

TARTU ÜLIKOOL
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Matemaatika ja statistika instituut

Allar Mehik

ÕPIOSKUSTE KASUTAMINE MATEMAATIKA ÕPPIMISEL JA
NENDE INTEGRERIMINE ÕPPEMATERJALIDESSE ÜKS- JA
HULKLIIKMETE ÕPPIMISE NÄITEL

Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava

Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: Tiina Kraav, PhD

Tartu 2022

RESÜMEE

Õpioskuste kasutamine matemaatika õppimisel ja nende integreerimine õppematerjalidesse üks- ja hulkliikmete õppimise näitel

On selgitatud välja, et koolide keskendumine elukestvale õppele kasvatab õpilastest ennastjuhtivad õppijad (OECD, 2008). Õpilastel peavad aga olema head õpioskused, mis hõlmavad kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid teadmisi ja strateegiaid, mis peaksid õpetajate poolt olema edasi antavad ning nendele strateegiatele tuleks rohkem tähelepanu pöörata. Antud magistritöö seadis eesmärgiks luua matemaatika näidisõppematerjal, mis sisaldaks tänapäevast õpikäsitlust, et õpilastest kasvatada ennastjuhtivad õppijad. Selleks peab õppija olema matemaatikas kõrgel tasemel ja kasutama selle õppimiseks uudseid kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid. Antud lõputöös loodi uudsed õppematerjalid ja küsiti ekspertidest õpetajatelt tagasiside hinnangud.

Esmalt vaadeldi antud magistritöö raames uuringuid õpistrateegiatest eesmärgiga leida strateegiaid, mis toetavad õppimist kõige enam. Leiti järgmised efektiivsed strateegiad: kokkuvõtte tegemine, ajastatud kordamine, mõistekaardid ja mõttekaardid, sidumine varem õpituga, küsimuste küsimine, joonistamine, igavuse ja ärevusega võitlemise strateegiad, osaliselt täidetud märkmed, isiklikud sündmused, sidumine päris eluga ja eesmärkide püstitamine. Antud strateegiaid arvesse võttes koostati näidisõppematerjal 8. klassi matemaatikas „Üksliikme ja hulkliikme” teema õppimiseks.

Antud magistritöös selgitati lisaks välja, milliseid õpistrateegiaid kasutatakse Eesti kolme suurema kirjastuse 8. klassis kasutatavates matemaatika töövihikutes ja õpikutes. Vaadeldi, mil määral õpistrateegiaid kasutatakse ja kas seda tehakse üldiselt järjepidevalt või pigem varjatult. Täheledades õpistrateegia kasutamist, uuriti, kas õppematerjalis on olemas või puuduvad selgesõnalised juhised ja selgitused strateegiate ning nende kasutamise kohta. Selgitati välja, millise kirjastuse 8. klassi õppematerjal oli kõige järjekindlam õpistrateegiate kasutamisel. Koolibri õpikus olid peatüki alguses ka õpieesmärgid ja ülesanded varem õpitud teemade meeldetuletamiseks või teooria osa õppimiseks. Koolibri õpik sisaldas eraldi ka kordamisülesandeid.

Töö käigus selgitati välja loodud näidisõppematerjali kõige suuremad piirangud ning puudused. Lõputöö eesmärk oli luua näidisõppematerjal, mis võtab arvesse õpistrateegiaid, saada sellele õpetajate esmane tagasiside, et selle põhjal materjali edasi arendada.

CERCS teaduseriala: S270 Pedagoogika ja didaktika

Märksõnad: õpiioskused, õppematerjalid, metakognitsioon

ABSTRACT

The use of study skills in learning mathematics and their integration in teaching materials, using the example of learning monomials and polynomials

Schools' focus on lifelong learning has been found to make students into self-directed learners. However, students need to have good study skills, which include cognitive, metacognitive and affective knowledge and strategies, which should be imparted by teachers, and more attention should be paid to these strategies. This master's thesis set the goal of creating a sample teaching material for mathematics, which would include a modern learning approach in order to raise students to be self-directed learners. For this, the learner must be aware and use cognitive, metacognitive and affective strategies. In this thesis, new educational materials were created and feedback assessments were asked from expert teachers.

