

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Loodusteadusliku hariduse keskus

Pille Säälük

**Disainimine ja leiutamine õppetöös:
õpetajate arusaamad ja senine praktika**

Magistritöö (15 EAP)

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: Katrin Vaino, PhD

Tartu

2019

„Disainimine ja leiutamine õppetöös: õpetajate arusaamad ja senine praktika“

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli kvalitatiivse uurimuse raames selgitada, milline on disainimist ja leiutamist õppetöös kasutavate õpetajate meelest nende õppemeetodite kasulikkus ning millised on tegurid, mis õpetajaid nende meetodite rakendamisel takistavad ja/või toetavad. Samuti sooviti teada, milline on õpetajate meelest õpilaste tagasiside disainimise või leiutamise vormis toimuvale õppimisele ning kas ja kui jah, siis millist abi õpetajad selle tegevuse praktiseerimisel ootaks. Uurimistöö käigus saadud tulemused aitavad paremini kavandada loodusteadusliku kirjaoskuse ja elukestva õppe edendamise jaoks tehtavaid riiklikke samme. Uurimus tugines poolstruktureeritud intervjuudele üheksa õpetajaga, kes oma igapäevatöös disainimist ja leiutamist rakendavad.

CERCS kood: S272, „Õpetajakoolitus“

Märksõnad: disainimine, leiutamine, disainipõhine õpe, õpetajate arusaamad

„Designing and inventing in teaching: teachers' beliefs and experiences“

The aim of this master thesis was to reveal the teachers' beliefs about the benefit and supporting and/or impeding factors of learning approach that uses designing/inventing activities in science and technology classes. In addition, it was aimed to reveal teacher's conceptions on the putative supporting factors and students' feedback to the designing/inventing approach. For that, half-structured interviews were held with nine teachers from Estonian general schools who practice designing/inventing activities in their teaching work. The results of the study will help in designing national strategies to improve the skills of scientific literacy and life-long learning in Estonian society.

CERCS code: S272 „Teacher education“

Key words: designing, inventing, design-based learning, teachers' beliefs

Sisukord

Sissejuhatus.....	5
1. Kirjanduse ülevaade	7
1.1. Leiutamine ja disainimine	7
1.2. Loovus	7
1.3. Disainipõhise õppe olemus.....	9
1.4. Disainipõhise õppe eelised	10
1.5. Disainipõhise õppe kitsaskohad	11
1.6. Planeeritud käitumise teooria	11
2. Metoodika.....	13
2.1. Töö eesmärk ja uurimisküsimused	13
2.2. Valim ja andmekogumismeetod.....	13
2.3. Uurimisinstrument	14
2.4. Intervjuude läbiviimine	15
2.5. Andmete analüüs	16
2.6. Uurimuse kvaliteet	16
3. Tulemused ja arutelu	18
3.1. Õpetajate vastused küsimusele „Mida tähendab teie jaoks õpilasdisain/-leiutamine?“	18
3.2. Õpetajate vastused küsimusele „Millal hakkasite juhendama õpilaste praktilisi töid, mille tulemuseks on uudne lahendus, leiutus, disain, tehisasi? Mis oli selle ajendiks?“	19
3.3. Õpetajate vastused küsimusele „Millises vormis on need toimunud (tunnitööna, ringitööna, kohustusliku loovtööna, konkursitööna vms)?“	21
3.4. Õpetajate vastused küsimusele „Mida on teie õpilased leiutanud (disaininud)? Kirjeldage palun!“	23
3.5. Õpetajate vastused küsimusele „Mis te arvate, kas ja miks peaks või ei peaks koolis toetama õpilaste leiutamise-/disainimisalaseid tegevusi?“	26
3.6. Õpetajate vastused küsimusele „Millised tegurid takistavad või toetavad teid koolis õpilasleiutamise /-disainimise rakendamisel?“	29
3.7. Õpetajate vastused küsimusele „Kes on teid koolis või ka väljapool kooli toetanud (takistanud) õpilasleiutamise /-disainimise rakendamisel? Millist abi ootaksite?	34
3.8. Õpetajate vastused küsimusele „Kas ja kui jah, siis kuidas saate oma kogemusi teistega jagada?“	38

3.9. Õpetajate vastused küsimusele „ Kas ja kui jah, siis millised sarnased mustrid on ilmnenud õpilaste leiutamise-/disainimisprotsessi käigus?“	40
3.10. Õpetajate vastused küsimusele „Milline on olnud juhendatud õpilaste tagasiside nende leiutamise-/disainimisalasele tegevusele?“	45
4. Järeldused.....	48
Kokkuvõte	51
Kasutatud kirjandus.....	53
Summary.....	57
Lisad	59

Sissejuhatus

21. sajandi inimene vajab oskusi, mis võimaldavad tal hakkama saada aina keerulisemaks muutuva ja kiirenevalt kasvava infohulgaga maailmas, kus lisaks teadmistes orienteerumisele on väga oluline see, kuidas toimub protsesside juhtimine ning millised on sellega kaasnevad sotsiaalsed suhted (Binkley, Erstad & Herman, 2010). Seetõttu on tänapäevastes ettevõtetes muutunud tähtsaks info jagamise oskus, meeskonnatöö ning otsuste langetamine detsentraliseeritud viisil (samas).

Eesti elukestva õppe strateegia 2020 eesmärgiks on muuta õppimine ja oma oskuste teadlik kasutamine aktiivse eluhoiaku lahutamatuks osaks ning seetõttu käsitatakse õppijatena nii lapsi, noori kui ka täiskasvanuid (Elukestva õppe strateegia 2020, 2014). Strateegias on eesmärgina välja toodud loodusteadusliku kirjaoskuse kasv aastatel 2012–2020 12,8%-lt kuni 14,4%-ni, mis tähistab PISA¹ testis 5. ja 6. taseme saavutanud õpilaste protsenti (samas). Lisaks rõhutatakse eelpool mainitud strateegias, et elukestva õppe süsteemi arendamisel on olulised veel sellised õppijate oskused nagu õppija aktiivne osalus õppeprotsessis, koostöö ja üksteiselt õppimine, vastutus ja tõenduspõhine otsustusvõime (samas).

Loodusteaduslikku kirjaoskust on defineeritud kui pädevust kasutada loodusteaduslikke teadmisi loovalt, et lahendada igapäevaelus esile kerkivaid probleeme ning teha kaalutletud otsuseid (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Loovust peetakse taoliste probleemide lahendusoskuse üheks peamiseks elemendiks (Hodson & Reid, 1988, viidatud Laius & Rannikmäe, 2004).

Neid õppija oskusi aitavad loodusainete õpetamisel arendada näiteks sellised õppemeetodid, mille käigus disainitakse või leiutatakse rühmatööna mingi tehisasi, kuna selle loomisel on vaja rakendada loodusteaduslikke teadmisi, õppija peab protsessis aktiivselt osalema ning õppeprotsessi eest vastutama. Samuti on vaja koostööoskust, loovust ning üksteiselt õppimise oskust. Ka aitab disainiülesannete rakendamine kaasa loodusteadusliku kirjaoskuse arendamisele (Holbrook & Rannikmäe, 2009).

Eesti üldhariduskoolides on loodusainete õpetajaid, kes disainimist ja leiutamist oma õppetöös rakendavad. Samas pole praktiliselt midagi teada sellest, kuidas need õpetajad tajuvad disainimist ja leiutamist rakendava õppe kasulikkust ning millised on nende meelest seda lähenemisviisi toetavad ja takistavad tegurid. Samas aitaks see teadmine paremini kavandada loodusteadusliku kirjaoskuse ja elukestva õppe edendamise jaoks tehtavaid riiklikke samme.

¹ PISA (*Programme for International Student Assessment*) on OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) algatusel läbiviidav rahvusvaheline uuring, mille käigus hinnatakse 15-aastaste õpilaste teadmisi ja oskusi funktsionaalses lugemises, matemaatilises ja loodusteaduslikus kirjaoskuses (<https://www.hm.ee/et/tegevused/uuringud-ja-statistika/pisa>).

Seetõttu oli käesoleva magistritöö eesmärgiks kvalitatiivse uurimuse raames selgitada, milline on disainimist ja leiutamist õppetöös kasutavate õpetajate meelest nende õppemeetodite kasulikkus ning millised on tegurid, mis õpetajaid nende meetodite rakendamisel takistavad ja/või toetavad. Samuti sooviti teada, milline on õpetajate meelest õpilaste tagasiside disainimise või leiutamise vormis toimuvale õppimisele ning kas ja kui jah, siis millist abi õpetajad selle tegevuse praktiseerimisel ootaks.

Sellest lähtuvalt püstitati magistritöö uurimisküsimused, mille koostamisel tugineti peamiselt planeeritud käitumise teooriale (Ajzen, 1991):

- 1) Kuidas õpetajad disainimist ja leiutamist enda jaoks defineerivad?
- 2) Milline on õpetajate isiklik hoiak disainimise ja leiutamise rakendamisse õppetöö osana?
- 3) Milline on õpetajate senine kogemus disainimise ja leiutamise kasutamisel õppetöös ning milline on nende meelest õpilaste tagasiside sellisele õppevormile?
- 4) Millised on õpetajate sotsiaalnormatiivsed hoiakud disainimise ja leiutamise rakendamisse õppetöö osana?
- 5) Milline on õpetajate tajutud kontroll disainimise/leiutamise rakendamisel õppetöös?

Uurimisküsimustele vastamiseks intervjueriti kaheksat loodusteaduste ja ühte tehnoloogiaõpetuse õpetajat, kes oma töös loodusteadusliku kallakuga disainimist ja leiutamist kasutavad.

Autor tänab oma juhendajat dr Katrin Vainot väga huvitava magistritöö teema eest ning töö juhendamise eest viisil, mida võib igati võrrelda disainipõhise õppe juhendamisega. Samuti tänab autor kõiki uuringus osalenud disainivaid ja leiutavaid õpetajaid. Lisaks suur tänu Õpetajatele, kes oma olemisega autorit õpetajakoolitusse on suunanud ja selle läbimisel toetanud ja inspireerinud.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Leiutamine ja disainimine

Perkins pakkus 1986. aastal välja seisukoha teadmistest mitte kui informatsioonist, vaid kui disainist – oskusest andmeid kindlal eesmärgil ühendada (Perkins, 1986). Sellest lähtuvalt ei piisa mõne keeruka ehitusega esemest või süsteemist ettekujutuse saamiseks üksnes selle osade kirjeldamisest, vaid tekib vajadus kirjeldada eseme või süsteemi osade ülesandeid, mehhanisme, mille najal need funktsioonid töötavad ja kuidas omavahel suhestuvad (Hmelo-Silver, Holton, & Kolodner, 2000). Selline lähenemine võimaldab mõista süsteemi ja selle funktsioneerivate osade omavahelisi suhteid terviklikumalt ja sügavamalt (samas).

Küsimuses, mis iseloomustab leiutist ja mis disaini, on seisukohad erinevad ja piirjooned ebaselged. Mitchami järgi on leiutamine tegevus, mis kulgeb irratsionaalseid, ebateadlikke, intuiitviseid või isegi juhuslikke teid pidi, nii et piiri, millal disainitud asi muutub leiutiseks, on raske tõmmata (Mitcham, 1994, viidatud Esjeholm, 2015). Arthur pakub, et tehiseseme toimimispõhimõttes peab olema aset leidnud muutus, et see tehisesena kvalifitseeruks (Arthur, 2009). Sarnaselt arvab ka Pye, kelle meelest leiutamine on põhimõtte avastamine ning disainimine selle rakendamine (Pye, 1964, viidatud Esjeholm, 2015). Vincenti on kategoriseerinud disaini kolmeks eri tüübiks. Need on revolutsiooniline disain, radikaalne disain ja normaalne disain (Vincenti, 1990). Revolutsioonilist disaini iseloomustavad nii täiesti uus toimimispõhimõte kui ka ülesehitus (konfiguratsioon), radikaalse disaini puhul on disainiesemele antud täiesti uus ülesehitus, kuid toimimispõhimõte võib olla olemasoleva põhimõtte muundatud variant, ja normaalse disaini puhul on nii disainerile kui ka üldsusele tuttavad nii disainitud eseme ülesehitus kui ka toimimispõhimõte (samas). Need kolm kategooriat pole selgepiirilised, kuid normaalset disaini üldjuhul leiutamiselega ei seostata; lisaks on leiutise puhul üldiseks arusaamaks, et idee peab olema realiseerunud mingi füüsilise esemena/artefaktina või viidud töötava süsteemi kujule (samas).

1.2. Loovus

Loovust on püütud defineerida erinevatel viisidel, kuid üldiselt toetab enamik lähenemisi seisukohta, et loovus tähendab millegi originaalse (ka ebatavalise, uudse ootamatu) loomist, mis on lisaks veel väärtuslik (kasulik, hea, sobiv) (Sternberg, 2003; Beghetto, 2007; Esjeholm, 2015). Ilma sotsiaalse sobivuse või kasulikkuseta originaalsust on tõlgendatud isegi kui ohtlikku nähtust (Beghetto, 2007), kuid selline vaatenurk on omane siiski valdavalt Lääne ühiskonnale (Collard & Looney, 2014). Ka võib esmapilgul eesmärgitu või liiga keeruline leiutis osutada mingis kontekstis kasulikuks: Jaapanist alguse saanud nn kasutute leiutiste

*chindogu*de väljatöötamise põhimõtteid on rakendatud nt turvaüsteemide kindlamaks disainimisel (Faily, 2012). Kuigi Sternberg toob välja, et loovust või loomingulisust võib vaadelda ka kui ellusuhtumist laiemalt (Sternberg, 2003), on loovuse ulatust siiski püütud liigendada. Nn revolutsioonilisele loovusele või ka väljapaistvale loovusele (ingl *big-C, big creativity*) omistatakse panus, mis mõjutab ja muudab väga laia ühiskonnaosa (Beghetto, 2007). Väljapaistva loovusega isikute näideteks tuuakse sageli suuri teadlasi ja kunstnikke nagu Albert Einstein, Pablo Picasso, Wolfgang Amadeus Mozart. Samas on tavaelu ja kooli kontekstis sobivam rääkida igapäevasest või argilooovusest (ingl *little-c creativity*), mille näiteks võib tuua luuletuse kirjutamise kirjanduse tunni raames või kahe toiduretsepti omavahelise ühendamise (samas). Individuaalset kogemuste, tegevuste ja sündmuste tähenduslikku interpreteerimist on samuti tõlgendatud loovusena (ingl *mini-c creativity*) ning seda just õppimise kontekstis (õpiloovus), kuna inimesed filtreerivad ja interpreteerivad uusi teadmisi oma kogemustest lähtuvalt (Beghetto & Kaufman, 2007). Samad uurijad lisasid hiljem sellele jaotusele veel ühe loovuse liigi, inglise keeles *pro-C creativity*, mis tähistab erialalise loovuse avaldumist (Kaufman & Beghetto, 2009). Samas tuleb suhtuda loovuse astmelisse klassifikatsiooni väga paindlikult, kuna nt juba tuumafüüsika põhimõtete omandamine on suur pingutus ja pole võrreldav koolitunni raames luuletuse kirjutamisega, kuigi mõlemad tuleks liigitada argilooovuse alla (samas). Üldiselt ollakse seisukohal, et argilooovuse arendamine – loov mõtlemine ja uute ideede genereerimine – on jõukohane igale inimesele (Runco & Albert, 1986) ning et õpiloovuse taseme leiutistega edasi töötamine võib viia argi- ja väljapaistva loovuse avaldumiseni (Hathcock, Dickerson, Eckhoff & Katsioloudis, 2014). On ka leitud, et loovust soodustab lahendatava ülesande olulisuse suurem määr ja vastandumine varem teadaolevale (Timperley jt, 2007, viidatud Collard ja Looney, 2014).

Loodusteaduste õpetamisel rakendatava disainimise ja leiutamise eesmärgiks on läbi tehiseseme loomise suunata õpilasi kasutama kriitilist loodusteaduslikku mõtteviisi (Krajcik & Delen, 2017). Tehisasjad, mis sellise tegevuse käigus luuakse, võivad olla väga erineva originaalsuse astmega.

Õpetaja saab õpilasi loovate ülesannete lahendamisel mitmeti toetada. Õpilastele motiveerivate eesmärkide püstitamist ning nendeni jõudmisel vajalikul hetkel toetamist nimetatakse sarrustamiseks või tellingute ehitamiseks (ingl *scaffolding*) (Wood, Bruner, & Ross, 1976). Sellist õpilase toetamise viisi võib illustreerida ütlusega „nii vähe kui võimalik ja nii palju kui vajalik“. Seega tuleb õpetajal loovate ülesannete juhendamisel lisaks põhjalike ainealaste teadmiste valdamisele olla avatud uutele lahendustele ja julgustama õpilasi originaalseid ideid välja pakkuma (Collard & Looney, 2014). Samas on välja toodud, et õpilaste loovuse arendamisel on suurimaks takistuseks just õpetaja enda vähene loovus (Plucker & Beghetto, 2003, viidatud Rubinstein, McCoach & Del Siegle, 2013) ning et oma õpilasi näevad

rohkem loovatena need õpetajad, kes ka ennast loovana tajuvad (Eason, Giannangelo & Franceschini, 2009).

Kuna loovust on koolisüsteemi ajaloo vältel sageli mõistetud kui miskit, mis jääb väljapoole ainekava, on õpetajad, kes tahavad õpilastega loovust arendavaid ülesandeid lahendada, tihti justkui vastandlikus olukorras, sest nad peavad järgima ka õppekava ning harjumuspärast hindamis- ja õpetamissüsteemi (Beghetto, 2007). Sellist vastandust on nimetatud ka kartesiaanlikuks ängiks (ingl *cartesian anxiety*) (sammas).

1.3. Disainipõhise õppe olemus

Käesolevas ja kahes järgmises alajaotuses vaadeldakse disainimise/leiutamise rakendamise võimalusi üldhariduskooli loodusainete õpetamise kontekstis ning meetodit nimetatakse disainipõhiseks õppeks. Tegemist on suhteliselt uue arenguga üldhariduses: aastakümneid on valdavalt kasutusel olnud traditsiooniline koolisüsteem tuginenud loodusainete õpetamisel pigem praktilise töö vormis ülesandele, millel on üks ainuvõimalik lahendus (Bonstetter, 1998). Probleemi püstitab õpetaja ja tema juhib ka õpilase iga sammu probleemi lõpliku lahenduseni ja järeldusteni jõudmisel (sammas). Selline õpetamine-õppimine aga ei valmista õpilasi piisavalt ette tegelikus elus esinevate keerukate ja mitme võimaliku lahendusega probleemidega toimetulekuks. Selle vastuolu kaotamiseks on viimase mõnekümne aasta jooksul aina rohkem hakatud rakendama disainipõhist loodusainete õpetamist, kuna see võimaldab õpilasel jõuda loodusteadusliku teadmise sügavama mõistmiseni (Vattam & Kolodner, 2008).

Disainipõhiseid loodusainete õpetamise suundi on mitmeid. Hmelo jt nimetasid õpilastele kopsude tööpõhimõtte õpetamiseks välja töötatud suunda *disaini kaudu õppimiseks* (ingl *learning by design*) (Hmelo-Silver jt, 2000). Organisatsioon Technical Education Research Centers (TERC) on kasutanud disainipõhiste õpitsüklite koostamisel mõistet *loodusained läbi disaini* (ingl *science by design*) (TERC 2000). Mamloki jt poolt *disainipõhiseks loodusteaduseks* (ingl *design-based science*) nimetatud suund on edasiarendus probleemipõhisest õppest, mille eesmärgiks on tehiseseme disaini kaudu siduda õpilaste tegevus igapäevaelu probleemidega (Mamlok, Dershimer, Fortus, Krajcik, & Marx, 2001). *Disainipõhise õppe* mõistet (ingl *design-based learning*) on kasutanud Apedoe jt, luues kaheksanädalase gümnaasiumile mõeldud programmi õpetamiseks keemias ainete soojendamise ja jahutamise seotud keerukaid põhimõtteid (Apedoe, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008). Vaino jt (2015) on välja toonud kõigi nende mõnevõrra varieeruvate õpetamismeetodite ühised jooned:

- õpilased disainivad algupärase probleemi põhjal ise tehisasja või lahenduse;

- õppimine on õppijakeskne ja koostööle suunatud, õpetaja rolli nähakse õppeprotsessile kaasa aitajana, mitte teadmiste jagajana;
- disainiprotsessi korduv iseloom mudeldatakse 1–3 disainitsükli käigus;
- üritatakse integreerida teadmisi loodusteadustest, matemaatikast ja inseneriteadustest/tehnikast, loodusteaduslikud teadmised omandatakse sageli uurimusliku õppe kaudu.

