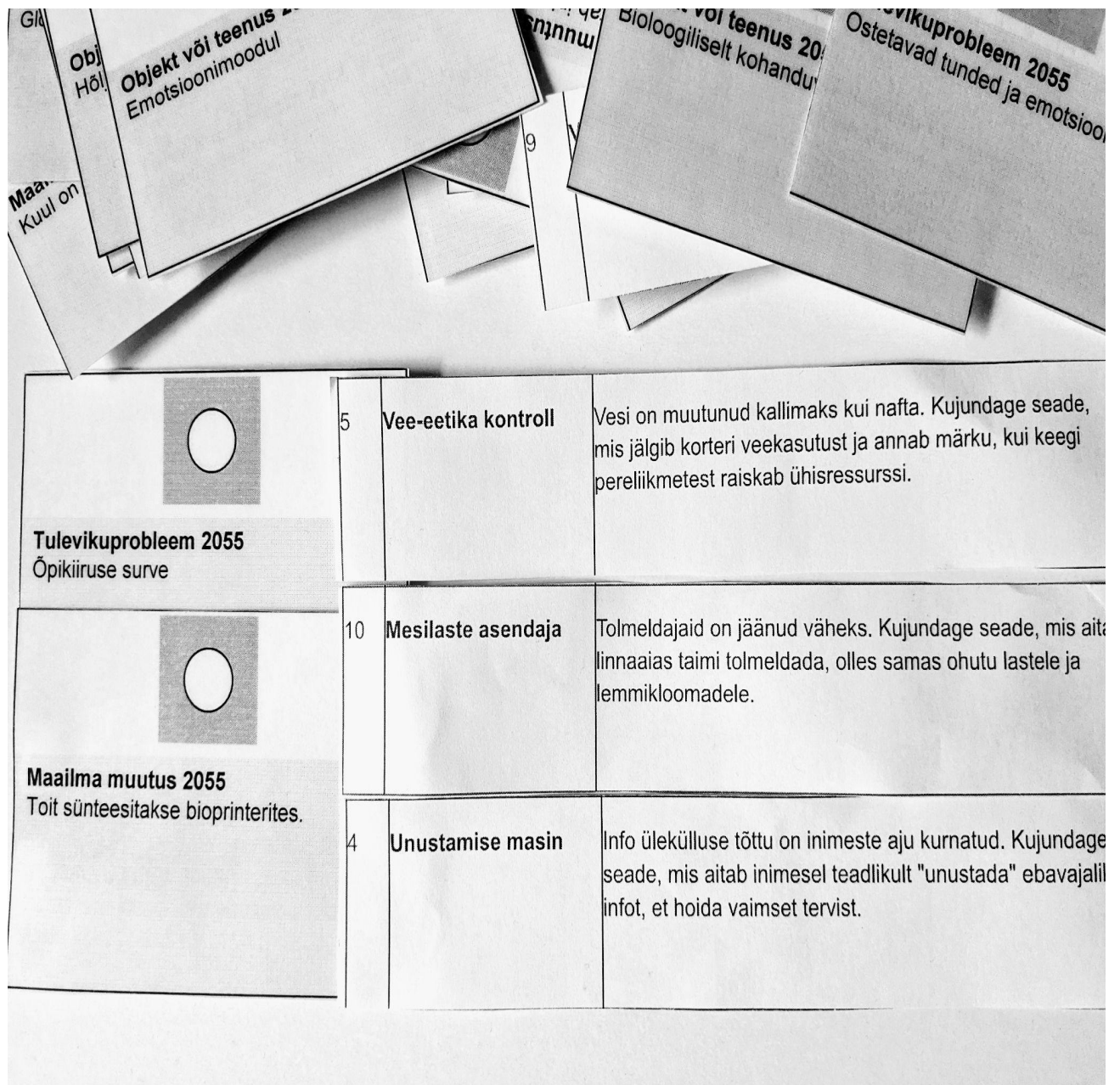
LISAD

LISA 1. Joonis 1. Andmeanalüüsi protsess: interaktsiooni-episoodist mustrite tõlgendamiseni