First, studies and literature on learning strategies were researched within the framework of this master's thesis with the aim of finding strategies, which are supporting learning. The following effective strategies were found: summarizing, timed repetition, concept maps and mind maps, linking to what was previously learned, asking questions, drawing, strategies to fight boredom and anxiety, partially filled notes, personal events, linking to real life and setting goals. Taking into account the given strategies, a sample study material was prepared for learning the subject of single term and plural term in 8th grade mathematics.

In this master's thesis, it was further clarified which learning strategies are used in the mathematics workbooks and textbooks developed for the 8th grade students by three major publishing houses. An attempt is made to clarify the extent to which learning strategies are used, and whether this is generally done consistently or covertly. Given these observations, it is explained whether there are or there are not explicit instructions and explanations about learning strategies. It is found out which publisher's textbook was the most consistent, where there were also learning objectives and tasks at the beginning of the chapter to recall previously learned topics or to learn part of the theory. We are trying to find out which publisher's textbooks also have repetition tasks.

The biggest limitations of this sample learning material are also identified. Other shortcomings are also found. The aim was to create a sample teaching material that takes

learning strategies into account, to get the teachers' initial feedback on it, in order to further develop the material based on it.

Based on the feedback received on the educational material, the needs for improvement are clarified, as well as all topics related to multi-members. In addition, the literature will be explored to find out what other strategies support learning. Study materials created are hoped to be found to improve learning. Further necessary studies are willing to be carried out for this purpose.

CERCS research specialization: S270 Pedagogy and didactics

Keywords: learning skills, metacognition, learning materials

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. TEOREETILINE TAUST	8
1.1 Ennastjuhtiv õppija	9
1.2 Õpioskused	10
1.3 Metakognitsioon ja metakognitiivsed õpistrateegiad	11
1.3.1 Metakognitsioon	12
1.3.2 Metakognitiivsed strateegiad	14
1.4 Kognitsioon ja kognitiivsed strateegiad	16
1.4.1 Kognitsioon ehk tunnetus	16
1.4.2 Kognitiivsed strateegiad	17
1.4.3 Metakognitsiooni ja kognitsioon erinevus	17
1.5 Afektiivsed strateegiad	18
1.6 Õpistrateegiad ja nende mõju matemaatika õppimisele	18
1.7 Õpistrateegiad 8. klassi matemaatika õpikutes ja töövihikutes	22
1.8 Õppematerjalide koostamise põhimõtted	24
1.8.1 ADDIE õppematerjalide koostamise mudel	24
1.8.2 LORI õppematerjalide hindamise mudel	25
1.9 Töö eesmärk ja uurimisküsimused	26
2. METOODIKA	27
2.1 Tegevusuuringu esimene etapp – planeerimine	28
2.2 Tegevusuuringu teine etapp – tegutsemine	29
2.3 Tegevusuuringu kolmas etapp – vaatlemine	29
2.3.1 Valim	29
2.3.2 Andmete kogumine	30
2.4 Tegevusuuringu neljas etapp – andmeanalüüs	30
3. TULEMUSED JA ARUTELU	31
3.1 Õpetajate hinnang koostatud õppematerjalile ning parendusettepanekud	31
3.2 Õpetajate ettepanekud õppematerjalide arendamiseks	33
KOKKUVÕTE	34
TÄNUSÕNAD	35
KASUTATUD KIRJANDUS	35
LISA 1. Raudvara töövihik	
LISA 2. Hindamismudel	

SISSEJUHATUS

Matemaatika õppimine on oluline ja see toimub kogu õpilase üldharidusliku koolitee jooksul. Head tulemused matemaatikas ennustavad tulevikus kõrgemat palka (Bjälkebring & Peters, 2021). Mitmed aju-uurijad on leidnud, et matemaatika oskust on võimalik ajus mõõta. Kui üle keskmise edukas õpilane tegeleb matemaatika õppimisega, on see tema teatavas ajupiirkonnas eristatav ja nähtav võrreldes nende andekate õpilastega, kes matemaatikat parasjagu ei õpi. Matemaatika õppimine muudab selle aju piirkonna plastilisemaks ja aktiivsemaks (Zacharopoulos et al., 2021). Matemaatikas tugevad õpilased oskavad osasid ajupiirkondi paremini aktiveerida ning nende õpilaste ajupiirkondades on aju hallainet ehk hallollust rohkem (Evans et al., 2015). Proceedings of the National Academy of Sciences avaldas hiljuti uuringu, mis näitas, et nende noorukite, kes lõpetavad matemaatika õppimise, aju ja kognitiivne areng on ebasoodsas olukorras võrreldes eakaaslastega, kes jätkavad matemaatika õpinguid (Zacharopoulos et al., 2021). Seega on matemaatika õppimine ja õpetamine väga olulised. Õpilased vajavad eduelamust tehtud tööst ning õppimisel teadmist, et saadav ülesandega hakkama (Abín et al., 2020).