1.4. Disainipõhise õppe eelised

Kuna disainipõhisele õppele loodusteaduste kontekstis on toimiva tehisasja loomisel omene disainiprotsessi korduvus, saavutatakse selle käigus tehisasja loomisel kasutatud teaduslike põhimõtete ja loodusseaduste sügavam mõistmine, sest nende üle on mitme disainitsükli käigus väideldud, neid on täpsustatud ja lihvitud (Vattam & Kolodner, 2008). Kuna disainipõhine õpe on oma olemuselt aktiivõpe, on selle käigus omandatud teadmised konstruktiivse iseloomuga (Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk & Krysinski, 2008). Lisaks toimub disainipõhine õpe enamasti rühmatööna ning selle tulemusena paraneb õpilaste koostööoskus, oskus ennast väljendada ning probleeme lahendada (Doppelt jt, 2008). Ka suudetakse rühmas töötades tekitada sünergia tõttu rohkem ideid kui individuaalse tööprotsessi puhul (Denton, 1990). Kuna probleemid, millele disainipõhise õppe käigus lahendusi otsitakse, on tegeliku eluga otseselt seonduvad ning enamgi veel – võivad olla õpilase enda tõstatatud, suurendab see õppemeetod õpimotivatsiooni ja seda ka madalama õpivõimekusega õpilaste hulgas, sest tegeliku eluga seotud või õpilasest endast lähtuva probleemi puhul ei kerki enamasti üles tüüpilist küsimust „Miks ma seda teadma pean?“ (Hmelo-Silver jt, 2000; Mehalik, Doppelt, & Schunn, 2008). Samuti võib ise valmistatud tehise tekitada õpilases omanditunde, mis sõltuvalt õpilasest võib olla tugev motiveerija (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx & Mamlok-Naaman, 2004). Lisaks on näidatud, et disainipõhine õpe suurendab õpilaste huvi tehnoloogia ja inseneriteadustega seotud erialade vastu (Vaino, Vaino, Rannikmäe & Holbrook, 2015). Veelgi enam: loodusainete õpetamise väga tähtsaks eesmärgiks on kujundada õpilastes nii loovat kui ka kriitilist mõtlemist ning nende kahe mõtlemistüübi tasakaalustatud kasutamisel tekkivat rakenduslikku mõtlemist (Laius ja Rannikmäe, 2014). Ka suunab loov probleemilahendusoskus õpilasi analüüsima oma mõtlemist, teisisõnu ennast reflekteerima (samas).

1.5. Disainipõhise õppe kitsaskohad

Disainipõhise loodusainete õppe puhul on täheldatud, et õpilastel võib esineda raskusi enda disainitud tehisasjade aluseks olevate teaduslike põhimõtete mõistmisega (Fortus jt, 2004). Nähtust nimetatakse inglise keeles *design-science gap* – lõhe disaini ja teaduse vahel. Põhjuseks võib olla see, et osa õpilasi vajab töö aluseks olevast põhimõttest arusaamiseks rohkem aega, selgitusi ja juhendamist, kui on õpetajal võimalik anda (Vattam & Kolodner, 2008). On ka välja toodud, et avatud loomuga disainiprobleemide lahendamine, kus on vaja üheaegselt orienteeruda ainealastes teadmistes, disainitegevuses ja meeskonnatöös, võib madalama õpivõimekusega õpilaste jaoks olla tunnetuslikult liiga koormav (Doppelt jt, 2008). Seetõttu praktiseerivad õpetajad sageli disainipõhist loodusainete õpet kõrgema õpivõimekusega klassidega, kuigi on näidatud, et disainipõhisest õppesast saadav kasutegur võib nii õpimotivatsiooni osas kui ka teadusliku mõtteviisi omandamisel madala õpivõimekusega õpilaste puhul samaväärne olla (Fortus jt, 2004; Doppelt jt, 2008).

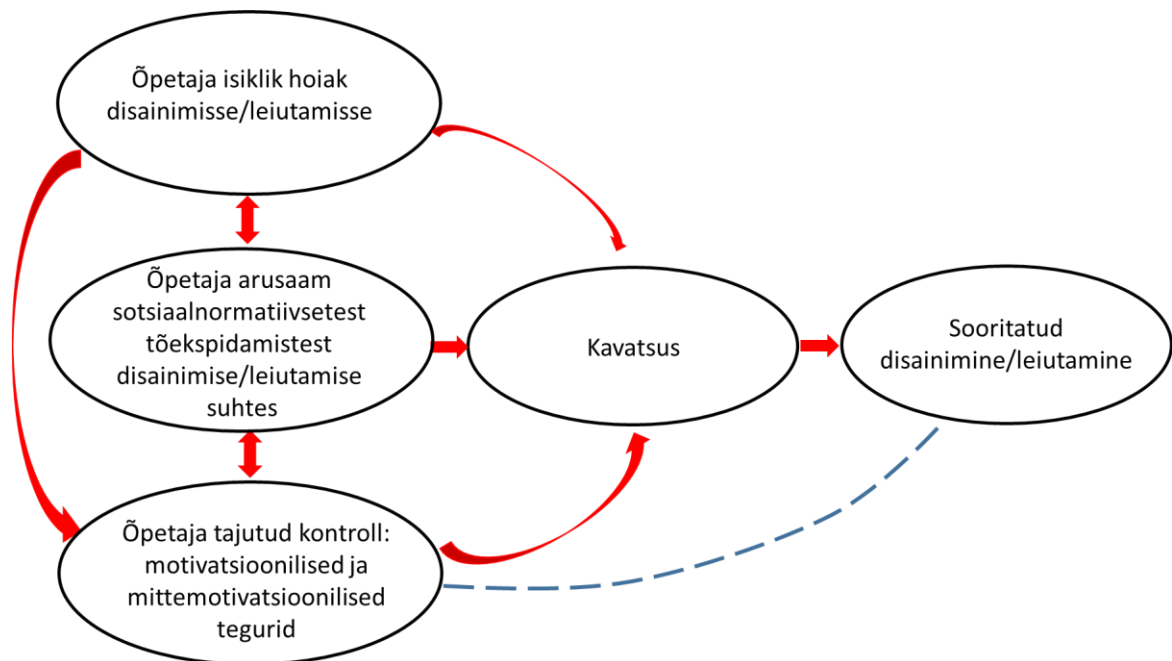
Disainipõhise õppe kasutamisel võib takistuseks olla ka õpetaja. Fasse kolleegidega on toonud välja mitu tegurit, mis disainipõhise loodusainete õppe rakendamise õpetaja jaoks keerukaks teevad: õpetaja puudulikud teadmised uurimuslikust õppesast ja õpetatavast aineast, vähene oskus tegutseda pigem õpiprotsessi toetaja ja sarrustajana kui teadmiste jagajana ning samuti vähene oskus ise tehisesemeid ehitada (Fasse, Gray, Holbrook, Camp & Ryan, 2001). Samuti võib õpetajate jaoks olla harjumatu disainiprotsessi korduv iseloom (samas).

1.6. Planeeritud käitumise teooria

On näidatud, et õpetamine loova iseloomuga ülesannete kaudu on õpetajate jaoks traditsioonilises koolisüsteemis sageli keeruline, isegi kui loovuse arendamist ühiskondlikul tasandil väärtustatakse: õppekava järgimine seab tegevusele ajalised piirid ning samuti võib traditsiooniline hindamismudel loova iseloomuga ülesannete jaoks ebasobivaks osutada (Beghetto, 2007). Seega võib eeldada, et õpetaja, kes soovib koolis rakendada loova iseloomuga õppemeetodeid, nt disainimist või leiutamist, kohtab seda tehes nii soodustavaid kui ka takistavaid tegureid.

Planeeritud käitumise teooria keskseks teguriks on isiku kavatsus mingil kindlal viisil käituda ning käitumise teoks saamist nähakse sõltuvat kolmest komponendist: esiteks isiku enda hoiakust planeeritud käitumisse, teiseks sellest, kuidas isik tajub üldist ühiskondlikku arvamust ehk nn sotsiaalnormatiivseid tõekspidamisi planeeritud käitumisse ning kolmandaks isiku tajutud kontrollist oma võime üle planeeritud käitumine sooritada (Ajzen, 1991). Planeeritud käitumise teoorias koondatakse isiku enda tajutud käitumise kontrolli alla kahte sorti tegurid:

esimesteks on käitumist mõjutavad motivatsioonilised tegurid, mis näitavad, kui palju on isik nõus planeeritud käitumise sooritamise nimel pingutama ja kas ta usub oma võimesse plaan teostada (samas). Teiseks loetakse mittemotivatsioonilised tegurid, nagu nt aeg, koostöövõimalused, ressursid jne, mis samuti võimaldavad või siis hoopis takistavad isikul planeeritud viisil käituda, aga mis ei sõltu otseselt isikust (samas).



Joonis 1. Planeeritud käitumise teooria skeem, muudetud Azjeni (1991) järgi.

Ka disaini/leiutamise rakendamist õppetöös kasutavate õpetajate käitumist on võimalik vaadata planeeritud käitumise teooria seisukohast (joonis 1): õpetaja suhtumine disaini/leiutamist rakendavasse õppesse näitab tema enda hoiakut – miks tema meelest see meetod kasutamiseväärne on. Õpetaja arusaam ümbritsevate suhtumisest disainimisse ja leiutamisse on vaadeldav õpetaja sotsiaalnormatiivse tõekspidamisena – kas õpetaja tunneb, et tal on tema hoiakutes pooldajaid või siis takistajaid – nt kooli juhtkond, kolleegid, õpilased. Õpetaja tajutud kontroll disaini/leiutamist rakendavat õpet praktiseerida näitab, kuivõrd tajub õpetaja seda, et tegevuse rakendamine õppetöös on tema oskustest ja võimetest sõltuv (motivatsioonilised tegurid) ja kas lisaks mängivad rolli ka temast sõltumatud tegurid, nagu nt aeg, kolleegide abi jne (mittemotivatsioonilised tegurid).

2. Metoodika

2.1. Töö eesmärk ja uurimisküsimused

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada loodusteaduste õpetajate arusaamu seoses nende poolt õppetöös rakendatava disainimise/leiutamise kohta. Uurimisküsimuste püstitamisel tugineti peamiselt planeeritud käitumise teooriale.

- 1) Kuidas õpetajad disainimist ja leiutamist enda jaoks defineerivad?
- 2) Milline on õpetajate isiklik hoiak disainimise ja leiutamise rakendamisse õppetöö osana?
- 3) Milline on õpetajate senine kogemus disainimise ja leiutamise rakendamises õppetöös ning milline on nende meelest õpilaste tagasiside sellisele õppevormile?
- 4) Millised on õpetajate sotsiaalnormatiivsed hoiakud disainimise ja leiutamise rakendamisse õppetöö osana?
- 5) Milline on õpetajate tajutud kontroll disainimise/leiutamise rakendamisel õppetöös?

2.2. Valim ja andmekogumismeetod

Uurimisküsimustele vastamiseks viidi läbi poolstruktureeritud intervjuud kaheksa loodusteaduste ja ühe tehnoloogiaõpetuse õpetajaga, kes disainimist ja leiutamist oma igapäevases õppetöös kasutavad. Kaks õpetajat – üks loodusteaduste õpetaja ja tehnoloogiaõpetuse õpetaja – kaasati valmisse, kuna nende õpilased olid edukalt osalenud ETAgil poolt korraldatud õpilaste leiutiste konkursil. Seega oli tegemist kriteeriumivalimiga (Laherand, 2008). Intervjueeritavad töötasid õpetajana nelja linna koolis ja ühes suurema linna lähedal asuvas gümnaasiumis. Õpetajaist neli olid mehed ja viis naised ning aeg, mil nad disainimist/leiutamist oma õpetajatöös rakendanud olid, oli erinev (tabel 1). Intervjuud olid poolstruktureeritud, kuna see intervjuu liik võimaldab küsida lisaküsimusi ja saada seeläbi küsimuse kohta täiendavat teavet ning vajadusel intervjueeritavat suunata (Laherand, 2008). Lisaks avatud küsimustele, mis andsid õpetajatele võimaluse vabalt oma mõtteid väljendada, sisaldasid intervjuuküsimused ka õpetajate tausta avavaid küsimusi.

Tabel 1. Andmed uuringus osalenud õpetajate kohta

	Kooliaste	Õppeained, mida õpetaja õpetab	Kui mitu aastat disainimist/ leiutamist praktiseerinud
Õpetaja 1	põhikool/gümnaasium	Füüsika, keemia	6
Õpetaja 2	põhikool/gümnaasium	Füüsika, keemia	2
Õpetaja 3	põhikool	Bioloogia, geograafia, keemia	10
Õpetaja 4	põhikool	Tehnoloogiaõpetus	>20
Õpetaja 5	põhikool	Põhikooli loodusteaduse ained	5
Õpetaja 6	põhikool	Keemia, füüsika, matemaatika	3
Õpetaja 7	põhikool/gümnaasium	Füüsika	>10
Õpetaja 8	põhikool/gümnaasium	Füüsika, keemia	>10
Õpetaja 9	põhikool/gümnaasium	Füüsika	6-7

2.3. Uurimisinstrument

Uurimuse instrumendiks oli 10 küsimusest koosnev intervjuu (lisa 1). Osa küsimusi oli mõeldud avama õpetajate tausta ning senist disainimise/leiutamise rakendamise kogemust, osa küsimusi lähtus planeeritud käitumise teooriast (Ajzen, 1991) ning nende eesmärgiks oli selgitada õpetajate hoiakuid disainimise/leiutamise kasutamisse õppetöö osana. Kuna disainipõhise õppe all on mõeldud kindlate tunnustega õppemeetodit (Vaino jt, 2015), kasutati õpetajatele esitatud küsimustes mõistet *õpilasdisain/-leiutamine*.

Järgnevalt on välja toodud intervjuu küsimused, mis aitasid selgitada,

1) kuidas õpetajad õpilastega disainimist ja leiutamist enda jaoks defineerivad;

2) milline on õpetajate senine disainimis-/leiutamiskogemus.

- *Mida tähendab teie jaoks õpilasdisain (-leiutamine)?*

- *Millal hakkasite juhendama õpilaste praktilisi töid, mille tulemuseks on uudne lahendus, leiutis, disain, tehisasi? Mis oli selle ajendiks? (Selle küsimusega oli lisaks võimalik selgitada õpetaja isiklike hoiakuid disainimisse/leiutamisse).*

- *Millises vormis on need toimunud (tunnitööna, ringitööna, kohustusliku loovtööna, konkursitööna vms)?*

- *Mida on teie õpilased leiutanud (disaininud)? Kirjeldage palun!*

- *Kas ja kui jah, siis millised sarnased mustrid on ilmnenu õpilaste leiutamise-/disainimisprotsessi käigus? Millised on olnud kõige suuremad probleemid? Kuidas olete neid lahendanud?*

Ülejäänud intervjuuküsimuste koostamisel tugineti planeeritud käitumise teooriale (Ajzen, 1991), mille järgi inimese mingil viisil käitumine sõltub kolmest komponendist: esiteks isiku enda hoiakust planeeritud käitumisse, teiseks sellest, kuidas isik tajub ühiskondlikku arvamust planeeritud käitumise suhtes (sotsiaalnormatiivne hoiak) ning kolmandaks isiku tajutud kontrollist oma võime üle planeeritud käitumine sooritada.

Intervjuuküsimus, mille vastusena eeldati teada saada õpetaja isiklike hoiakuid disainimisse/leiutamisse:

- *Mis te arvate, kas ja miks peaks või ei peaks koolis toetama õpilaste leiutamise-/disainimisalaseid tegevusi?*

Intervjuuküsimused, millega loodeti selgitada õpetajate arusaamu tajutud kontrolli teguritest:

- *Millised tegurid takistavad või toetavad teid koolis õpilaste leiutamise (-disainimise) rakendamisel?*

- *Kas ja kui jah, siis kuidas saate oma kogemusi teistega jagada? (Selle küsimusega oli lisaks võimalik selgitada õpetaja isiklike hoiakuid disainimisse/leiutamisse).*

Intervjuuküsimused, millega loodeti selgitada õpetajate arusaamu sotsiaalnormatiivsetest hoiakutest disainimisse/leiutamisse:

- *Kes on teid koolis või ka väljapool kooli toetanud (takistanud) õpilaste leiutamise (-disainimise) rakendamisel? Kas ja kui jah, siis kellelt ja millist abi ootaksite?*

- *Milline on olnud juhendatud õpilaste tagasiside nende leiutamise(-disainimis)alasele tegevusele?*

2.4. Intervjuude läbiviimine

Intervjuude tegemine lepiti õpetajatega kokku e-kirja teel ning kõigile õpetajatele saadeti enne intervjuud ka intervjuu küsimused. Intervjuud viidi läbi ajavahemikul 14.06.2018–4.02.2019 ja need kestsid 21 minutist kuni ühe tunni ja 15 minutini. Intervjuudest viis toimus koolis, kus õpetaja õpetas, kolm toimusid kohvikus ja üks toimus intervjuueeritava uues töökohas, mis polnud kool. Enne intervjuud küsiti õpetaja nõusolekut intervjuu lindistamiseks ja kõik õpetajad

andsid selleks loa. Lindistamiseks kasutati nutitahvlit. Samuti selgitati õpetajatele, et neile on tagatud vastuste anonüümsus.

Intervjuud alustati uurimuse eesmärkide tutvustamisega ning seejärel küsiti õpetajatelt kümme disainimise/leiutamise seotud küsimust. Intervjuude ajal püüdis intervjuerija olla avatud olekuga ja aktiivselt kuulav. Vajadusel küsiti õpetajalt lisaküsimusi. Kõikide õpetajatega õnnestus luua pingevaba õhkkond.

2.5. Andmete analüüs

2019. a veebruaris ja märtsis transkribeeriti intervjuud sõna-sõnalt transkriptsioonimärke kasutamata. Pärast transkribeerimist kustutati andmekandjatelt kõik intervjuude helifailid. Saadud andmete analüüsiks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi (Graneheim & Lundman, 2004). Esmalt loeti transkriptsioone korduvalt. Seejärel tõsteti transkribeerimises värviliselt esile tähendusrikkad fraasid ja laused (ingl *meaning units*). Esile tõstetud fraasid ja laused koondati Word faili tabelitesse, nii et iga küsimuse kohta tekkis eraldi tabel iga õpetaja tähendusrikkaste fraasidega. Samasse tabelisse koondati ka fraaside lühendamisel tekkinud tähendusühikud (ingl *condensed meaning units*). Tähendusühikud koondati järgmisesse Word faili, kus need ka ümber grupeeriti, vastavalt sellele, milliste õpetajate lausungid oli võimalik samade koodide alla koondada. Kirjeldatud etappe võib illustreerida järgmise näitega:

Tähendusrikas fraas: *Ma näen, et kui keegi konkreetset töötaks selle nimel, et mõtleks välja neid asju.*

Tähendusühik: *keegi võiks disainiprojekte välja mõelda*

Kood: *metoodilise toe kättesaadavus tegevuse rakendamiseks*

Alamkategoria: *metoodiline tugi*

Kategoria: *Oodatav abi disainimise rakendamisel*

2.6. Uurimuse kvaliteet

Intervjuude läbiviimise ajal polnud uurimuse autor õppetöös rakendatava disainimise ja leiutamise kohta käiva teooriaga tuttav ning toimis seetõttu kui suhteliselt erapooletu intervjuerija. Sellega vähendati uurija isiksusest tuleneda võivaid vigu intervjuerimisel. Uurimuses tehtavate järelduste valiidsuse suurendamiseks paluti transkriptsioone lugeda erapooletul õpetajahariduseta, kuid haridusvaldkonnas töötaval ametnikul, kellel paluti

intervjuude transkriptsioonide tekstis esile tõsta fraasid ja lausungid, mis tema jaoks intervjuuküsimusest lähtuvalt tähenduslikud olid. Nende läbivaatuse põhjal täiendati varem leitud koode ja alamkategoriaid.