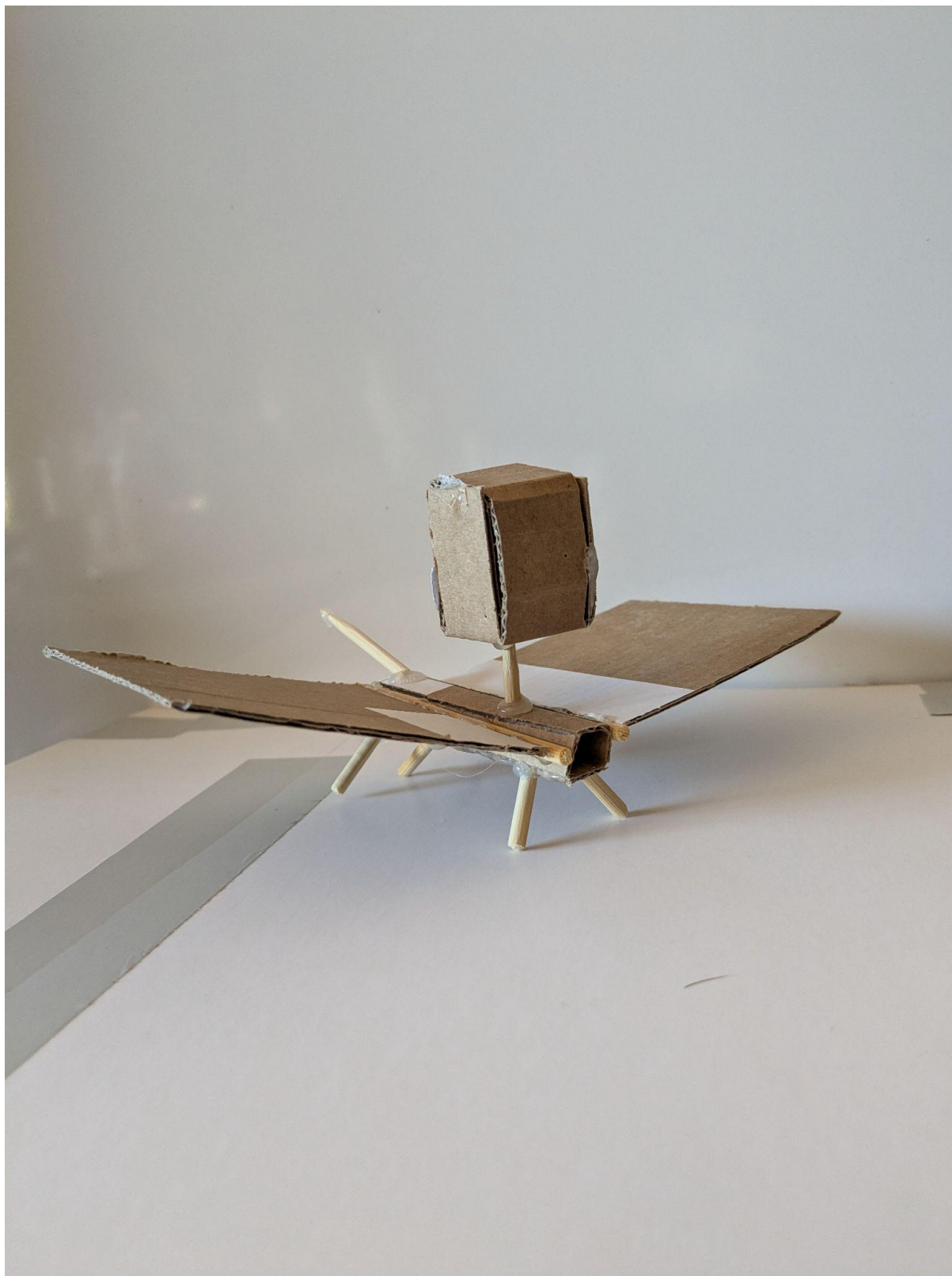


Märkus. Skeem näitab analüüsi üldist loogikat, uurija refleksioon ja andmeallikate võrdlus toetasid kõiki etappe