Kuigi õpetamises ja õpikäsitluses laiemalt on tänapäeval palju muutunud, on traditsiooniline matemaatika õpetamine visa muutuseid omaks võtma. Enam ei pea me oskama teha peast keerulisi tehteid ega neid ka kirjalikult sooritama, sest arvutid teevad seda meie eest palju kiiremini ja vähemate vigadega. Nutitelefon lihtsustab algebralisi avaldisi ning lahendab keerulisemaidki võrrandeid. Seetõttu arvavad paljud eksperdid, et koolis võiks arvutamise ja võrrandite lahendamise asemel rohkem rõhku panna matemaatikast arusaamisele ning ülesannete tulemuste mõtestamisele. Las arvutid olla need, mis meie eest kiiresti arvutavad (Devlin, 2021).

Tänapäeval räägitakse palju ennastjuhtivast õppijast ja eneseregulatsioonist. Õpilane peab koolis eelkõige omandama õpioskused, mitte niivõrd aine-alaseid teadmisi, sest viimaseid saab omandada iseseisvalt tõhusate õpioskuste abil. Koolides peaks keskenduma elukestvatele õppele, mitte faktide pähe tuupimisele ja testimisele (OECD, 2008). Kindlasti ei kao niipea ära ainealased testid, kontrolltööd, tasemetööd ega eksamid, aga kui õpilastele õpetada oskused, kuidas paremini juhtida oma õppimist, siis paranevad õppimise kvaliteet ja õpitulemused (OECD, 2005). Selleks on vajalik õpilastele tutvustada afektiivseid, kognitiivseid ja metakognitiivseid strateegiaid ning saavutada nende rakendamisel automaatsus (OECD, 2005).

Põhikooli riiklik õppekava näeb ette ainete üleselt üldpädevustena õpipädevuse ja enesemääratluspädevuse arendamiste (*Põhikooli riiklik õppekava*, 2011). Kui vaadelda hetkel Eestis kasutusel olevaid põhikooli matemaatika õpikuid ning töövihikuid, võib näha, et seal ei ole sellele nähtavalt eriti tähelepanu pööratud ega pakutud välja ülesandeid, mis toetaksid tõhusate õpistrateegiate kujunemist või suunaksid õpilast ennastjuhtivusele. Selle probleemi lahendamiseks on käesolevas magistritöös uuritud erialast kirjandust, mis käsitleb metakognitiivseid ja kognitiivseid õpistrateegiaid ning nende tõhusust. Oskuslikult koostatud tõhus õpik toetab õppijat ja mõju on isegi selline, et õpetaja kvalifikatsioon ei ole enam nii oluline; lisaks on heal õpikul pikaajaline mõju (van den Ham & Heinze, 2018). Õppematerjal peaks olema üles ehitatud kõige nõrgemate õpilaste vajadustest lähtuvalt, mitte keskmise õpilase järgi, sest Matthew' efekti kohaselt õpilased, kellel on head õpioskused, õpivad ja arenevad kiiremini, kehvemate õpioskustega õpilased aga jäävad aina rohkem maha (Sievert, 2020). Nõrgemad õpilased vajavad, et õppematerjal sisaldaks selgesõnalisemaid juhised ja õpistrateegiaid oma teadmiste puudustega paremini toimetulekuks (Sievert, 2020). Viimati nimetatule tuginedes on välja töötatud näidisülesannete kogumik üks- ja hulkliikme teema näitel. Selles kogumikus ei ole palju matemaatika harjutusülesandeid, sest neid leiab piisavalt nii õpikutest, veebist kui digiõpikutest. Selles kogumikus on rõhuasetus erinevatel kognitiivsetel ja metakognitiivsetel strateegiatel, mis toetavad antud teema õppimist ja paremat omandamist. Neid põhimõtteid ja meetodeid saaks rakendada ka teiste teemade õpetamisel.