3. Tulemused ja arutelu

Uurimuse tulemused on toodud õpetajatele esitatud küsimuste kaupa tabelites, millele järgneb arutelu koos lisanäidetega. Juhul kui õpetaja vastas mõne küsimuse puhul hoopis teises küsimuses küsitule, paigutati vastustest leitud tähendusrikkad fraasid, ühikud ja koodid ikkagi selle kategooria alla, mis neid iseloomustas. Kuna disainipõhise õppe all on mõeldud kindlate tunnustega õppemeetodit (Vaino jt, 2015), kasutati õpetajatele esitatud küsimustes mõistet *õpilasdisain/-leiutamine*. Samas ilmnis õpetajate vastustest, et õpetajad mõistavad õpilasdisaini/-leiutamist väga erinevalt ja seetõttu otsustati käesolevas töös kasutada tegevuse kirjeldamiseks üldisi mõisteid *disainimine ja leiutamine*.

3.1. Õpetajate vastused küsimusele „Mida tähendab teie jaoks õpilasdisain/-leiutamine?“

Esimese küsimuse abil taheti selgitada õpetajate senist disainimis-/leiutamiskogemust. Vastused esimesele intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 2.

Tabel 2. Õpilasdisaini/-leiutamise mõiste tähendus õpetajate jaoks

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Õpilasleiutamine/õpilasdisain			
Väline kujundus / millegi loomine	Disain kui väline kujundus; disain kui millegi loomine, välja mõtlemine	Õ2, Õ7, Õ8	Õ7: Mina eeldan disaini all kujundamist, välist efekti ja ergonoomikat ja nii-öelda sellist välist ilu rohkem. Teisalt see disain on nagu millegi loomine...
Leiutamine	Sõna otseses mõttes leiutamine	Õ4	Õ4: Õpilasleiutamine oligi minu jaoks sõna otseses mõttes leiutamine, sest seal ei ole tegelikult see väline efekt nii oluline nagu on turunduses.
Teooria rakendamine	Teoreetiliste teadmiste rakendamine	Õ9	Õ9: ...on pigem teoreetiliste teadmiste rakendamine praktilises tegevuses
Disainiprotsess	Disainiprotsess, disainitsükkel	Õ1, Õ5, Õ7, Õ9	Õ5: ...protsess, kus jälgitakse disaini tsüklit selle tegevuse käigus Õ7: See disainiprotsessi nimi mulle meeldib, sest nii lapsed kui kõik saavad aru, et tegu on mingite etappidega, mida kohendada, aga kui see on disain, siis see pigem ajab segadusse.
	Originaalne lahendus(viis) millegi eesmärgipärase tegemiseks	Õ1, Õ3, Õ6	Õ6: Õpilasdisain tähendab minu jaoks seda, et õpilane pakub õpetajale sellise lahenduse, mida sa ise ei oota.
Uurimus tuttava materjaliga	Uurimus tuttava materjaliga	Õ8	Õ8: Ma mõtlen, et kui nad teevad Goldbergi masina, on ju, või siis nad teevad mingit reaktiivliikumisel põhinevat seadet – et tegelikult nad ise ei leiuta. See on uurimine tuttava materjaliga, et nad peavad tuttava materjaliga sarnase asja ise valmis tegema. Et see ei ole leiutamine.

Intervjuudes osalenud õpetajatest kolm töid välja, et nende meelest tähendab õpilasdisain millegi välist kujundamist või loomist.

Kolme õpetaja jaoks on õpilasleiutamine/-disain tegevus, kus õpilase tegevusel on eelnevalt õpetaja poolt antud kindel eesmärk ja selle saavutamiseks pakub õpilane õpetaja jaoks välja originaalse lahenduse. Nelja õpetaja vastusest selgus, et nende jaoks on tegu eeskätt protsessi või tsükliga. Õpetaja 9 oli õpilasleiutamine/-disaini kui protsessi tähenduse enda jaoks suhteliselt hiljuti sõnastanud ning seda tulenevalt disainiprotsessi teemalise koolituse läbimise tõttu. Tema senine arusaam õpilasdisainist/-leiutamisest seisnes eeskätt teoreetilistele teadmistele praktilise väljundi andmises:

Õ9: Nii et seda mõistet ma pole kasutanud, aga praegu kavalalt läbi selle – ahah, et see ongi disain. Ja nii see välja tuligi, sellest koolitusest.

Seega saab vastustest järeldada, et küsitletuist kuue õpetaja jaoks on tegu eeskätt tegevusega, mille puhul on rõhk protsessil.

Lisaks kasutasid kaks õpetajat disaini ja leiutamise mõistet segiläbi ilma selge eelistuseta (Õ1, Õ7) ning kaks õpetajat ei kasutanud õpilasdisaini/-leiutamise mõistet üldse (Õ3, Õ6):

Õ6: Nimetame seda siis STEM-ks, integreeritud õppeks, projektõppeks, heal lapsel mitu nime, et tegelt see sisu on sama.

Seega saab järeldada, et küsitletud õpetajad sisustasid õpilasdisaini/-leiutamise mõisteid erinevalt ning mitu küsitletud õpetajat ei tundnud vajadust disaini või leiutamist sisaldava õpitegevuse kirjeldamisel end mõistetega üldse piirata, tuginedes rohkem protsessi sisu kirjeldavatele mõistetele.

3.2. Õpetajate vastused küsimusele „Millal hakkasite juhendama õpilaste praktilisi töid, mille tulemuseks on uudne lahendus, leiutis, disain, tehisasi? Mis oli selle ajendiks?“

Teise intervjuuküsimusega sooviti lisaks õpetaja tausta selgitamisele saada teada ka tema isiklikku hoiakut disainimist/leiutamist rakendava õppemeetodi suhtes. Vastused teisele intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 3.

Tabel 3. Ajendid alustamiseks uude lahenduse, leiutise, disaini, tehiasja väljundiga praktilisi töid

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagasi	Näited
Motiveeriv õpetajale	Meeldib õpetajale	Õ1, Õ7	Õ1: Mulle meeldib selliseid töid kõige rohkem juhendada, selliseid asju teha, kus ise saab midagi välja mõelda, midagi valmis ehitada oma kätega, millest lõpuks on ka tore praktiline kasu.
Motiveeriv õpilastele	Meeldib õpilastele, õpetamise huvitavamaks tegemine, õpilaste motiveerimine	Õ2, Õ4, Õ7, Õ8, Õ9	Õ9: Ajendiks oli siis praktiline väljund ja teema, mis õpilasi ka huvitas. Ja poisid – muidugi nad tahavad midagi tehnilist teha. Õ7: Sellega oli lihtne õpilasi motiveerida ka, kuna seal olid päris kopsakad auhinnad...
Võimaluste tekkimine	Olemasoleva meisterdamismaterjali ära kasutamine; võimaluste avanemine	Õ4, Õ8	Õ4: Siis, kui neid vanu voolumõõtjaid hakati maha võtma. See võib olla siis 90ndate keskel. Et siis tuli lihtsalt idee, kuidas neid kasutada, et mitte jäätmejaama viia.
Sügava õppimise soodustamine	Sügavama õppimise soodustamine	Õ6	Õ6: ...kui lihtsat praktilist tööd teha, siis mõistmistasandit õpilasele ei teki. Et võib keemias teha ägedaid laboratoorseid katseid, teooria on kõik kirjas, aga kui puuduvad muud oskused ja puudub süvenemisoskus, sellised üldoskused, siis see sisu katsel läheb ära. Et linnukese pärast katset teha pole mõtet minu silmis. Et õpilane ei koge seda läbi.
Loovuse arendamine	Loovuse arendamine	Õ3	Õ3: ... ma pole näinud sellel ajal muud eesmärki kui loovuse arendamine, mis on kindlasti väga oluline, aga see pole piisav.
Rahulolematus kehtiva koolisüsteemiga	Et olemasolevat süsteemi muuta	Õ6	Õ6: Et praegu ma olen koolis siiski selle pärast, et seda olemasolevat süsteemi raputada

Aeg, millal õpetajad teadlikult disainimist/leiutamist rakendanud olid, oli erinev, ulatudes kahest kuni paarikümne aastani ning on täpsemalt välja toodud tabelis 1.

Vastustes küsimusele, mis oli ajendiks õpilasteleuutamise/-disaini praktiseerimise hakkamiseks, töid viis õpetajat välja, et selle tegevusega on hea õpilasi motiveerida. Tuleb märkida, et neist viiest õpetajast kaks (Õ4, Õ7) olid oma õpilastega regulaarselt õpilaste leiutamiskonkursist osavõtjad ning nad töid välja, et õpilasi motiveerivad ka rahalised auhinnad. Õpetajad 7, 8 ja 9, kes töid välja disainimise/leiutamise positiivse mõju õpilaste motivatsioonile, õpetasid kõrgema õpivõimekusega õpilasi (loodusainete eriklassid, heade õpitulemustega gümnaasiumid), nii et õpilaste motiveerituse puhul võib olla oluline ka tegur, et kõrgema õpivõimekusega õpilastele on taoline tegevus jõukohasem (Doppelt jt, 2008).

Õpetajad 1 ja 7 töid välja, et taoline õppemeetod meeldib neile endale:

Õ7: Ma ei osalenud esimesel [leiutamise]konkursil, aga ma sattusin sinna juhuslikult. Ja siis mulle tundus, et see on see, mis mind kui füüsikaõpetajat õndselt paelus, et need ideed, mis seal välja käidi, need olid suurepärased. Ja

siis ma mõtlesin, et kuidas ma ise varem selle peale pole tulnud. Ja kõik ülejäänud aastad olen ma oma õpilastega alati osalenud ja kuidagi on nii läinud, et minu õpilased on alati ka esimese kolme hulka sattunud.

Õpetajad 4 ja 8 rõhutasid võimaluste avanemist või juhuse rolli disainimisega/leiutamise tegelemise hakkamisel:

Õ8: Enne kui ma maakoolides [õpetaja] olin, siis avastasin, et lapsed hullult hästi teevad igasuguseid asju. Ja siis ma panin oma fantaasia eelkõige neis maakoolides tööle, et õpilasi köita. /.../ Ja siis ma leidsin, et on päris äge niimoodi elektrimootorit õpetada. Et mitte pole skeemid, vaid et ise teevad. Nii et ma arvan, et see võis olla kuskil 10 a tagasi, kui ma hakkasin täitsa teadlikult välja mõtlema siis selliseid praktilisi töid, kus nad pidid ise midagi nullist valmis ehitama. Mina andsin materjale või ka mõned töid ise kaasa. Nii et polnud pigem mitte noore õpetaja teema, vaid võimaluste avanemine.

Õpilase loovuse arendamise tõi disainimise/leiutamise praktiseerimise ajendina välja õpetaja 3. Taolise tegevuse positiivset mõju loovusele on korduvalt näidatud (Esjeholm, 2015), (Hathcock jt, 2014). Sügavama õppimise soodustamise ning olemasoleva haridussüsteemi teadliku muutmise soovi tõi ajendina välja õpetaja 6:

Seega on küsitletud õpetajatest rohkem kui pooltel peamiseks ajendiks disainimise/leiutamise rakendamisel selle motiveeriv mõju õpilastele. Samas on ilmselt oluline ka õpetaja enda avatus sellisele tegevusele, sest nii need õpetajad, kes töid välja, et disainimine/leiutamine neile endale meeldib, kui ka need, kes mainisid võimaluste avanemist kui kaalukeelt sellise tegevusega alustamiseks, illustreerivad õpetaja enda valmisolekut või miks mitte ka suuremat loovust, mis aitab sellisel õppemeetodil teostuda (Eason jt, 2009):

3.3. Õpetajate vastused küsimusele „Millises vormis on need toimunud (tunnitööna, ringitööna, kohustusliku loovtööna, konkursitööna vms)?“

Kuna disainimine/leiutamine nõuab tavatunniga võrrelduna teistsugust lähenemist, sooviti selle küsimusega teada, kuidas on õpetajad selle probleemi enda jaoks lahendanud. Vastused kolmandale intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 4.

Tabel 4. Millises vormis on disainimine/leiutamine toimunud.

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagasi	Näited
Tunnitöö	Tunnitöö + vajadusel kodutöö	Õ4, Õ7, Õ9	Õ9: Päriskõne, et nad ainult tunnis toimetavad, seda võib-olla ei saagi teha. Et on tunniväline tegevus ka. /.../ Need on väga ajamahukad asjad kõik.
	Ainult tunnitöö	Õ1, Õ2, Õ3, Õ5, Õ6, Õ7, Õ8	Õ3: Enamasti on ikkagi tunnitöö, ja miks tunnitöö – sest kodus nad ei taha teha. Siis neil ole neil põnev.
Huviring	teadusteater	Õ1, Õ3	Õ1: Päriskõne kindlasti teadusteatriga seotult kõige rohkem, sest seal peab põhimõtteliselt igapäevaselt midagi välja mõtlema.
Loovtöö ja uurimistöö	Loovtöö, uurimustöö	Õ1, Õ3, Õ4, Õ5, Õ8, Õ9	Õ5: Kuigi üks loovtöö oli ka, mida ma juhendasin umbes neli aastat tagasi ja see oli otseses mõttes disainimistöö – ühed õpilased taastasid vana Riga mootorratast.
Teadmiste kontroll	Tunnikontroll/kontrolltöö	Õ8	Õ8: Aga muidu on nii, et nt soojusõpetuses ma ei tee kontrolltööd või tunnikontrolli, kus on soojusülekanne liigid, vaid neil tuleb esitada ideekavand ideaalsele termosele.
Konkursitöö	Õpilaste leiutiste konkurs, Goldbergi masina tegemise võistlus	Õ4, Õ6, Õ7, Õ8	Õ4: Üldiselt on see tunnitöö. Esimene tund on tutvustus, teisel tunnil tulevad leiutiste visandid. Nii et kahe tunni jooksul panevad nad need paberile ja nendest ma teen valiku, mille puhul ma teen ettepaneku edasi tegeleda. Ja edasi tegelemine on põhiliselt tunnivälisel ajal.
Valikkursus	Õppekavaväline valikaine/- kursus	Õ1, Õ2, Õ7	Õ7: Konkursitööna, aga nii füüsikatunni osana kui nüüd ka eraldi õppekavavälise valikkursusena - disainiprotsessi kursus on olnud viimased kaks aastat.

Kõik intervjueritud õpetajad praktiseerivad disainimist/leiutamist tunnitööna ning kolm kasutab lisaks ka tunnivälise aega. Kaks kolmandikku küsitletuist on kasutanud seda ka loovtöö ja/või uurimistöö raames ning neli õpetajat on osalenud oma õpilastega ka siis ETAgil õpilaste leiutiste konkursil või Goldbergil masina ehitamise võistlustel. Ainsana kasutab seda õppevormi ka teadmiste kontrolli vormis õpetaja 8.

Valikkursuste raames on leiutamist ja disaini kasutanud kolm õpetajat ning õpetaja 7 toob välja, et valikkursuse raames on selleks kõige rohkem aega:

Õ7: Kui ta [disainimine/leiutamine] on füüsikatunnis, siis on ta üks-kaks tundi, hästi palju peab kodus tegema, kui ta oli tehnoloogiakursusel, siis ta oli võib-olla nii üks-kaks nädalat, ja nüüd kui on kursus [disainiprotsess], siis on ikka 36 tundi, ehk siis kogu kursus pühendatud leiutamisele.

Vastustest järeldub, et valdav õppevorm disainimiseks/leiutamiseks on tunnitöö, kuid samuti kasutatakse palju loovtööd ja/või uurimistööd. Kuna disainipõhise õppe suundadele on omane korduv iseloom (Vaino jt, 2015) ning kuna loovtööd ja uurimistööd tehakse reeglina pikema aja peale jaotatuna, on nende kasutamine disainimisel/leiutamisel Eesti koolisüsteemis

ajaliselt ilmselt üks sobivamaid õppevorme. Ka ilmnes, et kuigi mitu õpetajat praktiseerivad disainimist/leiutamist üksnes tunnitöö raames, on tegevus jaotatud oma iseloomu ja ajamahukuse tõttu mitme tunni peale, võimalusel kasutatakse ka mitut järjestikust tundi. Nii õpilase kui õpetaja jaoks on tegevuse jaoks mugavam ilmselt valikkursus, mille raames disainimise/leiutamise võimalus oli kolmel küsitletud õpetajal.

3.4. Õpetajate vastused küsimusele „Mida on teie õpilased leiutanud (disaininud)? Kirjeldage palun!“

Selle küsimusega sooviti teada saada, millise iseloomuga tehisasju õpetajad oma õpilastega disaininud/leiutanud on. Õpetajate vastustest selgus, et disainipõhise õppe tulemid on väga mitmepalgelised. Seetõttu otsustati klassifitseerida need kahel viisil. Esemel iseloomu järgi liigitati tööd virtuaalseteks ja kontseptuaalseteks toodeteks, tehisasjadeks ja sündmusteks. Esemel idee autori järgi – kas õpilane või õpetaja – tehti teine klassifikatsioon.

Vastused neljandale intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 5.

Tabel 5. Mida on intervjuueeritud õpetajate õpilased disaininud ja kes püstitab disainieseme või leiutise eesmärgi

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Disainiese, leiutis			
Virtuaalne toode	Äpp, film	Õ1, Õ7	Õ7: Näiteks üks bussiäpp, mis ütleb sulle, mitu minutit on veel oodata. Ja kui sa bussist maha jääd, siis ta pakub sulle teisi lahendusi.
Kontseptuaalne toode	Ideekavand, kontseptuaalne toode	Õ6, Õ7, Õ8	Õ8: ...ideekavand ideaalsele termosele./.../ Ja siis peavad nad kasutama töö põhjenduses mõisteid konvektsioon, soojusjuhtivus, soojuskiirgus, et kõiki neid asju, mida nad on õppinud, [peavad] rakendama.
Tehisasi	Käega katsutav asi	Kõik õpetajad	Õ1: Päikesepatarei, autod, alkomeeter, ohutusmärkidega tort, maa siseehituse salat, rakumudelid
Sündmus	Teadusteatri etenduse kavandamine	Õ1	Õ1: Et ka teadusteatrid üle Eesti - on olemas teadusteatri festival - siis põhimõtteliselt katsed on samad, aga neil on niivõrd erinev vorm seal ümber, kuidas see katse on üles ehitatud...
Eesmärgi autor			
Õpilane	Õpilase püstitatud eesmärk	Õ1, Õ4, Õ7	Õ7: LED-tuledega autonumbrimärk, oli üks väga hea töö, üks poiss tegi lausa prototüübi valmis. On olemas LED-pirnid, mis on kolme sektoriga, nii et üks pirn saab põleda punaselt, roheliselt ja valgelt. Ja mõte oli selles, et kui sa oled nt võõras linnas või võõras riigis, siis saab panna punased LED-id põlema, et esiteks teised näevad, aga teiseks ka seda, et sa võid ära eksida.
Õpetaja	Õpetaja poolt etteantud eesmärk	Õ1, Õ2, Õ3, Õ4, Õ5, Õ6, Õ8, Õ9	Õ1, Õ8: sild, ideaalne termos Õ2, Õ5, Õ9: jäätisemasin Õ3, Õ9: kosmeetika – seebid, kreemid Õ3: rakumudelid Õ5, Õ8: reaktiivliikumisel põhinevad lahendused Õ5, Õ8, Õ9: Elektrimootorid, magnetmootorid Õ5: limonaadimasin Õ6, Õ8: Goldbergi masin

Vastustest selgus, et käega katsutavaid tehisasju on õpilastega leiutanud/disaininud kõik küsitletud õpetajad. Virtuaalseid tooteid – äpid, videod – on teinud õpetaja 1 ja 7 ning õpetaja 1 kasutab õpilase tehtud videot ka oma õppetöös:

Õ1: Üks minu väga hea näide uurimistööst on see, kus õpilane tegi ise *stop-motion* stiilis väikse filmi sellest, mis on elektromagnetlained. Seda ma kasutan teist aastat järjest.

Kolm õpetajat teevad õpilastega ka kontseptuaalseid tooteid, mille puhul käega katsutav tulemus pole peamine, kuid oluline on arusaam töö aluseks olevatest loodusteaduslikest põhimõtetest:

Õ6: Ja siis selline – et milline peaks inimene olema, et ta igal planeedil saaks hakkama. Et kas ta saab hingata, et mis teda elus hoiab – et maal on hapnik, Marsil pole, et milline siis inimene peaks olema, et ta seal hakkama saaks. Mis on siis nagu ühet poolt see, et saab nagu asjaliku poole ka, aga samas paneb fantaasia ka tööle.