LISA 2. Speklatiivse disaini ülesandekaartide näide



LISA 3. Tolmeldamisseadme prototüüp



LISA 4. Stressi vähendava muusikaseadme artefakt



LISA 5. Õhupuhasti või filtriseadmega seotud artefakt



LISA 6. Tekstiroboti abil loodud visuaalse tõlgenduse näited

BEE-UNIT X94

AUTONOOMNE TOLMELDUSDROON

AI NAVIGATSIOON

MIKROANDURID

BIOLOOGILINE TOLMUKOGUJAHINE

ÖKOÜSTEEM TÖÖTUS

NAVIGATSIK

AI Sensor Fusion + GPS/GLONASS

TIIVIKUD

MIKROANDURID

TOLMUKOGUJAH

Bee-Unit X94 on autonoomne tolmeeldusdrone, mis on loodud asendada looduslike mesilasi põllumajanduses ja ökosüsteemide säilitamisel. Seade kasutab tehnilist, mikroandurite ja bioloogilist tolmukogumise süsteemi.

Tolmeeldusdrone - Bio-inspireeritud robot, mis kasutab looduslikke tolmukogumise mehhanisme.

MIKROANDURID: Temperatuur, niiskus, õhuvärvus, heli, valgus, kiirus, suund.

TOLMUKOGUJAH: Bioloogiline tolmukogumise mehhanism.

TIIVIKUD: Vahetavad ja kergesti vahetatavad konstruktsioonid.

2. KOMPLEKTI SISU

1-500 TOLMELDUSDROON (elementaarne)

LAADIMISLAAM (sõltumatu või võrguga)

KESKJÄRGMISMOODUL (AI HiveCore)

VARUFILTRID JA TOLMUKOGUJAH

TÄRKAVALA LUGIPÄÄS (pildikamera ja GPS)

3. PAIGALDAMINE

1. Aseta laadimislaam põlde või kasutuskohale.

2. Ühenda see energialülitiga või aktiveeri päikesepaneelid.

3. Käivita Bee-Unit X94.

4. Sünkroniseeri droneid juhtimissüsteemiga (automaatne ühendus ~30 sekundit).

4. KASUTAMINE

Droonid alustavad tööd automaatselt, kui:

- temperatuur on üle 10°C
- tuulekiirus alla 25 km/h
- AI tuvastab lilled ja optimeerib tolmeeldamise marsruuti.

Üks drone suudab tolmeeldada kuni 5000 lillt päevas.

MANUAALNE REŽIM

- Kasuta mobiilseadet, et määrata prioriteetseid taimi.
- piirata tööpiirkonda
- ajastada tolmeeldamist

5. HOOLDUS

Puhasta tolmeeldusdrone iga 72 töötunniga.

Kontrolli tiivikute kulumist iga 2 nädala järel.

Uuenda tarkvara vähemalt iga 2 nädala järel.

Vaheta bio-inspireeritud tolmeeldusdroneid iga 2 nädala järel.

6. OHUTUS

Ära kasuta tuulevihma või tormi ajal.

Hoida droneid eemal veekogudest (või puudub veekaitse moodul).

Väldi kokkupuudet tolmeeldusdronega (võib sisaldada allergene).

7. TÕRKEOTSING

Probleem: Drone ei lenda → Kontrolli akut ja ühendust Bee-Unit X94-ga.

Probleem: Tolmeeldamine ebaefektiivne → Vaheta tolmeeldusdroneid või kasuta teisi taimi.

Probleem: Drone kaotab suuna → Täpsustada AI navigatsioonsüsteemi.

8. KESKKONNAMÄRKUS

Kui Bee-Unit X94 kasutatakse tolmeeldamiseks, on see looduslike ökosüsteemide kasutamisele kasulik. Soovitatakse kasutada droneid tolmeeldamiseks koos looduslike taimidega.