Töö esimene osa koosneb teoreetilisest ülevaatest kognitiivsete ja metakognitiivsete õpistrateegiate kasutuse tõhususest matemaatika õppimisel ning teine osa, sisaldades ülesannete kogumikku, on praktilise väärtusega.

1. TEOREETILINE TAUST

1.1 Ennastjuhtiv õppija

Põhikooli riiklikus õppekavas (*Põhikooli riiklik õppekava*, 2011) on kirjeldatud õpipädevused ehk õpioskused järgmiselt: *suutlikkus organiseerida õpikeskkonda ja hankida õppimiseks vajaminevat teavet; planeerida õppimist ning seda plaani järgida; kasutada õpitut, sealhulgas õpioskusi ja -strateegiaid, erinevates kontekstides ning probleeme lahendades; analüüsida enda teadmisi ja oskusi, tugevusi ja nõrkusi ning selle põhjal edasiõppimise vajadust.* Õpipädevustega õpilast kirjeldame kui õppijat, kellel on erinevad kognitiivsed ja metakognitiivsed strateegiad, et efektiivsemalt õppida. Sellise õpilase kohta kasutatakse ka mõistet ennastjuhtiv õppija.

Esimest korda on haridus- ja arengupsühholoogid kirjanduses kasutanud mõistet ennastjuhtiv õppimine (ingl k *self-regulated learning*) 1980ndatel ja 1990ndatel (Saks, 2016). Esimesi teadlasi, kes ennast juhtiva õppija defineeris, oli Barry Zimmerman (Saks, 2016). Zimmermani järgi ei ole enesejuhtivus vaimne võime või akadeemiline sooritus, vaid tegemist on pigem enda juhtimise protsessiga, mille käigus õppijad muudavad enda vaimsed võimed akadeemilisteks oskusteks. Ennastjuhtiv õppija püstitab endale eesmärgid; oskab luua õppimiseks hea keskkonna ning kasutab erinevaid õpistrateegiaid ja -meetodeid (nt. kordamine, teadmiste organiseerimine ja seostamine). Õppija analüüsib õpieesmärkide täitmist ja teeb vajalikud muudatused eesmärkides, strateegiates, meetodites ja plaanides. Samal ajal juhitakse ja jälgitakse oma emotsioone ja motivatsiooni, et õppimist soodustavad uskumused säiliks (Schunk & Zimmerman, 2007)

Pisa uuringud kirjeldavad ennast juhtivat õpilast kui õppijat, kes on motiveeritud õppima. Ta valib õppimiseks sobivad õppimiseesmärgid, kasutab sobilikke teadmisi ja oskusi õppimise juhtimiseks ning valib teadlikult õpistrateegiaid käsil oleva ülesande lahendamiseks (OECD, 2005)

Zimmermani (2002) uuringud tõid välja kolm olulist aspekti. Esiteks, ennastjuhtiv õppimine ei ole ainult ühe või mitme oskuse väga hea tundmine, vaid see hõlmab ka eneseteadlikkust, enesemotiveerimist ja käitumisoskusi, mis aitavad neid teadmisi korrektselt rakendada. On suur erinevus, kuidas algajad ja ekspertõppijad õpivad. Algajad võrdlevad enda teadmisi ja oskusi teiste omadega ja see on neile oluline tagasiside. Nad ebaõnnestuvad eesmärkide püstitamisel ja õppimise järjepideval jälgimisel. Ekspertõppijad juhivad enda õppimist kõigis õppimisfaasides. Nad saavad aru, kus on eksinud ja teevad oma õppimises ja käitumises vajalikud muudatused vigade parandamiseks. Teiseks, ei ole ennastjuhtiv õppimine