Eraldi leiutise/disainieseme klassiks on sündmuse disain teadusteatri katsete näol, mida väga palju rakendab oma töös õpetaja 1. Samas on teadusteatri sündmuse disaini puhul oluline osa ka protsessil, mitte üksnes lõpptulemuse kujundamisel, sest reeglina kasutatakse teadusteatri katse disainimisel defineeritud eesmärki, millele püütakse leida varem kasutatuga võrreldes uudne esitlusviis.

Seitse küsitletud õpetajat rakendas leiutamist/disainimist nii, et püstitas ise õpilastele eesmärgi. Erandiks olid leiutiste konkursil osalevad õpetajad ja teadusteatri tegelev õpetaja (Õ1, Õ4, Õ7), kes lasid kas mõnikord või alati õpilastel endil eesmärgi püstitada. Kui vaadata eesmärgi püstitust Tuginedes Vincentile (1990), kes jagab disaini normaalseks, radikaalseks ja revolutsiooniliseks, jääks õpilastele ette antud eesmärgi puhul disain ilmselt normaalse ja radikaalse piiridesse, sest õpilased disainivad midagi, mille toimimise põhimõte on enne teada. Õpilasele ideelise vabaduse andmine võib luua pinnase radikaalsete, kuid miks mitte ka revolutsiooniliste disainiesemete sünniks. Sellele vihjavad ka intervjuud õpetajatega 1 ja 7 kes ütlesid, et mõne leiutise/disainieseme puhul oli neil endil algselt selle edukust / funktsioneerima hakkamist raske uskuda, kuid ideed testides või kolmandat arvamust saades pidid nad oma arvamust muutma:

Õ1: ...mul on üks tore näide ühest õpilasest. Ta tuli teadusteatri sisse, kui ta oli viiendas klassis, ja ta leidis kolm väga ägedat asja /.../ ja mitte ühtegi kolme ma ei uskunud, et see töötab, ütlesin, et kuule, vaata, kui palju on Youtube'is mingeid muid katseid, et see ei tööta, aga ta ütles, et töötab küll. Niikaua me vaidlesime, kuni me läbi proovisime ja kõik töötas (naerab). Et õpilastelt saab väga asjalikke ideid.

Õ7: Et traktorid, mis sügiseti või kevadeti tulevad põllult asfaldi peale, määrivad asfaldi ära. Lahendus oli see, et vahetult enne tee peale sõitmist puhastavad harjad rehvid ära. Esiteks mulle tundus, et see lahendus ei ole kõige õnnestunud, ma arvan, et kui see traktorist ise natuke rohkem vaeva näeks ja roogiks need rehvid puhtaks, siis ei oleks ka probleemi. Ja teiseks, ma ei olnud kunagi mõelnud, et see võiks probleem olla - et tee võiks juba selliselt ehitatud olla, et vihm uhub mustuse ära. Ja ma pole kunagi näinud, et traktoreid niimoodi puhastatakse. Aga selgus, et see on maapiirkondades väga suur probleem.

Kuna mõlemad leiutiste konkursil regulaarselt osalenud õpetajad ütlesid, et teevad enne õpilaste tööde konkursile saatmist nende hulgast enda meelest parima valiku, on võimalik, et potentsiaalne radikaalne või isegi revolutsiooniline idee jääb tähelepanuta. Seega on vajalik õpetaja enda valmidus oma arvamustesse kriitiliselt suhtuda ning mitte unustada õpilaste tööde hindamisel „kastist välja mõelda“:

Õ7: Et siis ma tegin nagu sellise eelselektiooni ise. Kuigi ma olen selles suhtes ka päris puusse pannud. Mäletan seda, et on üks töö olnud, kus ma alguses ei vaimustunud üldse. Et tule taevas appi, mis töö see selline on? /.../ Et ma lasin tal selle [konkursile] esitada, aga ma ei *push*inud teda. **Et olite skeptiline?** Just-just. Ja siis kui see [töö] nagu...võitis, siis ma mõtlesin, et võib-olla tõesti (naerab). Ja nüüd tagantjärele ma mõtlen, et ideena suurepärase, aga ikkagi rakendamist igapäevas veel ei leiaks.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et küsitletud õpetajad on praktiseerinud leiutamist ja disaini õpilastega viisil, kus lõpptooteks on nii virtuaalne toode, käega katsutav toode kui ka kontseptuaalne toode. Kolm õpetajat üheksast praktiseerivad disainipõhist õpet nii, et eesmärgi püstitab kas vahel või alati õpilane. Kindlasti on õpetaja poolt püstitatud eesmärgi puhul õpetajal endal lihtsam õppetegevust planeerida ja õpilast tema tegevuses toetada (Hathcock jt, 2014). Selle tõi välja ka õpetaja 1, kelle sõnul on tal enamasti enda püstitatud eesmärgi puhul ettekujutus idee teostumisviisist olemas. Selles osas erineb õpetaja püstitatud eesmärgiga disainimine/leiutamine õpilase välja pakutud eesmärgi teostamisest, sest viimane eeldab õpetajalt suuremat valmisolekut ebaõnnestumiseks, võimalik, et samuti suuremat kogemust tehisasjade ehitamisel (Fasse jt, 2001) (Krajcik & Delen, 2017). Samas võib eeldada, et õpilase enda püstitatud eesmärgi puhul on õpilane rohkem motiveeritud ja loovam, kuna eesmärk on talle isiklikult tähtis (Timperley jt, 2007, viidatud Collard ja Looney 2014). Kui vaadata, mida on õpilased intervjueeritud õpetajate juhendamisel disaininud ja leiutanud, jääb enamik leiutisi Vincenti (1990) järgi pigem normaalse ja radikaalse disaini kategooriasse, kuid kuna õpilasteleuutiste konkurss arvestab ka kontseptuaalseid leiutisi, oli õpetajate toodud näidete hulgas ka potentsiaalselt revolutsioonilisi ideid. Samas on normaalse-radikaalse-revolutsioonilise disaini kontseptsiooni välja pakkuja ise seisukohal, et välja mõeldud idee peaks olema viidud toimiva artefakti/eseme kujule.

3.5. Õpetajate vastused küsimusele „Mis te arvate, kas ja miks peaks või ei peaks koolis toetama õpilaste leiutamise-/disainimisalaseid tegevusi?“

Planeeritud käitumise teooria seisukohast eeldati, et selle küsimuse vastused näitavad õpetajate isiklikku hoiakut disainimise/leiutamise koolis rakendamisse. Vastused viiendale intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 6.

Tabel 6. Õpetajate arvamused, miks peaks õpilasleiuutamist /-disaini loodusteaduste õpetamisel rakendada.

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagasi	Näited
Õpilase üldpädevuste arendamine	Soodustab üldpädevuste arendamist (ettevõtlikkus, suhtlemisoskus, sotsiaalne pädevus, õpilase enesetõhusus, sügavuti õppimise oskuse arendamine, karjäärpädevus)	Õ1, Õ2, Õ3, Õ4, Õ6, Õ7, Õ8, Õ9	Õ2: Ikka peaks, sest kui ma näen seda protsessi seal kõrval, kuidas nad omavahelgi [kosmose-] kapslit ehitades, 12-13 aastased tüdrukud, hakkavad iseloomu näitama ja nendel omavahel läks tuliseks: „ei, me peame niimoodi tegema, ei me peame hoopis niimoodi tegema“, ja lõpuks nad leidsid kuldse kesktee, õnnelikud, et igaühe arvamust võeti kuulda, omavaheline suhtlemine ja grupitöö, et see [tegevus] arendab seda väga hästi.
Käelise oskuse arendamine	Käelise osavuse arendamine	Õ4, Õ8	Õ4: Jah, aga seda tehnoloogiaõpetust ei saa teha nutiseadmetega, see pole digitaliseerimine, et tal ongi haamer ja nael ja ta lööb seda, mitte ei vaata pilti ega videot, kuidas lüüakse naela. Aga see tegevus on õpilasele oluline, isegi kui ta mitte kunagi ei hakka linnumaja ehitama.
Õpilase individuaalsuse toetamine	Õpilase individuaalsuse toetamine	Õ6	Õ6: See mentaliteedi muutmine selliselt et meil on klassis just see mitmekesisus. Et kõik on omamoodi imelikud, aga siis me vaatame, kuidas koos toimida...
Praktiline väljund teooriale	Praktiline väljund õppimisele	Õ8, Õ9	Õ8: ...päriselt sa peadki midagi valmis saama...
Loovuse arendamine	Loovuse arendamine, kastist välja mõtlemine	Õ1, Õ3, Õ5, Õ6, Õ7	Õ5: Väga hea protsess loovuse arendamiseks. Võimalus kastist hästi välja mõelda. Ja erinevat moodi. Ja teinekord me oleme teinud asju, kus me alustuseks mõtleme, kuidas mingit asja teha ei saa. Ja kui need on välistatud, siis ju jäävad ainult need valikud, kuidas saab teha.
Õpilase motiveerimine	Motiveerimine, õppimise huvitavamaks tegemine	Õ4, Õ7, Õ8	Õ8: Mõnusam, huvitavam ja naljakam on...
Loodusainete populariseerimine	Loodusainete atraktiivsemaks tegemine; tavakooli õpilasele suure tunnustuse saamise võimalus	Õ2, Õ7, Õ8, Õ9	Õ7: Aga tavakooli õpilasel on väga raske jõuda riiklikul olümpiaadil mingisugusele hinnatud kohale. Siis mulle tundub, et leiutajate konkurs on just see, mis on tavakooli õpilaste jaoks. Super asi, kus ilma mingisuguste suurte eelteadmisteta sellise baaskursuse tundide arvuga nagu meil füüsikas on, võib jõuda esimesele kohale ja selle eest isegi päris suuri summasid teenida.
	Loodusainete populariseerimine praktilistes ülesannetes andekate õpilaste hulgas	Õ8, Õ9	Õ9: . Ja võib-olla on seal õpilasi, kes keemias või füüsikas ei oska ülesandeid lahendada, aga sellise praktilise ülesande lahendamise juures on nad hästi nutikad. Et võib ka niimoodi olla, seda olen ka tähele pannud.
Õpetaja erialane areng	Oluline õpetaja arengule	Õ6	Õ6: Et kui õpetaja on õpetaja, siis ta peab ka kogu aeg samm-sammult edasi minema. See on hästi oluline

Kõik intervjueeritud õpetajad pooldasid taoliste tegevuste koolis rakendamist. Enim töid õpetajad välja tegevuse positiivse mõju üldiste pädevuste arendamisele (v.a Õ5): õpipädevus, koostööoskused, karjäärpädevus, ettevõtlikkus:

Õ1: Ses mõttes et see arendab nende ettevõtlikkust eeskätt, ma vaatan. Loovust ka, aga just seda, et kust ma need materjalid saan, kuidas ma nad kokku panen, kelle käest ma veel abi küsin.

Õ4: ...et nad saaks ettekujutuse mingitest karjäärivalikutest, et mõnele meeldib mõni materjal niiväga, et ta jääb siia [linna, kus kool asub] tööle. Et sa iial ei tea, mida sul vaja läheb.

Õ6: Et ta teeb mingi asja ise ära, aga ta põhjendab ära ka, miks ta need [vahendid] valis – et tekst oli mõistetav, või seal oli kuidagi selline asi, et kuidas ta need asjad endale selgeks tegi... et sellel tasandil.

Disainipõhise õppe rakendamise positiivset mõju üldistele pädevustele loodusainete õpetamisel on ka varem rõhutatud (Doppelt, 2003). Lisaks oli viie õpetaja meelest disainimist/leiutamist sisaldaval õppel positiivne mõju õpilaste loovuse arendamisele, käelise osavuse arendamisele ja õppimisele praktilise väljundi andmisele. Ainsana mainis õpetaja 6 tegevuse arendavat mõju õpetaja enda jaoks. Seda, et disainipõhise õppe praktiseerimine seab teistsugused nõudmised ka õppetööd läbi viivale õpetajale, on välja toodud ka varem (Fasse jt, 2001; Hathcock jt, 2014; Krajcik & Delen, 2017):

Neli õpetajat tõi välja, et disainimist/leiutamist sisaldav õpe motiveerib õpilasi loodusaineid õppima, sest see teeb õppimise mängulisemaks ja huvitavamaks ning loob selge seose tegeliku eluga:

Õ7: See on mänguline, see ei ole niivõrd kohustus eks ju, ja nad tõepoolest läbi oma kogemuse õpivad midagi selle käigus. /.../ Mul on nii palju näiteid, kes on leiutajate konkursile minu poolt suunatud või juhendatud, isegi kui neist ei ole saanud teadlased, nad on ikkagi leidnud ennast kusagilt reaali- või loodustegevustega tegelemast. Õpilased, kes praegu on tunnustatud elektroonikud või kas või mingisugused autoelektrikud, siis – seda me ju tahamegi!

Eraldi võib välja tuua, et õpetaja 8 ja 9 meelest on disainimine/leiutamine väga hea võimalus enese avastamiseks neile õpilastele, kes muidu teooriaülesannete lahendamist eriti ei armasta, kuid on käeliselt osavad ja praktiliste oskustega. Nende arusaamadega oli sarnane õpetaja 7 seisukoht, kes nägi leiutiste konkursis suurepärasest võimalusest tavakooli programmi järgi füüsikat õppivate ja olümpiaadide jaoks väheste teoreetiliste teadmiste tasemega õpilastele tunnustuse leidmiseks:

Õ8: ...nt avastavad, et mõni on nii leidlik, kuigi ei oska hästi füüsikat, aga on samas väga leidlik ja praktiliste oskustega, et nagu sellepärast [võiks leiutada/disainida].

Seega saab järeldada, et planeeritud käitumise teooria seisukohast oli kõigi intervjueeritud õpetajate hoiak disainimist/leiutamist rakendavasse õppesse sooviv ning seega eelduseks käitumise teoks saamisele.

3.6. Õpetajate vastused küsimusele „Millised tegurid takistavad või toetavad teid koolis õpilasteleutamis- /disainimisrakendamisel?“

Planeeritud käitumise teooria taustal võis eeldada, et õpetajad toovad välja disainimist/leutamist toetavaid tegureid, mis liigituvad peamiselt tajutud kontrolli teguriteks. Vastused kuuendale intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 7.

Tabel 7. Toetavad ja takistavad tegurid õpilasteleutamis- /disainimisrakendamisel

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Toetavad tegurid			
Õpilase motiveeritus	Õpilaste huvi	Õ1, Õ2, Õ7, Õ8, Õ9	Õ2: ...kas või samamoodi õpilased, nad on väga avatud seesugustele teistsugustele töödele, kus nad peavadki ise midagi välja mõtlema, mitte et ajavad näpuga retseptist järke, et mida nad tegema peavad, kuhu midagi panema peab.
	Konkursi rahalised auhinnad	Õ4, Õ7	Õ4: No need on preemiarahad. Seal on puhtalt see rahaline külg, mis paljusid motiveerib. Ja vanemad hakkavad siis ka juhendama oma lapsi, sest vanemate jaoks on ka see paarsada eurot raha.
	Võimalus õpilasele eneseteostuseks	Õ7	Õ7: Alati ma ütlen õpilastele, et see on nüüd teie võimalus näha, kuidas saab peaga raha teenida, ja see idee genereerimine – võib-olla mõni on kandnud seda südames 10 aastat, aga nüüd on neil võimalus see välja öelda.
Toetav juhtkond	Loominguline vabadus on tagatud	Õ1, Õ2, Õ3, Õ4, Õ5, Õ6, Õ8, Õ9	Õ3: Meie koolis on nii, et see, mis ma tahan teha, seda ma saan teha. Et ma õpetan oma ainet nii, nagu ma õpetan, keegi ei ütle mulle, et kuidas ma pean või kuidas ma ei tohi.
Tunnustus õpetajale	Tunnustus õpetajale	Õ7	Õ7: Et kuna oli ikkagi auhind ja kuna mul oli ette näidata, et minu õpilased ka tõesti sinna kolme esimese hulka said, et hoolimata sellest, kas mina selle preemia sain või mitte, uhke tunne oli ikka. Aga tagantjärele ma olen saanud ka juhendaja esimese preemia, millega mind lennutati Ameerikasse, ja siis ma mõtlesin, et ma olen tõesti kõvasti tööd teinud (naerab).
Takistavad tegurid			
Ajaressurss	Ajanappus ideede väljatöötamisel ja rakendamisel; õpetaja suur koormus; kohustus täita ainekava ja õppekava	Õ1, Õ2, Õ3, Õ5; Õ7, Õ8, Õ9	Õ3: Takistaja on kindlasti aeg, sest mudeli tegemine võtab kindlasti tunni ära.
Õppemetoodilise materjali puudus	Ideede puudus	Õ3, Õ5, Õ9	Õ5: Kui idee on olemas, siis on lihtne. /.../ Aga selle idee välja mõtlemine – et mida konkreetselt me selle asja käigus õpime, mis on see füüsikaline tagamõte seal või...
	Rahaliste vahendite vähesus	Õ4, Õ9	Õ4: No selleks on ette nähtud rida eelarves. Et seda võiks rohkem olla. Tegin projekti ja sain lisaraha. Aga see ei saa olla normaalne, et õpetaja tegeleb oma aine elus hoidmiseks projektidega. Ja käib [leutamiskonkursil] võistlemas, et saada raha.
	Ei saa vajadusel leutamis-/ disainimise lisakomplekti laenata	Õ2, Õ4	Õ2: Ja ma ütlesin neile, et tore, et selle [kosmosetehnoloogia komplekti] mulle andsite, aga Eestis pole sellist asutust, kust ma saaksin lisakomplekti laenata.

Vastuolud kehtivas haridussüsteemis	Suured klassid, lühikesed tunnid	Õ2, Õ3	Õ3: Need jäätisemasinad ja asjad... tavatunnis sa ei jõua seda teha... materjali on vaja palju, ja siis on vaja mõelda, et kas õpilane võtab need materjalid ise kaasa või annab kool, ja kui kool, siis kes ostab, kas koolil on raha osta, kas kõigi paralleelide lastele, 125-le, on võimalik kõik need asjad osta...
	Koolisüsteem on laisa õpilase jaoks	Õ8	Õ8: Et meie koolisüsteem on laisa õpilase jaoks. Lähed tundi, siis õpetaja jagab midagi, siis pead tegema midagi, siis tõestama, et oled seda teinud, ja siis ongi kõik.
	Olemasolev hindamissüsteem ei ole õpilasleiuutamise /-disaini jaoks sobiv	Õ3, Õ8	Õ3: ...aga kui sa küsid, et noh, kuidas te hindaksite rühmakaaslaste tööd, siis „ee... viis?“ /.../ Nad ei taha tekitada probleeme, sest vahetunnis on siis „miks sa niiviisi..“ See kaheksas klass on niigi hästi raske, need suhted.. nii kui keegi midagi valesti ütleb, siis on tüli majas ja seda nad ei taha tekitada, ja siis ongi „jaa, kõik tegid ühepalju“. Tegelikult ma tean, et see pole võimalik, et kõik tegid ühepalju, aga las ta siis jääb.
	Kohustus täita ainekava; õpetaja pärsitud loovus ainekava täitmisel	Õ3, Õ5, Õ7, Õ8	Õ8: Pigem takistab ma arvan, mõnel õpetajal see, et nad on hästi ortodokssed ainekava täitjad, et kui õppekavas on öeldud, et ainekavas peavad olema need asjad tehtud, siis nad tahavadki kõik asjad ära teha ja siis see pärsib õpetaja loomingulisust, kui ta ei julge valikuid teha sellest suurest pikast ainekavast, mis on ette nähtud.
	Vähe tähelepanu üldistele pädevustele	Õ8	Õ8: See küll kõlab totralt, aga see on see ainekava üldosa, pädevused ja kõik see, mis õpetaja jaoks kõlab justkui õudusunenäona, on ju. Et seda peaks õpetajate jaoks paremini eksponeerima.
	Vähe tähelepanu õpiväljunditele	Õ5	Õ5: Ma arvan, et õpetajad õpetavad liiga palju õpikut ja on jaotanud mingid teemad peatükkide järgi ja nad ei vaata reaalselt õpitulemusi (-väljundeid?), et mida laps peab omandama.
	Digitaalne surve ainele	Õ4	Õ4: Ja praegu on veel see digitaalne surve ainele, see tähendab, et loovus hävitatakse täielikult ära, et nad ei suuda mõtet teostada, ei suuda seda isegi paberile panna, kuna ei suudeta käe mootorikat kontrollida. /.../ Laste käed jäävad nõrgaks, ei jõuta pappi lõigata ega sirget joont paberile tõmmata.
	Teemade korduvus põhikoolis ja gümnaasiumis	Õ3	Õ3: Ja ma lihtsalt tean, et paljudele õpetajatele ei meeldi, kui sa teed põhikoolis mingid asjad ära, mida ka gümnaasiumis tehakse, et seal oleks sellel tegevusel võib-olla nagu rohkem mõtet.. Põhikoolis on see lastel lihtsalt lõbus. Nt seebi keetmine. Võin lastega seda teha 5, 9 ja 12 klassis, aga 12 klassis saab sinna keemia taha panna, estrid ja kõik asjad, aga viiendas klassis on see lihtsalt, et võtan selle ja panen selle ja teen seebi. Et see vahe on. Ja kui nad siis lähevad gümnaasiumisse, siis nad ütlevad, et viiendas tegime seebi, ei viitsi rohkem teha, sest et õpetaja ei paku midagi uut välja.
Süsteemse ühiskondliku toe puudumine	Õ5, Õ7	Õ7: Et ma ikka ei saa öelda, et õppekava või ministeerium on loll (naerab), sest ministeeriumi poolt seda ka väga toetatakse, aga lihtsalt mulle tundub, et see ei ole väga hästi läbi mõeldud, et kus või millal seda peaks tegema.	