✓ DROONID

✓ LOODUSLIKUD TOLMELDAJAD

✓ TÄRKAVALA TOLMELDAJAD

9. TULEVIKU LAIENDUSED

Biohübrid-droonid (osaliselt elusorganismidega integreeritud)

Tolmeeldusdroneid kasutatakse teaduse (SwarmMind 3.0)

Geneetiline tolmukogumise optimeerimine



PLASTIVABA ÕHUJAHUTI

JÄTKUSUUTLIK | LOODUSLIK | TAASKASUTATUD

KORPUS (bio-materjalist küljed)
Materjal: pressitud papp, bambuskiud, saepuru
Kirjeldus: tugev ja naturaalne komposiitmaterjal, mis on tehtud paber- ja puidujäätmetest.

ÕHUFILTER
Materjal: puuvill (vanad riided), linakiud, paberkiud
Kirjeldus: looduslik kiuline filter, mis püüab tolmust.

VENTILAATOR
Materjal: puit (bambus või viiner) + metall
Kirjeldus: puidust labad ja taaskasutatud metallist mootor.

PÄIKESEPANEEL
Materjal: taaskasutatud päikeserakud + klaas
Kirjeldus: vanadest seadmetest pärit päikesepaneeli osad.

TRAATVÕRK (PUTUKAKAITSE)
Materjal: taaskasutatud metall (nt vanad võrgud või juhtmed)
Kirjeldus: peen metallvõrk, mis hoiab putukad eemal.

ON/OFF NUPP
Materjal: puit + metallmehhanism
Kirjeldus: puidust nupp, sees vastupidav metallist lüliti.

SISSEEHITATUD AKUPANK
Materjal: taaskasutatud aku elemendid + metallkorpus
Kirjeldus: vanadest seadmetest pärit akud, turvaliselt metallkorpuses.

LIHTNE KIRJELDUS JUHENDISSE

Seade on valmistatud plastivabadest ja taaskasutatud materjalidest, sealhulgas puidust, paberist, tekstiilist, metallist ja klaasist, et vähendada keskkonnamõju ning toetada jätkusuutlikku tootmist.

PUIT

PAPER

TEKSTIIL

METALL

KLAAS

PÄIKESEPANEEL (taaskasutatud päikeserakud + klaas)

TRAATVÕRK (taaskasutatud metall)

VENTILAATOR (puidust labad + metallmootor)

ON/OFF NUPP (puit + metallmehhanism)

SISSEEHITATUD AKUPANK (taaskasutatud akud + metallkorpus)

KORPUS (pressitud papp, bambuskiud, saepuru)

ÕHUFILTER (puuvill, linakiud, paberkiud)

EESTVAADE

KÜLGVAADE

TAGAVAADE

59

LISA 6. Õpilaste koostatud kasutusjuhendi muutmata väljavõtted

Kasutusjuhend: Super Mini 5000 Filter

1. Toote kirjeldus

Super Mini 5000 Filter on kompaktne ja keskkonnasõbralik õhupuhastusseade, mis on loodud kasutamiseks kodustes tingimustes. Tänu oma väikesele suurusele mahub see mugavalt aknalauale ning aitab hoida sinu kodu õhu värske ja puhtana.

Seade on ruudukujulise disainiga ning valmistatud osaliselt taaskasutatud bio-materjalidest, muutes selle keskkonnasõbralikuks valikuks.

Filtri suurus

Filtri pind: 12×12 cm

Paksus: 2.5 cm

Päikesepaneel

Paneeli pind: 10×10 cm

Ventilaator

Läbimõõt: 8 cm

Akupank (sees)

Mõõdud: $10 \times 5 \times 3$ cm

Korpuse paksus

Seinad: umbes 1 cm

Materjalid:

Korpus (bio-materjalist küljed)

Materjal: krõpsupakendid + plastkotid + piimapakid

Kirjeldus: pressitud ja sulatatud kihiline komposiit, mis teeb korpuse tugevaks ja niiskuskindlaks

Õhufilter

Materjal: taaskasutatud tekstiil (vanad riided) + paberkiud

Kirjeldus: kiuline materjal, mis püüab tolmu ja mustust

Ventilaator

Materjal: plastpudelid + elektroonikajäätmed

Kirjeldus: labad on sulatatud plastist, mootor sisaldab taaskasutatud metalloosi

Traatvõrk (putukakaitse)