isikuomadus, mis ühtedel on ja teistel pole, vaid see on pigem kindlate protsesside valimine iga õppeülesande jaoks, mis on omakorda individuaalne. Ennastjuhtiv õppimine on teadmiste ja oskuste kogum. Need on näiteks eesmärkide püstitamine, erinevate õpistrateegiate kasutamine, edusammude jälgimine, ajakasutamine, enesehindamine jms. Kolmandaks, leidis Zimmerman, et enesejuhtimise ja sisemise motivatsiooni vahel on seos. Ennastjuhtival õppijal kasvab ajas usk, et ta suudab õppida ja toime tulla kõikide teemade ja ainetega. Eneseusk aitab oluliselt kaasa motivatsioonile, aga lisaks peab õpilasel olema oskus ennast motiveerida. Uuring toob lisaks huvitava faktina välja, et enesejuhtimise protsess ise võib olla motiveeriv ülesannete juures, mis ei ole väga huvitavad ja motiveerivad (Zimmerman, 2002).

Oluliste märksõnadena võib välja tuua, et ennastjuhtiv õppija teab ja kasutab erinevaid metakognitiivseid ning kognitiivseid strateegiaid. Õppija valib teadlikult sobiva strateegia õpituatsioonis (OECD, 2005). Metakognitsioonist ja kognitsioonist tuleb põhjalikumalt juttu järgmises alapeatükis.

1.2 Õpioskused

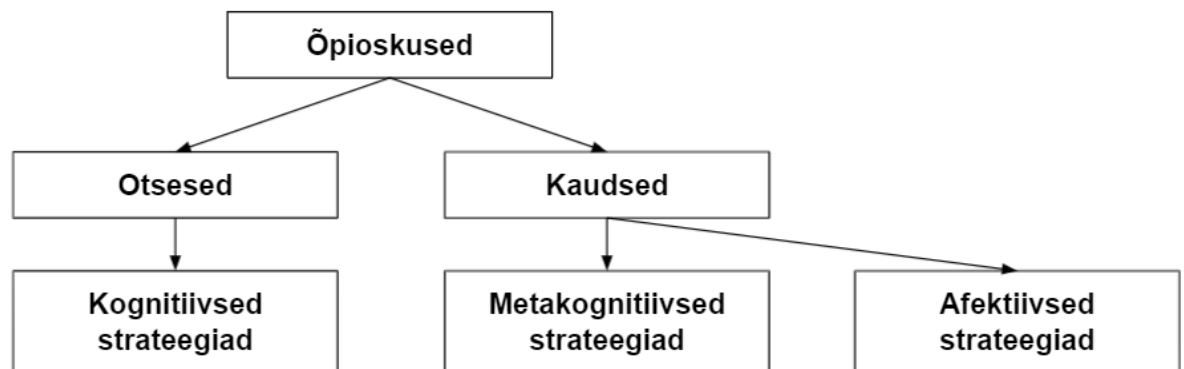
Õpioskused ehk õpipädevused on Jõgi ja Ausi (Jõgi & Aus, 2015) järgi (ingl. k. *learning competencies, learning skills, study skills*) õppija hoiakute, oskuste, uskumuste ja metateadmiste kogum, mis aitab tal paremini ja efektiivsemalt õppida. Õpioskused on vajalikud kolmes õppimise faasis: õppimiseks valmistumisel, õppimise käigus ja reflekteerimis- ning analüüsimisfaasis.

Kasutatakse erinevaid õpioskuste mudeleid. Jõgi ja Aus toovad välja, et Boekaert ja Pintrich jaotasid ennastjuhtiva õppija iseloomulikud omadused: uskumused, hoiakud, oskused ja metateadmised kolme valdkonda: uskumuste, emotsioonide ja motivatsiooni märkamise, teadvustamine ning vajadusel suunamine; õpitegevuse planeerimine ja reguleerimine ning õppimise protsessi reflekteerimine (Jõgi & Aus, 2015).

Saks ja Leijen (Saksa & Leijen, 2015) lisavad, et Oxford ja Crookall jaotavad õpioskused kahte suuremasse rühma: otsesed ja kaudsed õpioskused (Saksa & Leijen, 2015). Otsesed õpioskused on kognitiivsed strateegiad, mälu strateegiad ja kompensatsiooni strateegiad ning kaudsete õpioskuste all peetakse silmas metakognitiivseid strateegiaid, afektiivseid strateegiaid ja sotsiaalseid strateegiaid.