Toetavad tegurid

Õpilase motiveerituse kui ühe peamise disainimist/leiutamist rakendavat õpet toetava teguri tõi välja kuus õpetajat. Samas ilmnis õpilase motivatsiooni puhul mitu aspekti. Õpetajad 1, 2, 7, 8 ja 9 tõi välja, et õpilased on sellisele õppimismoodusele lihtsalt avatud ja see meeldib neile. Leiutajate konkursist osa võtavad õpetajad tõi taas välja rahaliste auhindade tugeva motiveeriva mõju. Kuid lisaks sellele rõhutas õpetaja 7 ka seda, et see loob õpilasele võimaluse ainealaselst edukas olla ja oma unistusi teostada. Lisaks mainisid mõlemad, et konkursil osalemine haarab sageli kaasa ka lapsevanemad:

Õ7: On olukordi, kus ma soovitan õpilastel, et me teeme siin tööd, aga võtke juhendajaks oma pereliige. Sest kui te saate esimese koha, siis raha jääb n-õ perre. Ja nii on tehtud ka, aga õpilased alati pärast kohmetuvad selle peale – saavad aru, et tegelikult juhendasin mina (naerab).

Peaaegu kõik õpetajad tõi toetava tegurina välja juhtkonna ja kolleegide poolse toetuse loomingulise vabaduse võimaldamise näol. Enamik ütles ka seda, et võimaluste piires toetab juhtkond alati ka aineliselt:

Õ8: Meie kool on tegelikult päris vabameelne ja meil lubatakse päris palju koolist ära käia ja tunde õpetajate vahel parema ajakasutuse eesmärgil jagada.

Õpetaja 8 märkis veel eraldi, et tema kool on väga huvitatud õpilaste tegemiste kajastusest sotsiaalmeedias:

Õ8: [Juhtkond tahab], et oleks näha, kui toredaid asju me teeme. Ma isegi nagu ei mõtle sellise asja peale, aga selles mõttes juhtkond isegi nagu sunnib, et tehke pilti ja saatke meile ja me paneme Facebook'i. Et tehke teistsuguseid asju.

Ainsana tõi õpetaja 7 välja disainimist/leiutamist rakendava õppe toetava tegurina välja tunnustuse, mille ta on saanud oma õpilaste tulemusliku juhendamise eest leiutamiskonkursil.

Takistavad tegurid

Takistavaid tegureid toodi välja mitmeid. Mitme õpetaja meelest on takistavaks teguriks disainimise/leiutamise rakendamisel ajaressurss, kuna sellele kulunud tunnid on ainekava läbimise seisukohast justkui raisku läinud:

Õ7: Aga on koolid kus seda ekstra kursust ei ole antud ja kui sa pead seda [aega] füüsikatunnist näpistama, siis selle viie kursuse jooksul gümnaasiumis sa pead ka õppekava täitma. Ja sa ei saa lasta õpilast minema, et „mul see osa jäi rääkimata“.

Samas oli õpetajaid, kes tõi välja, et paljud õpetajad suhtuvad ainekava täitmisel paindumatult ning et see tekitab kujutluse, et aega on pidevalt vähe. Nad olid probleemi enda jaoks lahendanud seeläbi, et suhtusid ainekava täitmisel loomingulisemalt:

Õ5: Et kui minul on nt kaks tundi nädalas, see teeb 70 tundi aastas, siis oma ainekava olen ma teinud 55 peale ära ning 15 on ressursi, ja siis on aega [disaini] teha igal pool. Küsimus on, et mida tahetakse.

Õ8: Et kui sa vaatad, et mõne teema õppesisu tutvustad pinnapealselt, lihtsalt räägid ära, siis sa oled selle ära käsitlenud, on ju. Aga tegelikult on eesmärgiks arendada õpilase loovust, õpetada teda lõimima ja siis sa lihtsalt võtad teemad, millest osadest lähed viuh üle ja osadega lähed süvitsi. Tegelikult ei ole ju vahet, mille kaudu õppida.

Samad õpetajad töid koolis disainimist/leiutamist takistavate teguritena välja õpetajate liigse keskendumise õpiku õpetamisele, selle asemel et keskenduda rohkem õpiväljunditele (Õ5) ja üldiste pädevuste õpetamisele (Õ8).

Mitu õpetajat tundsid puudust disainipõhist õpet hõlbustavatest vahenditest. Kolme õpetaja jaoks oli takistavaks teguriks disainimisel/leiutamisel ideede puudus:

Õ3: Kui on 28 tundi nädalas, kõiki valmistan ette, ja siis ei ole ühtegi hetke, et hakata otsima mingit uut ideed. Sest mul on vaja vanade ideedega järje peal olla.

Kolm õpetajat (Õ2, Õ4, Õ9) mainisid, et selle tegevuse jaoks pole alati raha või on sobiva õppekomplekti soetamine raskendatud.

Õpetajad 2 ja 3 töid takistava tegurina välja õpilaste suure hulga klassis/mitme paralleelklassi õpetamise:

Õ2: Aga jah, klassid, need grupid võiks väiksemad olla. 20 õpilast on üksi täitsa tehtav, aga kui seal on tõesti 28-30 õpilast koos, kuues klass ka veel... Kaheksas-üheksas klass - nemad juba aduvad, kuidas seda teha, kuues klass, neil pole katsete tegemise kogemust, seal läheb auru rohkem, seal võiks küll klass väiksem olla.

Õpetaja 4, kes oli küsitletud õpetajatest ainus tehnoloogiaõpetaja, nägi disainimist/leiutamist takistava tegurina aine liigset keskendumist digitaalsetele lahendustele, mis pärssivat õpilaste niigi mahajäänud käelist arengut.

Õpetaja 3 meelest takistab teda see, et mingid teemad, mida saaks disainimise/leiutamise kaudu õpetada, korduvad põhikoolis ja gümnaasiumis, nii et teemat põhikoolis pealiskaudsemalt käsitletud õpilane pole selle sügavamast käsitlemisest gümnaasiumis huvitatud.

Nii õpetaja 5 kui ka 7 nägid takistava tegurina seda, et Eesti ühiskonnal puudub disainimist/leiutamist sisaldava õppe arendamise osas süsteemne lähenemine:

Õ5: Võib-olla takistajaks on see, et ühiskond räägib sellest STEM-asjast rohkem, või sellest disainipõhisest õppest. Aga nad ei mõtle ise nagu reaalselt asjale kaasa.

Õpetajate 3 ja 8 meelest takistab disainimist/leiutamist ka kehtiv hindamissüsteem. Õpetaja 3 tunnistas, et ta pole osanud seda olukorda enda jaoks lahendada, kuid õpetaja 8 tõi välja, et kohaldab olemasolevat hindamissüsteemi ise.

Õ8: Ja kui mõni rühm on selline, et midagi ei tule välja ja nad on õnnetud ja pettunud, siis sa pead hindamissüsteemi kohaldama. /.../ Nii et ma mõtlesin, et ma panen neile hindeid ka. Et on küll kohustus, et sa pead töö ära tegema. Ja kui midagi välja ei tule, siis sa pead leidma selle, et ei tekiks stress, et „mul ei tule välja ja nüüd ma saan kahe või kolme“ ja siis on vigade analüüs, mis on siis see, et kui sul välja ei tule, siis sa põhjendad ära, miks sul välja ei tule, mis see point on. Ja siis sa saadki viie, kui sa oskad oma vigu analüüsida.

Õpetaja 6 ei toonud olemasolevat hindamissüsteemi takistava tegurina välja, kuid intervjuust selgus, et ka tema kohaldab hindamissüsteemi vastavalt oma äranägemisele:

Õ6: Ja siis lõpuks polegi küsimus töölehes, ma ei tahagi seda lõpptulemust, ma tahan, et sa oled rahul sellega, ma panen sulle siis viie - võib-olla juba poole peal saad viie, sest ma nägin, kui hästi sa tegid, on ju.

Õpetaja 8 meelest on disainimist/leiutamist takistavaks teguriks kehtiv koolisüsteem ka sellest aspektist, et see on loodud laisa õpilase jaoks:

Õ8: Lähed tundi, siis õpetaja jagab midagi, siis pead tegema midagi, siis tõestama, et oled seda teinud, ja siis ongi kõik. On ju selline protsess. Aga kui sa hakkad tegema mingit muud asja, siis pigem ongi see, et tuleb veenda, et see on äge, et te peate midagi ise kodunt kaasa võtma, leiutama, ise tegema.

Seega selgus õpetajate arvamustest, et disainimist/leiutamist takistavaid tegureid on rohkem kui toetavaid. Samas saab mitmed takistavad tegurid koondada vastuoludeks kehtivas koolisüsteemis, mis juba kümmekond aastat rakendub ja mis on iseenesest seadnud eesmärgiks ka uue õpikäsituse rakendamise. Teisalt aga näeb õpetaja tööleping enamasti ette kohustuse täita õppekava ning seetõttu ilmselt tunnetavadki mõned õpetajad selles vastuolu. Õpetajatele kohustuseks seatud ainekava läbimist ning loovaid ülesandeid kasutava õppe omavahelist vastandumist on ka varem välja toodud (Beghetto, 2007). Paar intervjuueeritud õpetajat oli aga hindamise ja õppekava järgimise probleemi disainimise/leiutamise rakendamisel enda jaoks iseseisvalt lahendanud, mida planeeritud käitumise teooria seisukohast võib vaadelda kui õpetaja enda tajutud kontrolli suurt osakaalu („olen võimeline hakkama saama“) käitumise teostumisel. Võib teoretiseerida, et mõnede takistavate teguritega hakkama saamine on seotud ka õpetajate loovuse ja sellest tuleneva probleemide lahendamise võimega, kuid nagu on näidatud (Laius & Rannikmäe, 2014), nõuab loovuse avaldumine ka vaba aega, mis on aga õpetaja jaoks sageli puudu olev ressurss.

3.7. Õpetajate vastused küsimusele „Kes on teid koolis või ka väljapool kooli toetanud (takistanud) õpilasleiutamise /-disainimise rakendamisel? Millist abi ootaksite?”

Selle küsimuse puhul eeldati, et planeeritud käitumise teooria taustal paigutuvad õpetajate poolt välja toodud disainimist/leiutamist toetavad tegurid peamiselt sotsiaalnormatiivsete hoiakute alla. Vastused seitsmendale intervjuuküsimusele on koondatud tabelisse 8.

Tabel 8. Koolis ja väljaspool kooli disainimise/leiutamise rakendamise toetajad ja takistajad

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagasi	Näited
Toetajad			
Õpilasleiutiste konkursi korraldajad	Teadusagentuur	Õ1, Õ7	Õ7: ma ütlen, suur toetaja – Margit Lehis veab seda eest, on ju, Teadusagentuurist, et tänu sellele leiutamiskonkursile ma temaga tuttavaks sain. Ja ma võiks Teadusagentuuri taevani kiita.
Kohalik omavalitsus	Linn	Õ1	Õ1: ja linn nagu on meid väga arvesse võtnud, nt kui on mingid linna päevad või mingid üritused, siis kutsutakse alati kohale ja tahetakse hästi palju just sellest disainist rääkida.
Kooliväliste koolituste korraldajad	<i>Makerlab</i> , kõrgkoolide korraldatud kursused, Euroopa Kosmoseagentuur, Euroopa STEM õppekeskused, Eesti Kunstiakadeemia	Õ1, Õ2, Õ5, Õ6, Õ7, Õ8, Õ9	Õ8: Jaa, <i>Makerlab</i> . Narva mnt alguses noored tegid sellise asja, kus on võimalus õppida inseneeriat ja leiutamist ja avastamist ja... seal võivad õpilased ringides käia ja samas saab sinna ka klassiti minna.
Teadusteatri kogukond	Teadusteatri tegijad	Õ1	Õ1: Ja teadusteatri tegijatega on meil oma ring, et kui ongi teadusteatri festival, siis seal on väga palju mõttevahetust, kuidas midagi teha või kuidas mingit katset paremini välja näidata või disainida. Sealt tuleb väga palju toetust ja nõuandeid.
Kooli tugipersonal	Majandusjuhataja, võimalus kasutada laborandi abi	Õ2, Õ9	Õ9: Majandusjuhataja juurde läheme kõigepealt, tema aitab (muheleb). Õ2: Selles mõttes, et kui mul on tunni ajal vaja jälgimisel abi, siis ma saan laboranti kasutada. Ta aitab jälgida, nii et kui mingi väga suur „õnnetus“ hakkab juhtuma, siis ta saab sekkuda.
Õpilased	Õpilaste aeg, õpilaste rahalised vahendid	Õ1, Õ8	Õ1: ...ja kui me teeme midagi suuremat, siis isegi mitte teadusteatri liikmed, vaid üle kooli õpilased ja õpetajad tulevad nagu kaasa, teadlaste õõ raames ja me oleme siin veel igasugu asju, etendusi ja asju teinud... Õ8: No lapsed maksid ise. Leppisime kokku, et läheme seda [<i>makerlab</i>] tegema, 3.50 vist oli see.
Kolleegid	Kolleegid enda ja teistest koolidest, ülikooliaegne juhendaja	Õ1, Õ2, Õ8, Õ6	Õ8: Võtsime neli tundi vabaks ja läksime. See sobis hästi ainekavasse, et meil oli vaja seda mehaanikat ja energia jäävuse seadust ja võimsust sa selliseid asju õppisime ja lihtmehhanisme, nii et see nagu klappis. Õ1: ...keegi, ei direktor ega õpetajad kätt ette ei pane ja vastupidi, aitavad ja teevad koostööd. Õ2: Ja koolitusel saadud kontaktid teiste õpetajatega.
Takistajad			
	Takistajad puuduvad	Õ1, Õ7	Õ7: Takistajaid... ma ei saa öelda, et mul oleks mingeid takistajaid, kui ma ikka tahan, siis ma ikka leiutan koos õpilastega ja kui ma ei taha, siis ma seda ka ei tee.
Õpilased	Õpilaste murdeiga	Õ3, Õ4	Õ4: Tegelikult on nii, et leiutamise võistluse kavandid kuni kuuenda klassini on sellised, kus

			lapsed fantaseerivad ja mõtleavad, siis kaob see ära. Mitte keegi ei keela neid, mitte keegi ei pärsi nende loovust, see lihtsalt kaob ära, sest nad hakkavad ise arenema. Et loovus jääb alles mõne üksiku jaoks. /.../ Ja siis see kestab üheksanda klassini tegelikult.
	Õpilaste huvipuudus	Õ3, Õ4	Õ3: Neil õpilastel pole vahet, kas sa teed töölehte, töövihikut, teed arvutis midagi – neil on ikka esimene hetk: „Ma ei viitsi. Ah see on jura“. Mõnel ongi see esimene vastus ükskõik millele. Jäätisemasin – „see on nii igav!“
	Õpilaste erinev süvenemisoskus	Õ3	Õ3: Ja teine asi on see, et tublidel võtabki terve tunni, teisel läheb 10 minutit ja valmis.
	Õpilased pole harjunud pingutama	Õ3, Õ4, Õ6	Õ3: ...et nad ise mõtleksid välja, aga see on õudsalt raske. Ja ega neile väga ei meeldi. See ei ole neile tore tegevus.
Kolleegid	Kolleegid ei suutu soosivalt, raske on leida kolleegide seast mõttekaaslasi	Õ5, Õ6	Õ6: Ma lihtsalt tunnetan seda, et mõned kolleegid vaatavad kurja pilguga, et sul üldse süsteemi ei ole siin või miks sul nii sassis asjad on. Aga need on tema jaoks sassis ja see on tema maailmapilt.

Toetajad

Küsimusele, kes on õpetajaid koolis ja väljaspool kooli disainimist/leiutamist sisaldava õppe rakendamisel toetanud, moodustus vastustest seitse erinevat alamkategoriat. Seitse õpetajat märkisid ära erinevad kooliväliste koolituste ja kursuste korraldajad alates kõrgkoolidest ja lõpetades üle-Euroopaliste STEM võrgustike ning Euroopa Kosmoseagentuuriga:

Õ5: Praegu teen üht Erasmuse projekti Slam STEM, kus meil *learning and teaching activities* on neli riiki, kellega me teeme erinevaid STEM tegevusi. Horvaatias me nt tegime detsembris Jaapani arvelauda ja nüüd on plaanis seda ka oma kooli õpetajatele õpiringis tutvustada. Ja seejärel õpilastele.

Nelja õpetaja jaoks on toetajateks kolleegid nii oma kui ka teistest koolidest, kellega koos õpitakse ja vahetatakse kogemusi:

Õ2: Kui mul tekkis küsimusi, esimesel korral, sain [magistritöö juhendajalt] igapidi nõu, igasugust tuge, kuidas rakendada ja tegema võiks hakata. Isegi skaipisime ükskord pärast seda, kui mul magistrantuur juba läbi oli.

Kaks õpetajat nimetasid toetajatena kooli tugipersonali: majandusjuhatajat, kes aitab rahaliste vahenditega, ning laboranti, kelle abi saab kasutada disainitööde ettevalmistamisel ja läbi viimisel. Kaks õpetajat tõid toetajatena välja õpilased, kes panustavad disainimisse/leiutamisse nii oma raha, aega kui ka energiat. Õpetaja 1 meelest leiab ta palju tuge kohalikult omavalitsuselt ning teadusteatri kogukonnalt, õpetaja 7 on palju abi saanud Teadusagentuurist Margit Lehiselt ja samuti nimetas ta ära ka Merike Rehepapi Eesti Kunstiakadeemiast:

Õ7: Merike Rehepapp kunstiakadeemiast. See on see, mille pealt ma olen snitti võtnud ja mulle tundus, et ta huvitub ja tahab ka aidata.

Seega ilmneb vastustest, et enamik küsitletud õpetajaist on olnud aktiivsed ning enda jaoks üles leidnud ka vajalikud toetajad nii inimeste kui institutsioonide näol, kellelt disainimise/leiutamise rakendamisel abi ja tuge saada.

Planeeritud käitumise teooria mudelis paigutuvad kõik õpetajate poolt välja toodud disainimise/leiutamise toetajad (kohalik omavalitsus, koolivälised haridusasutused, õpilased ja kolleegid) õpetaja tajutud kontrolli mittemotivatsiooniliste tegurite alla.

Takistajad

Kaks õpetajat leidsid, et neid ei takista keegi disainimise/leiutamise koolis rakendamisel. Ülejäänud õpetajate arvamuste põhjal moodustus takistajatest kaks alamkategoriat ning nendeks olid õpilased ja kolleegid.

Õpilaste kui disainipõhise õppe takistajate puhul ilmnes mitu nüanssi. Kolm õpetajat nimetasid takistajana õpilaste huvipuudust:

Õ4: Teine asi on muidugi töökultuur. Et tal pole motivatsiooni ja ta lihtsalt ei tahagi midagi teha. Et on ka selliseid õpilasi. Aga nendega pole selles mõttes probleemi, kui nad teisi ei sega...