Materjal: vanad metallvõrgud või juhtmed (nt katkised aiavõrgud)

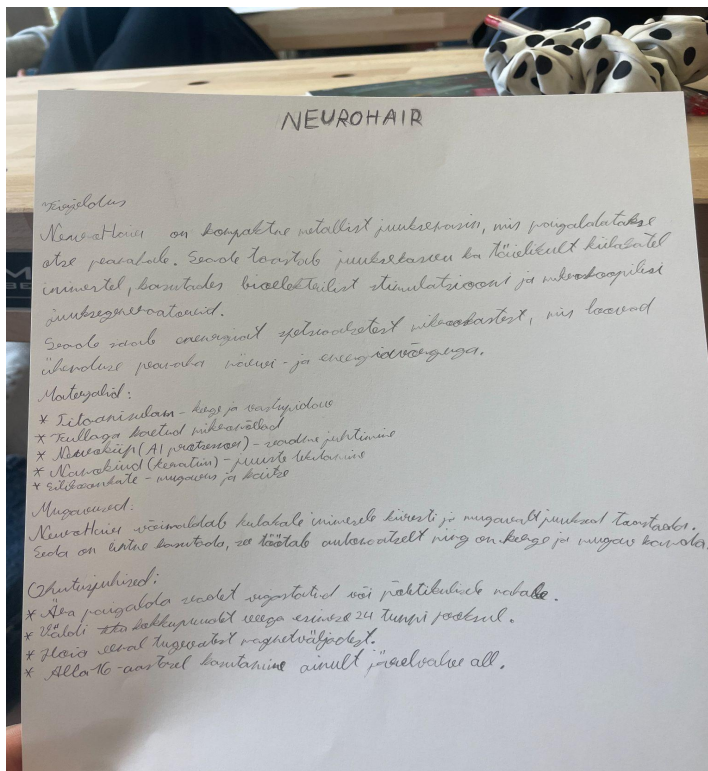
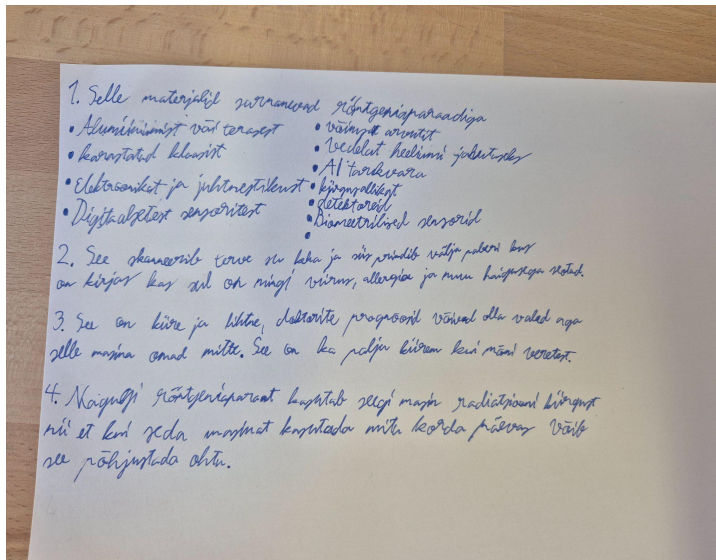
Kirjeldus: peen metallvõrk, mis hoiab putukad eemal

Päikesepaneel

Materjal: taaskasutatud elektroonika (vanad päikesepaneelid või kalkulaatorid)

Kirjeldus: päikeserakud on uuesti kasutusele võetud ja ühendatud uueks paneeliks

On/Off nupp



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Ako Laugamets**,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

„Pedagoogiline pidur kui määramatuse reguleerimise analüütiline mõiste spekulatiivse disaini õppes“,

mille juhendaja on **Maria Jürimäe**,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga **CC BY NC ND 4.0**, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
3. olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Ako Laugamets

14.05.2026