Edgar Krull (2000) toob välja, et ühes uuringus analüüsiti 51 õpioskuste alast uurimust ja selle üheks tulemuseks oli õpioskuste jaotamine kolme taseme vahel: kognitiivne, metakognitiivne ja afektiivne sekkumine, mis ühtivad Boekaert ja Pintrich jaotusega (Jõgi ja

Ausi, 2015). Antud magistritöös on kasutatud samuti kolmeks jaotamist, milleks on kognitiivsed, metakognitiivsed ja afektiivsed strateegiad. Lisaks on need kolm strateegiat Saks ja Leijeni (2015) uuringus viidud kahte suuremasse rühma: otsesed ja kaudsed sekkumised. Nimetatud jaotust kirjeldab Joonis 1.



Joonis 1. Õpioskuste jaotamine. Autori koostatud.

Saksa ja Leijeni (2015) järgi on kognitiivsed strateegiad kõik sellised õpitegevused, mille jooksul hangitakse, säilitatakse ja taaskasutatakse oma teadmisi ja oskusi. See tähendab, et õpilane hangib, töötleb ja organiseerib informatsiooni, kordab materjali, seostab varem õpitu uue materjaliga, talletab informatsiooni ning taaskasutab seda (Kleinsasser & McKeachie, 1994).

Metakognitiivsed strateegiad pakuvad õppimisprotsessis kaudset tuge, näiteks tegevuse planeerimisel ja korraldamisel, õpitegevusele keskendumisel või hindamisel (Saksa & Leijen, 2015).

Afektiivsed strateegiad aitavad õppijal jälgida ja muuta oma tundeid, motivatsiooni ja suhtumist õppesse (Oxford, 1990).

Kognitiivseid ja metakognitiivseid strateegiaid oleks kasulik kasutada õpetamisel samaaegselt, sest varasemate uuringute kohaselt päädib nende kooskasutamine parimate tulemustega nii ainealaste teadmiste kui ennastjuhtivuse kontekstis (Berthold et al., 2007; Lee et al., 2010).

1.3 Metakognitsioon ja metakognitiivsed õpistrateegiad

Järgmises alapeatükis antakse ülevaade metakognitsioonist, metakognitiivsetest teadmistest ja metakognitsiooni strateegiatest.

1.3.1 Metakognitsioon

Selles peatükis tuleb vaatluse alla, mis on metakognitiivne õpikäsitlus. Haridussõnastik (s.a.) ütleb, et *metakognitsioon on indiviidi teadlikkus sellest, kuidas ta õpib ja õpitavaga töötades mõtleb* (Haridussõnastik, s.a.).

Metatunnetust määratletakse kui tunnetuse tunnetust, viidates teise järgu tunnetustele (Papleontiou-Louca, 2003). Metakognitiivsed protsessid võivad kontrollida, jälgida ja reguleerida õppimist ja kognitiivset tegevust üldiselt. Seega võimaldab metakognitsioon ühelt poolt reflekteerida enda õppimisprotsessi ning teiselt poolt strateegiliste tegevuste kasutamist ja reguleerimist.

Tegemist on kõrgema taseme õppimisega, kus õpilased mõtlevad enda õppimise üle (Säälik, 2016). Kõrgema taseme õppimist ja mõtlemist on vaja selleks, et juhtida, jälgida, planeerida ja hinnata madalama astme toiminguid. Gordijenko ja Randver (Gordijenko & Randver, 2013) kirjeldavad metakognitsiooni, kui oma õppeprotsessi jälgimist ja analüüsimist kõrvalt. Krull (2000) kirjeldab metakognitsiooni, kui õppija mõtlemist oma tunnetustegevuse ja informatsiooni töötlemise üle.

Metakognitsiooni võib jaotada kaheks: metakognitiivsed teadmised ja metakognitiivsed strateegiad (Baker & Baker, 1991; Brown, 1987). Krull (Krull, 2000) eristab seda järgmiselt: mõtlemine oma teadmiste üle ja mõtlemine õppeprotsessi üle. Uuringute järgi metakognitiivsed teadmised ja strateegiad ei ole üksteisest sõltumatud (Schraw & Moshman, 1995).