Kaks õpetajat nimetasid õpilaste puhul takistajaks nende murdeiga. Õpetaja 4 seostas murdeiga ka loomingulisuse kaoga, põhjendades seda sellega, et murdeas kulub õpilasel energia iseenda füsioloogilisele ja psühholoogilisele arenemisele.

Kolm õpetajat tõid välja õpilaste vastumeelsuse pingutust ja süvenemist nõudvate ülesannete suhtes:

Õ6: See, et sa teed katseid koolis, ei tähenda seda, et sa oled äge õpetaja, aga kui me räägime õppimisest, siis õppimine on ikkagi pingutuse tegemine, aga töölehe täitmine samm-sammult pole pingutus, on ju. Ja kui ma küsin, et mis siis on, siis ma pean oma mõistusega kusagile järgmisele tasandile minema ja seda tänases koolis saavutada on minu jaoks siiski väljakutse veel. Et kuidas ma panen lapse iseennast järgima, et panna ta igavat asja lugema.

Õpilase vastumeelsus pingutamise suhtes seostub eelmise küsimuse puhul õpetaja 8 poolt välja toodud „laisa õpilase“ koolisüsteemiga:

Õ8: Et meie koolisüsteem on laisa õpilase jaoks. Lähed tundi, siis õpetaja jagab midagi, siis pead tegema midagi, siis tõestama, et oled seda teinud, ja siis ongi kõik.

Kaks õpetajat tõid takistajatena välja kolleegid. Õpetaja 6 tundis, et tema teistsugusele õpetamisstiilile ja -filosoofiale vaatavad mitmed kolleegid viltu ning õpetaja 5 viitas jällegi sellele, et kolleegidelt leiab disainimises/leiutamises vähe tuge, kuna keskendutakse ainekava

täitmisele ning disainipõhise õppe parema rakendamise jaoks on raske meeskonda moodustada:

Õ5: See on lihtsalt nagu mull, mis tuleb, aga Eesti õpetajad on nagu kinni mingis ainekretinismis. Et see on nagu takistavaks teguriks. Ma saaks ise ka kiiremini asju valmis, kui mul oleks otsida mingeid asju – teistelt õpetajatelt – et nad teeksid sarnaseid asju – saaks kokku midagi teha. Aga.. no on raske leida endale n-õ bändikaaslasi. Ühed on „klassikalise taustaga“ ja teised on „metal“ taustaga ja.. siis kui hästi läheb, saab mõne meloodilise metal-bändi teha, aga muidu on kõik nii erinevad isiksused ka Eestis, et see on raske.

Disainimise/leiutamise rakendamise takistajad (õpilased, kolleegid) või nende puudumine asetuvad planeeritud käitumise teoorias (sarnaselt toetajatega) õpetaja tajutud sotsiaalnormatiivsete tegurite alla.

Seitsmenda küsimuse teises pooles uuriti, millist abi õpetajad õpilasleiutamisel /-disainimisel ootaksid. Vastused sellele küsimusele on koondatud tabelisse 9.

Tabel 9. Oodatav abi disainimise/leiutamise rakendamisel

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Metoodilise toe kättesaadavus tegevuse rakendamiseks	Tehtud tööde (veebis) kättesaadavaks tegemine; disainitsükli väljamõtlemine, et ise ei peaks kõike välja mõtlemas; rohkem koolitusi; käsiraamat	Õ1; Õ3, Õ5, Õ8, Õ9	Õ3: Tegelikult ma ootaks just midagi sellist, et ma ise ei pea välja mõtlema kõiki asju. Kui on 28 tundi nädalas, kõiki valmistada ette, ja siis ei ole ühtegi hetke, et hakata otsima mingit uut ideed. Õ5: Natuke teemast kõrvale, aga kui on õpiveeb ja koolielu ja need keskkonnad, et reaalselt võiks õpetajad sinna üles panna mooduleid nt terveist kümnest ainetunnist, mitte panna mingeid pooltunniseid kasutatavaid või viieks minutiks kasutatavaid ristsõnu ja sihukseid susakaid. Kui oleks terved moodulid üles pandud, oleks märksa lihtsam endal asju koostada.
Õpetaja väiksem normkoormus	Õpetaja väiksem normkoormus	Õ3, Õ8	Õ8: Et tegelikult võiks õpetaja normkoormus olla mitte 22 tundi, vaid 20 tundi ja mitte sellest rohkem. Kui on 20 tundi nädalas, siis sa jääd ellu ja jõuad täitsa teha asju.
Organisatoorne abi	Koolipoolne /linnapiirne toetus organiseerimistöö	Õ4, Õ8	Õ4: Kui on korralik projektijuht ja kui on olemas võistlused, kust saab rahalisi toetusi ka kool, mitte ainult laps, siis selles mõttes nagu veab välja...
Õpilasleiutamise laiem teadvustamine / populariseerimine	Õpilasleiutamise /-disainiga võimalikult paljude õpetajateni jõudmine	Õ7	Õ7: Et pigem oleks minu eesmärk - kui ma tahaks selles vallas ilma teha – kuidagi jõuda väga paljude õpetajateni, kes ei ole [leiutamiskonkursil] osalenud, et nad näeksid, et see ei ole midagi üle jõu käivat.

Viis õpetajat leidis, et abi oleks disainimist/leiutamist toetavast suuremast metoodilisest toest, nii et ajaressurss ei kuuluks ülesannete väljamõtlemise peale. Lisaks mainiti nii kursuste/koolituste korraldamist, tehtud tööde jagamist erinevate portaalide kaudu kui ka käsiraamatu koostamist:

Õ1: Ma arvan, et selliste kursuste tegemine kuluks ära küll, õpetajatele, kes küll tegelevad disainiga, aga ei teadvusta seda endale niiväga. Et nad saaksid aru, et nad teevad head asja. Et nad leiaks julgemini väljundeid ja julgemini mingeid algmaterjale, millest tegema hakata. Ma kujutan ette, et nt selline käsiraamat võiks olla õpetajatel täiesti, mingeid koolitusi võiks teha sellel alal ja miks mitte selliseid, kus inimesed jagavadki omavahel kogemusi, aga võib ka selliseid, kus ongi üks koolitaja, kes viibki läbi teatud etappe ja protsesse leiutamise juures.

Õppemethodiliste materjalide puudusega ja sealt tuleneva ajaressursi puudusega korreleeruvalt tõi õpetaja 8 välja selle, et õpetaja normkoormus võiks olla väiksem.

Kaks õpetajat tõi välja, et abi oleks sellest, kui keegi aitaks projektide kirjutamisega (Õ4) ja disainimist/leiutamist rakendaval õppel ette tuleva suurema organiseerimistöoga:

Õ8: ...et õpetaja on nagu reisikorraldaja. Nii et kui sa viitsid seda teha, siis see tuleb ludinal, aga kooliõpetaja ei ole selline, kes tahaks nagu sellist gruppi kokku panna ja raha koguda. Et see on lisakohustus ja tavaliselt tähendab ületunde. Nii et kui selliseid asju rohkem toetataks linnas, oleks väga hea.

Seega selgus vastustest, et rohkem kui pool küsitletud õpetajatest tunneb vajadust õppemethodiliste materjalide järele. Samuti toodi taas esile ajaressursi vähesus ning abivajadus õppekorralduslikus ja majanduslikus osas.

Disainimist/leiutamist sisaldava õppe laiemale ringile tutvustamist pidasid vajalikuks õpetaja 1 ja 7: õpetaja 1 meelest võiks seda laadi õppe aktiivsed praktiseerijad oma tegevust rohkem väärtustada ja laiemalt tutvustada ning õpetaja 7 meelest oleks vaja jõuda nende õpetajateni, kelleni see tegevus veel jõudnud pole, kuid kes seda väga vajaksid. Tasub välja tuua, et õpetajad 1 ja 7 olid ainsad, kes ei näinud oma töös disainimise/leiutamise rakendamisel mingeid takistajaid.

3.8. Õpetajate vastused küsimusele „Kas ja kui jah, siis kuidas saate oma kogemusi teistega jagada?“

Vastused kaheksandale küsimusele on koondatud tabelisse 10. Suhtumine disainimise/leiutamise kogemuse jagamisse näitab planeeritud käitumise teooria taustal nii õpetaja hoiakuid planeeritavasse käitumisse (disainimine/leiutamine on tema jaoks tähtis) kui ka õpetaja tajutud kontrolli planeeritud käitumise osas (õpetaja usub oma oskustesse ja võimesse kogemust jagada).

Tabel 10. Disainimist/leiutamist rakendava õppe kogemuse jagamine

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Ei jaga kogemusi	Ei jaga kogemusi	Õ3, Õ4, Õ7	Õ3: Ega keegi ei jaga. Kui sa oled raske tööga selle asja ära teinud, siis, sa.. nad ei jaga seda. Ja kuigi nt mina, mitte et ma ei raatsiks jagada, aga see võtaks aega. Mul ei ole aega, et ma ütleks kellelegi, et tule vaata, mis ma tegin. Nad on mul riulis, järgmine aasta kasutan, enam ei ole aega selle peale mõelda, võtame järgmise. Tempo on väga suur. Õ4: Ei, ma ei ole jaganud, atesteerimissüsteemi ei ole.
Jagamine kolleegidega	Erialaõpetajate kokkusaamised, koolis jagatakse kogu aeg	Õ1, Õ2, Õ8	Õ8: Jaa, meil on füüsikaõpetajatega igal aastal või üle kahe aasta suured ägedad kokkusaamised, et seal jagame. Seal on sadakond õpetajat...
Ise koolitajad	Jagab kogemusi enda korraldatud seminaris, aineõpetajate kokkusaamistel, õpifestil, ülikooli korraldatud õpitubades	Õ5, Õ6, Õ8	Õ6: STEM seminar on ikka see, kus kogemusi jagan ja seda tahaksin veel edasi teha. Seda ma ise korraldan ja vean ja julgen jagada. Õ5: Jaa, ma olen isegi teinud siin koolis, kui oli see õpifest. Oktoobris, mõeldud õpetajatele. Seal tegin õpetajatega ühe selle disainitsükli läbi. Limonaadimasina töötuba oli siis. Ise juhendasin. Kuus õpetajat käis. Samamoodi olen kaks korda läbi viinud TÜ disainiõppetubades neid asju.
Jagatakse teadusteatri kogukonnas	Teadusteatri kogukond	Õ1	Õ1: Ja teadusteatriga saame omavahel jagada, sest nende inimesi me tunneme. Ajapikku ju tekib selline suhtlusringkond, et sa tead, et aa, tema ju ka tegeleb selle asjaga, et kui ma mingi asjaga jänni jään, siis ma saan küsida, või kui mingi asi väga lähedalt välja tuleb, siis ma saan öelda, et kuule, näe, ma tegin seda niimoodi, et kui sa tahad, siis sa võid ka niimoodi teha.
Õpilased	Kogemuse saamine õpilaselt	Õ1, Õ7	Õ1: Ja teadusteatri festivalil saavad kokku ka õpilased, nemad saavad ka veel omavahel rääkida nagu mingeid ägedaid asju ja pärast õpetajatele edasi öelda.
Praktikandid	Praktikandid	Õ4	Õ4: Praktikante ikka aeg-ajalt käib, aga vähe, sest neid jääb aina vähemaks, sest isegi kui nad eriala omandavad, lähevad nad teisele tööle.

Disainimist/leiutamist rakendava õppe kogemuse jagamise osas vastasid kolm õpetajat, et nad ei jaga eriti oma kogemusi, kuid põhjused olid neil selleks erinevad: õpetaja 3 tõi põhjuseks ajaressursi nappuse ja õpetaja 4 põhjendas seda puuduva atesteerimissüsteemiga, kuigi aeg-ajalt juhendavat ta siiski praktikante. Õpetaja 7 põhjendas oma vähest huvi kogemuse jagamise vastu sellega, et koolitustele jõuavad valdavalt õpetajad, kellel on disainimist/leiutamist rakendavast õppest juba mingi ettekujutus olemas ning ta leiab, et tema kogemus ei annaks neile midagi juurde. Probleemina tõi ta välja õpetajad, kes ei tea disainimisest/leiutamist rakendavast õppest midagi:

Õ7: Ega ma ei ole ka huvitatud sellest, et ma suruks oma... ma olen tõenäoliselt selline põlve otsas nokitseja, mul on mingid omad kiiksud, kuidas mina seda näen ja mulle see meeldib ja tõenäoliselt ma ei ole jäänud kellelegi ka väga silma (naerab), siis mind ei ole ka kuhugi kutsutud esinema või näitama, sest et ei noh, ma arvan, et viimasel kolmel aastal ei ole ka midagi väga ette näidata. Et tulevad uued peale, kes, mulle tundub, töötavad väga hästi... Et asi ei ole pigem selles, et võiks nagu õpetada „kuidas“, vaid ma arvan, et väga paljud inimesed ei tea sellest

midagi ja teiseks ongi see, et kuidas nendeni jõuda. See, kas mina seal esinen või ei, see ilmselt ei muuda nagunii, selles mõttes, et sinna koolitusele tuleks need, kes sellest asjast juba natukene midagi teavad, nad kuulavad ära, neil tõenäoliselt jääb ikka oma arvamus ja see nagu ei vii sihile.

Kolm õpetajat tõi välja, et kogemusi jagatakse kolleegidega kas siis oma koolist või ka teistest koolidest:

Õ2: Oma välismaa koolituste kogemusest olen rääkinud maakonna keemiaõpetajate, tehnoloogiaõpetajate ja käsitööõpetajate väljasõidul. Rääkisin, mis ma koolituselt sain ja mis ma ise lastega teinud olen. Inimesi oli seal viimati umbes 30. Selles mõttes et väga paljudele ei ole nagu rääkinud. Aga ma ei ole ise ka nagu otsinud, et kellele ma saan nüüd rääkida sellest (naerab). Koolisisest või siis naaberkooli õpetajaga oleme kogemusi vahetanud.

Kolm õpetajat ütles, et tegelevad kogemuse jagamisega erinevate koolituste raames teisi õpetajaid koolitades ning aktiivseimad olid õpetajad 5 ja 6, kes korraldavad ise erinevas vormis töötubasid. Õpetaja 1 jaoks on suureks kogemuste jagamise kohaks teadusteatri teadusteatrite suhtlusringkond, kellega on tal väga tihe side. Tema tõi välja ka selle, et ideede vahendajatena õpetajani toimivad suurepäraselt ka õpilased.

Kokkuvõtvalt selgus, et üheksast küsitatud õpetajast viis tegelevad aktiivselt oma disainimise-/leiutamise kogemuste jagamisega, viidates sellele, et planeeritud käitumise teooria tajutud kontrolli teguri seisukohast tunnevad nad end selles tegevuses pädevatena ning kogemus on nende meelest piisavalt väärtuslik, et jagada.

3.9. Õpetajate vastused küsimusele „ Kas ja kui jah, siis millised sarnased mustrid on ilmnenud õpilaste leiutamise-/disainimisprotsessi käigus?“

Kuna varem on näidatud, et disainipõhine õpe arendab õpilase koostööoskust ning üldisi pädevusi, kuid võib samas olla keeruline madalama õpivõimekusega õpilaste jaoks (Doppelt jt, 2008), oli selle küsimuse eesmärgiks selgitada intervjuus osalenud õpetajate arusaamu õpilaste käitumisest disainimise/leiutamise rakendava õppe käigus. Õpetajate vastused on koondatud tabelisse 11.

Tabel 11. Sarnased mustrid õpilaste käitumises leiutamise /disainimise rakendamisel.

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagavad	Näited
Mugavustsoonist välja tulek	Alustamine on raske; mugavustsoonist välja tulek on raske; pingutamine on raske; otsustamine on raske	Õ1, Õ2, Õ3, Õ4, Õ6, Õ7, Õ8	Õ2: Et need probleemid on alati olnud, et kust alustada. Õ8: Pigem see, et „ma pean tulema oma sellest turvalisest tsoonist välja“. Et muidu tulen kooli ja aina tarbin. Õ4: Esimene on otsustusvõimetus. Et ta ei suuda otsustada üldse. Et millise tüki ta võtab. Ja ta seisabki tund aega seal juppide juures ega suuda alustada tööga.
Osa õpilasi ei vaja juhendamist	Osad ei vaja abistamist; motiveeritud õpilastega on lihtne tegeleda	Õ1, Õ2, Õ3, Õ8, Õ9	Õ1: Aga kui neil endal on huvi, siis võivad nad ükskõik mida valmis teha. Õ3: Nendel, kellel on endal idee olemas, nendel ongi otsast lõpuni kohe idee, neil ei ole abi vaja.
Liiga varane suunamine pärsib loovust	Näited võivad loovust piirata	Õ3, Õ7	Õ7: Ja hästi peab mõtlema ka seda, mida öelda, mida mitte, sest mina saan aru, et õpilased - nad lähevad lukku. Et nii kui sa annad suuna kätte, nt hammasratastega, siis põhimõtteliselt 99% töödest, mis tulevad, on seotud hammasratastega.
Vähene loovus	Kõik pole loovad; osa õpilasi ei saa üldse aru	Õ3, Õ4, Õ8	Õ4: Siis ongi niimoodi, et need, kes suudavad mõelda või genereerida ideid, neid on klassides üksikuid.
Jälgendamine loovuse puudumisel	Kaaslase töö jälgendamine, kui ise ei oska	Õ2, Õ4	Õ2: Aga jäätisemasinatega küll, jah [oli jälgendamist]. Seal ei ole muidugi fantaasial ka nii palju teha, et neid variante ei ole nii palju kasutada. Seal hakatakse küll üksteise pealt vaatama.
Hirm eksida	Puudub julgeus/oskus/kogemus eksida; teoorias tugevad pettuvad praktilise osa ebaõnnestudes tugevalt	Õ5, Õ6	Õ5: need õpilased, kes on tavaliselt paberi peal kõrgete akadeemiliste tulemustega, siis... no see on viimasel kahel aastal – võib-olla on see meie kooli eripära, aga nendel õpilastel on väga kõrge enesehinnang ja kui nad peavad seal disainitsükli midagi parandama, nt prototüüpi, siis on nad täiesti pettunud, et esimese korraga ei tulnud neil ideaalne asi välja. See on olnud nende jooks pettumus, lõök.
Disainiprotsessi pikk iseloom harjumatu	Väsimine pika protsessi kestel	Õ9	Õ9: Üldiselt on nii, et alati alguses hakkavad nad hästi innuga tegema. Ja kui see on pikk protsess, nt toote, nt kreemi tegemine, siis neil ikka see ind vaibub, kui tund on juba vahelt ära. Aga kui nad näevad tulemust, et ikka midagi välja tuleb, et see meil õnnestub, siis nad jälle innustuvad.

Küsimusele, millised mustrid on ilmnunud disainimise/leiutamise juures õpilaste käitumises, toodi välja erinevaid trende. Seitsme õpetaja meelest on paljudele õpilastele raske mugavustsoonist välja tulla ja ise otsustama hakata. Õpetaja 7 kogemus on ka see, et leiutatud eseme kohta kirjaliku teksti koostamine on takistuskoht:

Õ7: Et see kirjutamise alustamine ja üldse alustamine – need on nende jaoks probleemid.

Õpetaja 1 jagas oma kogemuse õpilaste käitumismustritest disainimist/leiutamist rakendava õppe käigus kaheks, millest esimeseks kitsaskohaks on protsessiga alustamine ning teine on välja mõeldud idee reaalne teostamine:

Õ1: Et leiutamise tegevusel on alati see, et seda algset tõuget on vaja. Et miks me seda teeme. Kui see motivatsioon on olemas, et seda algset asja käima saada, siis see muu tuleb täiesti riburada pidi, kuni teatud piirini. See on see, et õpilased on väga loovad, et nad mõtlevad, et nii, nüüd käib pauk ja hakkab rohelist lund sadama. Väga tore. Aga kuidas sa seda nagu teostad? Et seal tekib nagu järgmine tõrge, et realselt midagi teostama hakata. /.../ Et see on nagu järgmine kitsaskoht. Et mis materjalidest, kuidas me hakkame seda asja kokku panema, nii et see töötaks ka realselt, et auto sõidaks ja pauk plahvataks ja rakett lendaks.

Samas oli viiel õpetajal kogemusi õpilastega, kes ei vaja juhendamist ning kes saavad disainipõhise õppe ülesandega iseseisvalt hakkama. Need õpetajad tõid välja, et enamasti on selle eelduseks kas idee või huvi olemasolu:

Õ9: Seda ma olen tähele pannud, et nad ootavad, et oh, hakkaks jälle midagi huvitavat tegema. **Et neile endale meeldib?** Jah, neile meeldib. Praegu on mul 12. klass ja nemad väga tahavad teha selliseid asju.

Õpetaja 3 ja 7 rääkisid oma kogemusest, mille kohaselt disainiprotsessi käigus õpilaste liiga varajane juhendamine paneb nad n-õ lukku ja loovate lahenduste hulk jääb väikseks:

Õ3: Aga mis on siin probleemiks, on see, et näitasin ette kaks tööd, et neil üldse oleks idee, ja... üks oli švammiga. Ja nii kui sa näitad midagi ette, nii sellist ainult hakkabki tulema. Kuigi – ma ei saa ilma näitamata teha, sest siis nad ei kujuta üldse ette, mis see endast võiks kujutada. Kuigi ma ütlen, et te ei pea võtma švammi või purki, aga ma ei suutnud ka kohe välja mõelda, et mida veel kasutada. Tahakski, et nad pakuks välja, aga midagi väga uutset v-o ei tulnud siin..

Kolme õpetaja meelest pole kõik õpilased loovad ja osadele on disainipõhine õpe keeruline:

Õ3: Ja teised lähevad lihtsama vastupanu teed, et teeme kõik plastiliinist. See ei olnud mu eesmärk, aga ma ei saa neile ka öelda, et ei, nii ei või, sest et ma ei öelnud, et kõiki asju plastiliinist teha ei või. Nii et kui ma kõiki asju ei suuda ette näha, mida nad välja võivad pakkuda, siis ei saa ma öelda, et seda võib ja seda ei või. Peab arvestama, et kui tegid plastiliinist, siis tegid. Aga loovusega on seal vähe tegemist, sest seal on ainult üks materjal.

Õ8: Aga see elektrimootor ei lähe küll käima... Mingist kuuest rühmast ühel kindlasti ei lähe käima. No mis sa teed, ei lähe ja kõik. Et nad on midagi nii valesti teinud, et nad ei saa aru massikeskmest, ei saa aru, et see peab sümmeetriline olema, et kui loperdab, siis raskusjõud hakkab segama. Et no mõned kohe üldse ei saa aru.

Õpetajate 2 ja 4 meelest hakkab osa õpilasi mingil hetkel loovuse puudumise kompenseerimiseks teisi jäljendama, mida on välja toodud ka varem (Hmelo-Silver jt, 2000):

Õ4: No ja mingil hetkel tabavad ära, et kui tal endal loovust ei ole, siis ta hakkab jäljendama. Muidu ta ei saagi valmis.

Kahe õpetaja (Õ5, Õ6) meelest ilmneb osadel õpilastel disainimist/leiutamist rakendava õppe juures hirm eksida:

Õ6: ...julgus eksida. Nad ei taha eksida, sest nad kardavad või ei taha halba hinnet.

Õpetaja 9 meelest oli õpilaste käitumismustriks vahel ka see, et õpilaste motivatsioon pika disainiprotsessi vältel väheneb ja nad väsivad ära.

Neid õpetajate poolt välja toodud õpilaste tegutsemismustreid – disainimine/leiutamine on paljude õpilaste jaoks keeruline ja pikk protsess, õpilased lähevad idee teostamisel „lukku“, jäljendatakse üksteist, eksimine tekitab hirmu – saab põhjendada tõigaga, et loominguiline tegevus nõuab võimet harjuda ebakindluse ja pettumusega (Albert 1996, viidatud Collard ja Looney 2014; Krajcik & Delen, 2017). See omakorda rõhutab, et õppemeetodite puhul, kus probleem on vähe defineeritud, peab tegevust juhendav õpetaja valdama loovaks tööks turvalise keskkonna loomist ja nn sarrustamist (ingl *scaffolding*), et õpilasele tema tegevuses siiski vajalikku tuge pakkuda (Mercer, 1995).

Üheksandas küsimuses küsiti õpetajatelt ka seda, kuidas on nad disainimist/leiutamist rakendava õppe käigus tekkinud probleeme lahendanud. Eeldati, et õpetajate vastused sellele küsimusele näitavad jällegi õpetaja tajutud kontrolli: kas nad on tundnud, et nad on suutnud tekkinud probleemid lahendada. Vastused sellele küsimusele on koondatud tabelisse 12.

Tabel 12. Disainimist/leiutamist rakendava õppe käigus tekkinud probleemide lahendamine

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamust jagasid	Näited
Abistamine alles siis, kui küsitakse	Julgustamine, toetamine, suunavad vihjed, abi protsessi kestel tekkivate takistuste pühul, abi kirjanduse leidmisel, abi kirjutamisega alustamisel	Õ1, Õ4, Õ7, Õ8, Õ9	Õ5: ...proovin, aitan, toetan... vaatame, kus on probleem, kuidas, millega lahendada... Siis tuleb ise anda pigem hästi palju vihjeid ja võimalusi, mida nad võiksid teha.
Loovuse soodustamine	Näidete toomine viivitusega	Õ7	Õ7: Et see juhendamine peab alguses olema ikkagi hästi pealiskaudne, pigem isegi võib-olla mitte neid näiteid tuua, et nüüd on siuke lugu, et teeme ajurünnaku, et mis võiks olla nagu teisiti. Ja siis kui nad hakkavad nii-öelda lahti minema, siis võib hakata elulisi näiteid tooma, mida on varem tehtud, et siis nad oskavad oma loodud asja võib-olla täiendada kuhugi suunas.
	ajurünnakud, rühmaarutelud, motiveerimine	Õ1, Õ3, Õ5, Õ7	Õ7: ...ma võtsin täiesti erineval hulgal erinevaid asju kaasa. Käärid, liimid, paberid, juhtmed, no mis iganes mul pähe tuli. Nööri. Ja nende (õpilaste) ülesandeks oli meisterdada ruumiline kujund, kes nad oleks, kui nad poleks inimesed. Sealt tuli tõesti igasuguseid rakette ja karpe ja palle ja... päris vahvaid asju.
	isetekkeliste gruppide soodustamine	Õ7, Õ8	Õ8: Tavaliselt kui ikkagi sellised loominguksed tööd on, siis ma olen sõpruskonnad pannud kokku. /.../ Sest mõnikord see sõpruskond tekitab mõnusa sünergia ja... loominguks on vaja väga vaba keskkonda, ja kui sa oled rühmas kellegagi, kes sulle üldse ei meeldi, siis see ei toeta sinu loovust.
Valikute loomine	Konkreetsete valikute andmine	Õ4	Õ4: Ütlen, et näed, sul on kolm tükki valida, võta üks ja hakka tegema. Et ma annan talle kolm võimalikku raami tükki, erinevat, et mis tüüpi neid on, ja siis ta võtab sealt tüki. Ja kui ta siis aru ei saa, mida edasi teha, siis ma muidugi näitan talle need asjad kätte, et töö hakkaks liikuma.
Vältida sundimist	Huvi puudusel pole mõtet sundida	Õ1, Õ4	Õ1: Võib-olla klassikeskkonnas, kus kõik ei ole nii huvilised, et teeks nüüd juustest päikesepatarei, et siis on vaja võib-olla rohkem sellist, et kuule, vaata nüüd seda ja.. Aga kui mingil hetkel näed, et neil ei ole selleks huvi, siis ei ole mõtet neid ka selleks sundida.
Ei abista õpilasi	Ei abista õpilasi tegevuse käigus	Õ2	Jah, seal oli igipõline teema, et millist soola ma [jäätisemasina tegemisel] kasutan. Et tulevad ja küsid ja mina vastan, et teie peate selle välja mõtlemä. Ja siis nad lähevad ja küsid, et mida teised tegid. Et mina olen oma lolli järjekindlusega õelnud, et mina ei tea midagi, teie peate ise välja mõtlemä. Et need probleemid on alati olnud, et kust alustada. Ja mina ei ole surkinud, nad on ise järeldustele jõudnud.

Intervjuudest selgus, et õpetajad on disainimist/leiutamist rakendaval õppel tekkinud takistustest üle saamiseks kasutanud erinevaid lähenemisviise. Viis õpetajat abistavad õpilasi siis, kui need ise probleemiga nende poole pöörduvad, andes suunavaid vihjeid, julgustades ja toetades, samuti abistades vajaliku kirjanduse leidmisel:

Õ1: Enamasti me räägime läbi ja ma soovitan mingeid internetilehekülgi, mida vaadata ja lugeda ja üldiselt mul endal enamasti on visioon, kuidas asjad on teostatavad, kogemuse põhjal on päris palju asju, mida ma kujutan ette, kuidas teha saab, aga ma ei taha alati ise ütelda, et kuule, teeme nüüd nii. Et siis ma nagu suunan neid õpilasi.

Õ9: Nt kirjanduse leidmine, või kui ütleme keegi teeb seal mingit keemilist segu, et mida peab lahustina kasutama, ikka küsivad aeg-ajalt õpetajalt nõu. Päris omapäi nad ikkagi ei saa hakkama.

Leiutamiskonkursi puhul, kui leiutisele on vaja kirjutada kaaskiri, aitab õpetaja 7 sellele kaasa, andes õpilasele küsimused, millele vastamisega teksti kirjutamist alustada:

Õ7: Et see alustamine jah, Et see loovus läheks lahti. Ja kirjutamine on juba see, et mina annan neile lõpuks mingid küsimused ette. Et kui neil kuidagi ei tule, siis ma ütlen neile, et kirjelda objekti, kuidas töötab, miks töötab, siis ta hakkab seda lahti kirjutama, ta tunneb, et ta peab igale küsimusele vastama, ja kui ta saab minu käest retsensiooni ka, siis ta näeb, mida ta veel võiks täiendada.

Neli õpetajat tekitavad sobiva keskkonna loovuse soodustamiseks: viivitavad näidete toomisega, korraldavad ajurünnakuid ja tekitavad ajurünnakute jaoks võimalikult vaba õhkkonna, et sotsiaalsed tegurid loomingulist õhkkonda ei segaks. Õpetaja 4 piiritleb õpilase jaoks kindla hulga valikuid, kui õpilasele töö alustamine väga keeruline on. Õpetaja 2 ütles, et tema polegi pidanud oma õpilasi disainimise/leiutamise käigus juhendama, vaid et õpilased on alati ise probleemidele lahenduse leidnud.

Kaks õpetajat arvasid, et kui õpilasel huvi disainimise/leiutamise vastu täielikult puudub, pole teda mõtet ka sundida:

Õ4: Et tal pole motivatsiooni ja ta lihtsalt ei tahagi midagi teha. Et on ka selliseid õpilasi. Aga nendega pole selles mõttes probleemi, kui nad teisi ei sega...

Kokkuvõtvalt saab välja tuua, et enamik õpetajaid kasutab disainimist/leiutamist rakendava õppe „raskest“ algusest üle saamiseks erinevaid loovust soodustavaid lähenemisviise ning protsessi keskel takistuste ilmnemisel toetavad vihjete ja küsimustega, kuid püüavad anda võimalikult vähe konkreetseid näiteid, kuna see „lukustab“ loovuse. Mitmed õpetajate poolt rakendatud toetusviisidest on ka disainiülesannete rakendamist toetavate meetmena varem kirjeldatud (Krajcik & Delen, 2017; Laius & Rannikmäe, 2014).

3.10. Õpetajate vastused küsimusele „Milline on olnud juhendatud õpilaste tagasiside nende leiutamise-/disainimisalasele tegevusele?“

Kümnenda küsimuse puhul sooviti saada infot selle kohta, milline on õpetajate meelest õpilaste tagasiside disainimist/leiutamist rakendavale õppele. Planeeritud käitumise teoorias

asetuks õpilaste arvamus sotsiaalnormatiivse hoiaku alla, kuna eeldatavalt on õpilaste arvamus õpetaja jaoks oluline. Vastused 10. küsimusele on koondatud tabelisse 13.

Tabel 13. Õpilaste tagasiside disainimist/leiutamist rakendavale õppele

Kategooria/ alamkategooria	Koodid	Õpetajad, kes seda arvamus jagasi	Näited
Õpilaste tagasiside on kahteline	Õpilased jagunevad kaheks: osadele meeldib, osadele ei meeldi	Õ1, Õ3, Õ4, Õ6, Õ8	Õ1: Mitmesugune. Teadusteatriks on see väga hea. Aga kui võtta klassikeskkonda, siis on inimesed kahte sorti. On need, kellele meeldib õppida läbi käelise tegevuse, siis nemad on alati väga vaimustuses. Ja siis on see teine sort õpilasi, kellele meeldib rohkem teooria ja et ma loen selle fakti ja nüüd see on nii ja... et teda huvitab see pool rohkem, ja nende jaoks on sellised tunnid, kus me päikesepatareisid ehitame, selge ajaraiskamine, et see pole nagu üldse see, mille pärast nad siia kooli tulnud on.
	Enamikele meeldib	Õ2, Õ8, Õ9	Õ9: Et ma ei ole näinud vingumist, et „ah, teeme mis teeme, tuleb mis tuleb“. Et üldiselt nad innustuvad neist asjadest. Ma ei tea, võib-olla on mul head õpilased olnud. Et sinna harusse tulevad ikkagi motiveeritud õpilased, kes on neist ainetest huvitatud ja kes tahavad teha.
	Osa õpilasi on täiesti ükskõiksed	Õ3, Õ4, Õ6	Õ4: Et tal pole motivatsiooni ja ta lihtsalt ei tahagi midagi teha. Et on ka selliseid õpilasi.
	Meeldib reaalklassidele ja aktiivsematele	Õ3, Õ9	Õ3: Et üldiselt, kui ma võtan seda kõige aktiivsemat klassi, siis nemad olid kõik vaimustuses. Ja tegid väga hoolega, kõik rühmad ja tulid väga põnevad tööd. Ja see on reaalklass ka.
Pidev disainipõhine õpe on õpilasele väsitav	Kui liiga palju teha, väsivad ära; disainipõhise õppega ei peaks kogu aeg tegema	Õ5, Õ8, Õ9	Õ5: Küll aga olen ma tähendanud seda /.../ et kui seda praktilist tegevust teha liiga palju, siis nad lihtsalt väsivad ära. Et „jälle me peame sinna laborisse minema, jälle peame midagi tegema. Miks me ei õpi midagi?“ Et see on nende jaoks probleemiks. Õ8: Aga praegu ei tee ma seda kogu aeg, sest see peab hästi sobituma kooli töösse, et niisama naljalt nagu ei hakka seda välja panema. /.../ kogu aeg mingi tramburai lastele ka ei meeldi. /.../ Ses mõttes hämmastav, eks ole, et sa võid arvata, et lapsed tahavad kogu aeg rühmatöid ja katseid teha ja.. aga tegelikult neile meeldib asjadest aru saada ja et kui asjades on süsteem.
Mängulisus meeldib	Meeldib õpilastele, kuna on mänguline	Õ7	Õ7: Et ma ei ole kunagi saanud, et ei meeldinud see või teine, sest et ma ütlen, see lähenemine on hoopis teine. See on mänguline, see ei ole niivõrd kohustus eks ju, ja nad tõepoolest läbi oma kogemuse õpivad midagi selle käigus.
	Pole tagasisidet küsinud	Õ7, Õ8	Õ7: Et minu jaoks ei anna see tõenäoliselt suurt mitte midagi, kui nad ütlevad, et „oli väga tore“. Ja väga negatiivset tagasisidet... no siis nad tõenäoliselt ütlesid.

Seitse õpetajat märkisid, et disainimist/leiutamist rakendav õpe osadele õpilastele meeldib, osadele mitte. Neist kolm õpetajat ütlesid, et enamikele õpilastele selline õppemeetod siiski meeldib ning kaks õpetajat arvasid oma kogemusele toetudes, et tegevus meeldib rohkem reaali- ja looduskallakuga klassidele.

Õ9: Et üldiselt nad innustuvad neist asjadest. Ma ei tea, võib-olla on mul head õpilased olnud. Et sinna harusse tulevad ikkagi motiveeritud õpilased, kes on neist ainetest huvitatud ja kes tahavad teha.

Kolme õpetaja meelest on osa õpilasi sellise tegevuse vastu täiesti ükskõiksed. Need õpetajad töötasid piirkonnakoolides, kus õpilaste tase varieerus ilmselt suuremates piirides kui õpetajate puhul, kes õpetasid kõrgema tasemega koolides või reaalklasse. Õpetaja 1 tõi välja, et osa õpilasi on tema meelest loomult teoreetikud ning käelisi tegevusi eriti ei armasta, kuid kuna ta ise oli koolis samasugune, siis mõistab ta selliseid õpilasi hästi:

Õ1: Ma elan neile kaasa, sest ma olin ise täpselt samasugune kooliajal. Minu jaoks oli põnev, kui sai ülesandeid lahendada, aga jumal küll, kui mingeid katseid või midagi pidi tegema, see oli kõige hullem asi maailmas. Nii et nüüd on 180-kraadine muutus tulnud. Aga siis ma saan nendest õpilastest aru ja ütlen, et lahendage nüüd ülesandeid, et ilmingimata ei pea seda tegema, et see on võimalus.

Õpetajad 5, 8 ja 9 olid saanud õpilastelt tagasisidet, et disainimis/leiutamise pidev rakendamine õpilastele ei meeldi ning õpetajad 8 ja 9 olid ka arvamusel, et seda laadi õpetamist ei peakski kogu aeg tegema, et õpilastel jääks aega ka teoreetiliste teadmiste omandamiseks ja oma teadmiste süsteemi panekuks:

Õ8: Nad tahavad asjad enne selgeks saada. Et see on tegelikult põnev, et lastele üldiselt meeldib, nt küsida neilt, mingi abstraktne teema, eks, aatomi elektronkihtide ehitus, ruutskeemid, siis mina mõtlen, et see on ebahuvitav teema, et kurtsin oma 12. klassi õpilastele, et ei tea, mis näoga ma tundi lähen, et lapsed nagunii ei viitsi või ei taha õppida, no 10. klass. Aga need, kes seal olid, ütlesid, et ei, et see teema väga meeldis, et süsteemne ja arusaadav, et kohe lahe oli õppida ja lihtne ka nende jaoks, kuigi puhtalt teoreetiline teema. Ses mõttes hämmastav, eks ole, et sa võid arvata, et lapsed tahavad kogu aeg rühmatöid ja katseid teha ja.. aga tegelikult neile meeldib asjadest aru saada ja et kui asjades on süsteem. Muidugi mitte kõigile, aga ütleme keskmisele õpilasele meeldib asjadest aru saada.

Õpetaja 7 ja 8 ütlesid, et nad pole õpilastelt tagasisidet seda laadi õppele otseselt küsinud, kuid õpetaja 7 ütles, et ilma selletagi on aru saada, et taoline mänguline tegevus meeldib õpilastele rohkem kui tavatunnis füüsika õppimine. Mängulisuse olulisust õpilaste motivatsiooni tõstmisel on ka varem näidatud (Kangas, 2010).

Seega selgus, et õpetajate meelest enamikule õpilastest disainimist/leiutamist rakendav õpe meeldib ning et rohkem on sellise õppevormi suhtes positiivselt meelestatud õpilasi reaal-/looduskallakuga klassides. Samas oli mitu õpetajat seisukohal, et sellise tegevuse liiga sagedane praktiseerimine võib õpilastele väsitavalt mõjuda. Planeeritud käitumise teooria seisukohast vaadates tajub enamik õpetajaid õpilaste hoiakut disainimist/leiutamist rakendava õppe suhtes positiivsena, mis omakorda võiks mõjuda soodsalt sellele, et õpetajad seda tegevust edaspidigi praktiseerivad.

4. Järeldused

Uurimuse tulemustest järeldub, et õpetajad defineerivad enda jaoks õpilasdisaini ja õpilasleiutamist erinevalt ja mõne õpetaja meelest on tegu õppemeetodiga, mille kirjeldamiseks võib kasutada disainiprotsessi või -tsükli mõistet. Ka puudus mõnel õpetajal tegevuse nimetamiseks kindel eelistus ja kasutati üheaegselt nii leiutamise kui ka disaini mõistet.

Intervjuudest selgus, et õpetajate poolt juhendatud õpilaste loodud tehisasjade hulgas on nii virtuaalsed, kontseptuaalsed kui ka käega katsutavad esemed. Eesmärgi, mida disainida/leiutada, püstitab enamasti õpetaja, kuid kolm õpetajat lasevad ka õpilastel eesmärgi püstitada.