Metakognitiivsed teadmised saab jaotada kolmeks: deklaratiivsed, protseduurilised ja tingimuslikud teadmised (Brown, 1987; Jacobs & Paris, 1987). Deklaratiivsed teadmised on teadmised enda kui õppija ja faktorite kohta, mis mõjutavad õppimist (Schraw & Moshman, 1995). Näiteks on parematel õppijatel rohkem teadmisi enda mälu kohta ja suurema tõenäosusega kasutavad nad enda metakognitiivseid teadmisi paremini kui mitte edukad õppijad, kellel on õiged teadmised küll olemas, aga nad ei oska neid iga kord rakendada (Schraw & Moshman, 1995).

Protseduurilised teadmised on teadmised, kuidas teha erinevaid õppeülesandeid (Schraw & Moshman, 1995). Õpilased, kellel on suuremad protseduurilised teadmised, kasutavad neid oskuseid rohkem automaatselt. Mitmed uuringud on näidanud, et nooremate õpilaste probleemülesannete lahendamise oskus paraneb, kui neile õpetada protseduurilisi teadmisi (King, 1991).

Tingimuslikud teadmised on teadmised selle kohta, millal, milliseid ja miks erinevaid kognitiivseid teadmisi, oskuseid ja strateegiaid rakendada (Lorch et al., 1993). Näiteks Lorch (Lorch et al., 1993) leidis, et üliõpilased eristasid lausa 10 erinevat lugemise olukorda ja nad suutsid valida iga lugemisülesande jaoks kõige sobivama strateegia. Uuringud näitavad ka, et tingimuslikud teadmised suurenevad vähemalt teismeeani. Milleri (1985) väitel on ka lasteaia lastel tingimuslikud teadmised, aga vähem kui põhikooli õpilastel (Miller, 1985).

Veenman ja Elshout (1999) uurimused on näidanud, et õppijad saab jaotada nelja kategooriasse: madala intelligentsusega õppijad, kellel puuduvad metakognitiivsed oskused; madala intelligentsusega õppijad, kellel on piisava tasemega metakognitiivsed oskused; kõrge intelligentsusega õppijad, kellel ei ole piisavad metakognitiivsed oskused ja kõrge intelligentsusega õppijad, kes on vilunud metakognitiivsete oskuste kasutajad (Veenman & Elshout, 1999). Problemaatilised on need õppijad, kelle metakognitiivsed oskused ei ole piisavalt hea tasemega. See kehtib nii madalama kui ka kõrgema intelligentsusega õpilaste kohta. Madala intelligentsusega õpilasi peab suunama teadlikult kasutama metakognitiivseid strateegiaid, et nad kasutaks metakognitiivseid oskuseid ja hoiaksid taset. Nende oskuste rakendamiseks on vaja teadlikult pingutada, et hoida motivatsiooni (Boekaerts, 1997; Borkowski et al., 1989). Teadlikult koostatud õppematerjal toetab eriti nõrgemate õpilaste õppimist, sest nende õpistrateegiate kasutamine on puudulikum (Sievert, 2020).

Mitmed uuringud toetavad väidet, et vilunud õppijad omavad rohkem metakognitiivseid teadmisi, milleks on deklaratiivsed, protseduurilised ja tingimuslikud teadmised ning need teadmised üldiselt suurendavad õppe edukust (Schraw & Moshman, 1995). Metakognitiivsed teadmised arenevad, muutuvad ja suurenevad läbi terve noorukiea (Brown, 1987; Flavell, 1979). Schraw ja Moshman (1995) toovad välja, et täiskasvanutel on enamasti rohkem teadmisi enda metakognitsiooni kohta kui lastel ja nad oskavad neid teadmisi paremini kirjeldada. Metakognitiivsed teadmised ei ole tingimata stabiilsed (Brown, 1987). Lapsed kasutavad ja näitavad metakognitiivseid teadmisi pidevalt, ilma et oskaksid neid sõnastada (Montgomery, 1992). Isegi täiskasvanutel on teinekord raskusi kirjeldamiseks enda metakognitiivseid teadmisi õppimise kohta (Bereiter & Scardamalia, 1993). Metakognitiivsed teadmised peavad olema stabiilsed, et need oleksid kasulikud, sest teadlik kasutamine aitab hõlbustada mõtlemist ja parandada enesejuhtimist (Schraw & Moshman, 1995). Sievert (2020) arutleb selle üle, et hea õpik toetab järjepidevalt strateegiate kasutamist ning parandab õppimise kvaliteeti.