Tulemustest nähtus, et kõigi intervjueritud õpetajate isiklikud hoiakud disainipõhise õppe rakendamisse on positiivsed ja et selline lähenemine on nende meelest vajalik mitmel põhjusel: arendab õpilase loovust, mitmeid üldisi pädevusi ning aitab kaasa loodusteaduste populariseerimisele. Need seisukohad kattuvad varem teada olevaga, mille järgi loovaid ülesandeid sisaldav õppetegevus soodustab õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse arengut (Krajcik & Delen, 2017). Seega saab järeldada, et disainimise/leiutamise rakendamist tuleks Eesti üldhariduskoolides loodusteadusliku kirjaoskuse taseme tõstmise eesmärgil senisest enam soodustada.

Teguritest, mida saab planeeritud käitumise teooria seisukohast defineerida kui sotsiaalnormatiivseid, tõi enamik õpetajaid disainimist/leiutamist soodustavate teguritena välja õpilaste motiveerituse ja kooli juhtkonna toetuse. Seega saab järeldada, et kaks olulisimat osapoolt õpetaja töös on selle tegevuse suhtes enamike õpetajate meelest toetaval seisukohal. Takistavate teguritena nimetas osa õpetajaid kolleegide ja õpilaste huvi puudumist sellise tegevuse vastu ning samuti seda, et isegi kui erinevaid konkursse ja koolitusi leidub, puudub disainimist/leiutamist rakendava õppe osas ühiskonnal ühtne seisukoht.

Teguritest, mida saab planeeritud käitumise teooria seisukohast defineerida kui õpetaja tajutud kontrolli motivatsioonilisi tegureid, saab välja tuua tõiga, et üle poole küsitletud õpetajatest jõuab ka oma disainimis/leiutamiskogemusi jagada ning mitu õpetajat on lahendanud enda jaoks ka kehtivast haridussüsteemist tulenevad takistused, nagu nt ainekava suur maht ning traditsiooniline hindamissüsteem, mis jääb disainimise/leiutamise jaoks ebapiisavaks. Samas tundis kolm intervjueritud õpetajat, et mittemotivatsioonilised tegurid (ajaresurss, õppemetoodilise materjali puudus, nõue järgida õppekava ning õpilaste ja kolleegide toe

puudumine) takistavad neid disainimist/leiutamist enda soovitud määral rakendamast ehk siis mõjutavad ka nende motivatsiooni disainimist/leiutamist õppetöös kasutada.

Võimalustena, mis aitaksid õpetajatel disainimist/leiutamist rakendavat õpet rohkem praktiseerida, märkis mitu õpetajat, et abi oleks disainipõhise õppe meetodilisest abimaterjalist, sest siis ei kuluks ajaressurss ülesannete väljamõtlemisele. Samuti selgus, et õpetajate meelest oleks abi ka tegevust praktiseerivate õpetajate vahel disainimise/leiutamise ideede vahendamise soodustamisest. Ka toodi välja, et selle õppemeetodi teadvustamine õpetajatele, kes sellega pole üldse kokku puutunud, oleks väga vajalik, ning et lisaks õpiksid disainimist/leiutamist rohkem väärtustama õpetajad, kes sellega juba tegelevad.

Õpetajad tajusid õpilaste tagasisidet disainimist/leiutamist rakendavale õppele mitmekesisena: toodi välja, et kas osadele või kõigile õpilastele see tegevus valdavalt meeldib, kuid samuti märkis mõni õpetaja, et mõned õpilased on sellise tegevuse vastu täiesti ükskõiksed ning nende motiveerimine on keeruline. Ka iseloomustas mitme õpetaja meelest disainimist/leiutamist see, et õpilaste jaoks on tegevuse juures enim takistusi tekitavaks kohaks nn mugavustsoonist välja tulek ja hirm eksida. Lisaks ilmnes mitme õpetaja intervjuust, et liiga sage disainimise/leiutamise rakendamine õppetöös väsitab õpilasi ning et vahel väsivad õpilased ka pika protsessi kestel. Neist tulemustest järeldub, et disainimist/leiutamist rakendava õppe iseloom on õpilaste jaoks sageli harjumatu, nõudes õpetajalt rohkem panustamist turvalise ja toetava õpikeskkonna loomisesse.

Mooduseid, kuidas õpetajad õpilasi disainimise/leiutamise käigus toetavad, oli erinevaid: soodustatakse loovust, välditakse sundimist, suunatakse küsimustega, aidatakse temakohase kirjanduse otsimisel jne. Mitu õpetajat tõi välja, et on iseseisvaid õpilasi, kes ei vaja üldse juhendamist.

Seega saab õpetajate hoiakutest järeldada, et nende meelest tõstab koolis disainimise/leiutamise rakendamine õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse taset ning arendab aktiivset ellusuhtumist, mis on elukestva õppe üheks eelduseks ja seega kattub Eesti elukestva õppe strateegias püstitatud eesmärkidega.

Planeeritud käitumise teooriast lähtuvalt võib intervjuueeritud õpetajad jagada kolme gruppi:

1) Õpetajad, kes leidsid, et neil ei ole disaini-/leiutamist sisaldava õppe rakendamisel mingeid märkimisväärseid takistavaid tegureid (Õ1, Õ7).

2) Õpetajad, kes tõid küll välja disainimist/leiutamist rakendavat õpet takistavaid tegureid, kuid kes sellest hoolimata olid seisukohal, et takistuste olemasolu pole nende jaoks meetodi

rakendamisel õppetöös määrav (Õ2, Õ5, Õ6, Õ8, Õ9). Kõige ebakindlam oli õpetaja 6, kes vaatamata suurele sisemisele motivatsioonile polnud kindel, kui kaua ta „süsteemiga võidelda jõuab“.

3) Õpetajad, kes küll praktiseerivad disainimist/leiutamist, kuid kes tunnistasid mitmete seda takistavate tegurite olemasolu, nii et see mõjutab tugevalt nende plaane/kavatsusi disainimist/leiutamist rakendava õppe teostamisel (Õ3, Õ4).

Kokkuvõte

Infoühiskonna ja tehnoloogiate kiire areng nõuab tänapäeva inimeselt ümberõppimisvõimet, julgust otsustada ning oskust õppida ja töötada koos erinevate inimestega. Need oskused on välja toodud Eesti elukestva õppe strateegias aastani 2020 ning üheks strateegia võtmenäitajaks peetakse loodusteadusliku kirjaoskuse taseme tõstmist ühiskonnas.

On näidatud, et loovate ülesannete lahendamine loodusainete õpetamisel mõjub loodusteadusliku kirjaoskuse tasemele positiivselt. Loovaks ülesandeks on ka selline tegevus, mille käigus õpilased disainivad või leiutavad mingi tehisasja, mille käigus omandatakse loodusteaduslikke teadmisi ja mitmeid üldisi pädevusi. Samas puudub info, kui palju selliseid õppemeetodeid Eesti üldhariduskoolides praegu kasutatakse, kuid võib eeldada, et disainimise/leiutamise rakendamine nõuab õpetaja ja koolipere ühist pingutust, et tavatundidega võrreldes teistsugune lähenemine õppimisele teoks saaks.

Sellest lähtuvalt oli käesoleva magistritöö eesmärgiks kvalitatiivse uurimuse raames selgitada, milline on disainimist/leiutamist õppetöös rakendavate õpetajate meelest sellise lähenemisviisi kasulikkus ning millised on tegurid, mis õpetajaid disainimise/leiutamise rakendamisel koolis takistavad ja/või toetavad. Samuti sooviti teada, milline on õpetajate meelest õpilaste tagasiside taolises vormis toimuvale õppimisele ning kas ja kui jah, siis millist abi õpetajad selle tegevuse praktiseerimisel ootaks.

Eesmärgist lähtuvalt koostati viis uurimisküsimust. Neile vastuste saamiseks küsitleti poolstruktureeritud intervjuu raames üheksat õpetajat, kes oma töös loodusteadusliku kallakuga disainimist/leiutamist rakendavad. Intervjuud transkribeeriti pärast nutiseadmesse salvestamist ning andmete analüüsiks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi. Transkriptsioonide analüüsil koostati esmalt tähendusrikkad fraasid, mille lühendamisel moodustati tähendusüksused ning neist omakorda koodid. Koodid paigutati alamkategoriatesse ja need omakorda kategoriatesse. Tulemused on esitatud töös tabelite kujul.

Tulemustest nähtub, et kõigi küsitletud õpetajate meelest on disainimist/leiutamist rakendav õppemeetod kasulik, kuna see arendab õpilase loovust, mitmeid üldisi pädevusi ning aitab kaasa loodusteaduste populariseerimisele.

Disainimist ja leiutamist toetavate teguritena töid õpetajad välja õpilaste huvi ja kooli juhtkonna ning kolleegide toetuse sellise õppimise ja õpetamise suhtes. Samas ilmnes, et kuigi väljaspool kooli on palju institutsioone, kes disainimist/leiutamist rakendada aitavad (erinevate riiklike konkursside läbiviijad, huvihariduse pakkujad, omavalitsused), puudub paari õpetaja meelest ühiskondlikul tasandil laiemalt sellisele tegevusele tugi. Takistavate teguritena

disainimise/leiutamise rakendamisel nimetasid õpetajad kõige sagedamini nappi ajaressurssi ja seda, et kehtiv haridussüsteem nõuab disainimist/leiutamist rakendada soovivalt õpetajalt suurt loovust ja ettevõtlikkust, et pika iseloomuga tegevus mahuka õppekava sisse ja lühikeste tundide vahel ära mahutada. Samuti tõi mitu õpetajat välja puuduse õppemetoodilise materjali järele, kuna disainimise/leiutamise ülesannete ettevalmistamine on võrreldes tavatunniga ajamahukam.

Takistajatena tõi mõned õpetajad välja ka õpilased ja kolleegid. Kolleegide puhul toodi välja, et teistsuguse õpetamisviisi praktiseerimisel ei pruugi neilt tuge saada, kuna kolleegid peavad õppekava läbimist olulisemaks kui disainimise/leiutamise peale „tundide raiskamist“. Õpilaste puhul märgiti neist osade huvipuudust ja vastumeelsust pingutust ja suuremat loomingulisust nõudva õppevormi suhtes, samuti seda, et õpilased pole harjunud eksima. Ka olid mõned õpetajad seda meelt, et disainimist/leiutamist rakendavat õpet ei peaks koolis liiga sageli rakendama. Siiski oli enamike õpetajate meelest õpilaste tagasiside disainimise/leiutamise rakendamisele valdavalt positiivne.

Kasutatud kirjandus

- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Process*, 179–211.
- Albert, R. (1996) Some reasons why childhood creativity often fails to make it past puberty into the real world. M. Runco (Toim) *Creativity from Childhood through Adulthood: the developmental issues* (43–56) (San Francisco, Jossey-Bass)
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465.
- Arthur, W. B. (2009). *The Nature of Technology*. Free Press, New York.
- Beghetto, R. A. (2007). Ideational code-switching: Walking the talk about supporting student creativity in the classroom. *Roeper Review*, 29(4), 265–270.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for “mini-c” creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73–79.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M. & Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills*. Learning and Technology World Forum, London
- Bonstetter, R. (1998). Inquiry: Learning from the Past with an Eye on the Future. *Electronic Journal of Science Education*, 3.
- Collard, P., & Looney, J. (2014). Nurturing creativity in education. *European Journal of Education*, 49(3), 348–364.
- Denton, H. (1990). The role of group/team work in design and technology: some possibilities and problems. *Dater Conference*.
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and assessment of project-based learning in a flexible environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 255–272.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krysinski, D. (2008). Engagement and Achievements : A Case Study of Design-Based Learning in a Science Context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22–39.
- Eason, R., Giannangelo, D. M. & Franceschini, L. A. (2009). A look at creativity in public and private schools. *Thinking Skills and Creativity*, 4(2), 130–137.

- Esjeholm, B.-T. (2015). Design knowledge interplayed with student creativity in D & T projects. *International Journal of Technology and Design Education*, (123), 227–243.
- Faily, S. (2012). Analysing Chindogu : Applying Defamiliarisation to Security Design. *Workshop on Defamiliarisation in Innovation and Usability*.
- Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Camp, P., & Ryan, M. (2001). Scaffolding Teacher ' s Development Through Curriculum Materials. *Educational Research*, 1–15.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-Based Science and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110.
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: Concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2), 105–112.
- Haridus- ja Teadusministeerium, Eesti Koostöö Kogu, Eesti Haridusfoorum. (2014). Eesti elukestva õppe strateegia. Tallinn.
- Hathcock, S. J., Dickerson, D. L., Eckhoff, A., & Katsioloudis, P. (2014). Scaffolding for Creative Product Possibilities in a Design-Based STEM Activity. *Research in Science Education*.
- Hmelo-Silver, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning sciences*, 9 (3), 247–298. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298.
- Hodson, D., ja Reid, D., J. (1988). *Science for all: Motifs, meanings and implications*. *The School Science Review*. 69, 653–661.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.
- Kangas, M. (2010). Creative and playful learning: Learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, 5(1), 1–15.
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1–12.
- Krajcik, J., & Delen, I. (2017). *Õpilaste kaasamine STEM-haridusse*. 5(5), 10–34.
- Laherand, M.-L. (2008). *Kvalitatiivne uurimisviis*. Tallinn: Infotrükk.
- Laius, A., & Rannikmäe, M. (2011). *Kriitilise ja loova mõtlemise kujundamine loodusainete*

tundides.

Laius, A., & Rannikmäe, M. (2014). *Loova mõtlemise oskuste kujundamine loodusainete tundides.* Rannikmäe, M., Soobard, R (Toim). Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis. (96-111). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus.

Mamlok, R., Dershimer, C., Fortus, D., Krajcik, J., & Marx, R. (2001). Learning Science by Designing Artifacts (LSDA) - A Case Study of the Development of a Design-Based Science Curriculum. *National Association for Research in Science Teaching*, 1–21.

Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-School Science Through Design- Based Learning versus Scripted Inquiry: Better Overall Science Concept Learning. *Journal of Engineering Education*, (January), 71–85.

Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners.* Multilingual Matters Ltd.

Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy.* Chicago: University of Chicago Press

Perkins, D. N. (1986). *Knowledge as Design.* Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Plucker, J., & Beghetto, R (2003). Why not b creative when we enhance creativity? J. H. Borland (Toim) Rethinking gifted education. (215–226). New York, NY: Teachers College Press.

Pye, D. *The nature of design.* New York: Reinhold.

Runco, M. A., & Albert, R. S. (1986). The Threshold Theory Regarding Creativity and Intelligence: An Empirical Test with Gifted and Nongifted Children. *The Creative Child and Adult Quarterly*, XI(4), 212–218.

Sternberg, R. J. (2003). Creative thinking in the classroom. *International Journal of Phytoremediation*, 47(3), 325–338.

Technical Education Research Centers (2000). *Science by Design: Construct a Glove.* Cambridge, MA: National Sience Teachers Association

Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. Y. Y (2007). *Teacher Professional Learning and Development: best evidence synthesis iteration.* (Wellington, New Zealand Ministry of Education).

Vaino, K., Vaino, T., & Ottander, C. (2015). *Designing an Ice Cream Making Device: A*

- Design-based Science Learning Approach. *Science Education International*, 29(3), 149–162.
- Vaino, T., Vaino, K., Rannikmäe, M., & Holbrook, J. (2015). Factors Explaining Gymnasium Students' Technology Related Career Orientations. *Journal of Baltic Science Education*, 14, 706–722.
- Vattam, S. S., & Kolodner, J. L. (2008). On foundations of technological support for addressing challenges facing design-based science learning *. *Pragmatics and Cognition*, 16(2), 406–437.
- Vincenti, W. G. (1990). What engineers know and how they know it: Analytical studies from aeronautical engineering. *Baltimore, John Hopkins University*, 1–4.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving doi:10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 17(2), 89–100.

Summary

„Designing and inventing in teaching: teachers' beliefs and experiences“

Pille Säälük

People in today's fast-developing society are faced with the need of obtaining skills of life-long learning, decision making and working as a member of a team. Those skills have been emphasized in Estonian Strategy of Life-Long Learning up to Year 2020. Increasing the level of scientific literacy in the society is viewed as one of the key factors of the strategy.

In last decades several design-based learning activities for science classes in general school have been described which engage a creation of an artificial item, for example an electrical engine or ice-cream machine. During that process the students learn the scientific principles necessary to build a functional item, develop creativity and learn several general skills like self-reflection, working in a team etc.

By other words, the use of such designing/inventing activities in science classes increases the students' level of scientific literacy and that would be the aim to reach for a society that values citizens able to operate in nowadays' world.

In parallel there is basically no data on how much of such learning approaches are applied in Estonian general schools. There are teachers who use these methods but it can be assumed that for such activities to become true, joint efforts both from teachers and school society are needed as the nature of designing/inventing is different from traditional learning activities run in 45 minute-class.

To have an insight into this teaching approach from teachers' point of view, nine science and technology teachers were chosen who practice designing/inventing approaches in their classes. The teachers were interviewed with the aim to find out:

- what are the teachers' personal beliefs on the application of designing/inventing in science and technology classes;
- which factors support and/or inhibit practicing such activities in school;
- what approaches would be helpful by their opinion to facilitate the application of designing/inventing in school;
- how do they see the feedback of students to the application of designing/inventing in science and technology classes.

Some questions were asked with the aim to reveal the teacher's background and some questions were based on the theory of planned behaviour (Ajzen, 1991). Interviews were

recorded, transcribed, and by using qualitative content analysis meaning units, condensed meaning units, codes and (sub)categories were identified.

The results revealed that all teachers found the approach of designing/inventing useful: it is motivating to the students, supports the development of creativity and several general skills, and also helps to popularise the science and technology subjects.

Students' motivation and support from the school's administration was mentioned by most teachers as factors that support designing/inventing in school. However, a couple of teachers brought out that although there is several institutions outside the school system who offer and support such activities (national competitions, hobby schools, local governments), there is no common view on practicing designing/inventing approach in school in more wider societal scale.

Lack of time resource and the rigidity of current educational system were mentioned most often as factors that impede the application of designing/inventing in school. Those factors challenge the teachers' own creativity and activity to enable the approach in spite of dense curricula. Also, several teachers mentioned the lack of methodological guidelines and ideas as a factor that does not allow to apply designing/inventing as much as wished.

Students and colleagues were brought out by some teachers as impeding factors for applying designing/inventing activities in school. Colleagues of some teachers do not favor designing/inventing approaches because by the teachers' viewpoint they consider following the curricula more important. Some students are perceived as indifferent and reluctant to activities that demand bigger effort and creativity, and also the readiness to make mistakes is often not familiar for the students. Those were some of the reasons why some teachers thought that designing/inventing in schools should be applied moderately. In spite of that, most of the teachers brought out that by their opinion students generally like activities involving designing/inventing.

Lisad

Lisa 1.

Intervjuu küsimused

- 1) Mida tähendab teie jaoks õpilasdisain (-leiutamine)?
- 2) Millal hakkasite juhendama õpilaste praktilisi töid, mille tulemuseks on uudne lahendus, leiutis, disain, tehisasi? Mis oli selle ajendiks?
- 3) Millises vormis on need toimunud (tunnitööna, ringitööna, kohustusliku loovtööna, konkursitööna vms)?
- 4) Mida on teie õpilased leiutanud (disaininud)? Kirjeldage palun!
- 5) Mis te arvate, kas ja miks peaks või ei peaks koolis toetama õpilaste leiutamise-/disainimisalaseid tegevusi?
- 6) Millised tegurid takistavad või toetavad teid koolis õpilasleiutamise (-disainimise) rakendamisel?
- 7) Kes on teid koolis või ka väljapool kooli toetanud (takistanud) õpilasleiutamise (disainimise) rakendamisel? Kas, ja kui jah, siis kellelt ja millist abi ootaksite?
- 8) Kas ja kui jah, siis kuidas saate oma kogemusi teistega jagada?
- 9) Kas ja kui jah, siis millised sarnased muustrid on ilmnenud õpilaste leiutamise-/disainimisprotsessi käigus? Millised on olnud kõige suuremad probleemid? Kuidas olete neid lahendanud?
- 10) Milline on olnud juhendatud õpilaste tagasiside nende leiutamise(disainimis)alasele tegevusele?

Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Pille Säälük,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud **teose „Disainimine ja leiutamine õppetöös: õpetajate arusaamad ja senine praktika“**, mille juhendaja on Katrin Vaino,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Pille Säälük

Tartus, 04.07.2019