Flavell (1979) järgi metakognitiivsed teadmised ja strateegiad ei ole tihti õppimissituatsioonis otseselt kasutatavad ja kättesaadavad, sest neid õpetatakse kaudselt

(Flavell, 1979). Veenman ja Elshout (1999) selgitavad, kuidas metakognitiivne teadmine on üldine teadmine õppija omaduste ja ülesande omaduste vahel ning sobiv käitumine ülesande lahendamiseks valitakse automaatselt. Näiteks, kui õpilane teab, et on vajalik teha keerulisest tekstist kokkuvõtte, kuid siiski ta hoidub selle tegevuse tegemisest erinevatel põhjustel, näiteks teema ei ole huvitav, teema on liiga raske või tal puuduvad oskused, kuidas teha kokkuvõtet. Sama kehtib ka protseduurilise metakognitiivsed teadmiste ja oskustega. Need on näiteks keskendumine ülesandele, planeerimine, jälgimine, kontrollimine ja kokkuvõtte tegemine. Neid oskuseid õpitakse ja kasutatakse kaudselt, mis tähendab, et ei teata nende seost metakognitsiooniga (Veenman & Elshout, 1999).

Kuna metakognitiivsed teadmisi ja oskusi uuritakse erinevate meetoditega, siis nende mõõtetulemustel ühine osa puudub, mis tähendab korrelatsioon metakognitiivsete teadmiste (saadakse küsitluste teel) ja metakognitiivset oskused (saadakse valjusti mõtlemise protokollide abil) vahel on null. Veenman ja Elshout (1999) toovad veel välja, et metakognitiivsete oskused mõjutavad õppimist positiivselt, erinevalt metakognitiivsetest teadmistest (Veenman & Elshout, 1999).

PISA 2018 raport toob välja, et OECD soovib õpilastes metakognitsiooni arendamist, sest see on üks tuleviku hariduse olulistest komponentidest, millele tuleks kindlasti rohkem tähelepanu pöörata. PISA raport toob välja veel seda, et OECD käivitas samal aastal õppimise ja oskuste koostööprojekti „Tuleviku haridus ja oskused” ja programmi „Haridus 2030”. Nende projektide põhirõhk on suunatud kognitiivsete, metakognitiivsete, sotsiaal-emotsionaalsete ja praktiliste oskuste kujundamisele (Tire et al., 2019).

Erinevad uurimused nõustuvad ja kinnitavad, et metakognitiivsed strateegiad ja teadmised parandavad õpilaste hakkamasaamist ja annavad paremaid tulemusi. Mitmed uuringud on näidanud märkimisväärset õppimise paranemist, kui õpetajad kasutavad ja juhendavad metakognitiivseid teadmiste ja strateegiate kasutamist (Cross & Paris, 1988; Palincsar & Brown, 1988; Reeve et al., 1987).

1.3.2 Metakognitiivsed strateegiad

Metakognitsioon on kõrgema taseme mõtlemine ja mis omakorda toob kaasa sügava õppimise. Mitmed teadus uuringud näitavad, et metakognitiivsed oskused aitavad õppimisele kaasa nii kõrgete kui ka madalate võimetega õpilaste puhul, aga eriti suurt efekti annavad nõrgemate õpilastega, sest tihti neil teadmised lünklikud või puudulikud ja vajavad rohkem juhendamist (Bosson et al., 2010). Neid on seega väga oluline õpetada. Krull (2000) kirjutab sellest, kuidas tihti arvatakse, et metakognitiivseid oskuseid pole vaja kujundada, sest õpilased

omandavad need ise, kuid mitmed uurimused kinnitavad vastupidist, st nende õpetamine aitab nende kujundamisel palju enam kaasa kui iseseisev omandamine.

Brown ja Palincsar (1988) järeldavad, et õpiraskustega õpilastel on halvemad metakognitiivsed oskused kui keskmisel õpilasel ja vajavad seetõttu rohkem õpetajapoolset abi metakognitiivsete oskuste omandamisel. Mitmed uuringud on näidanud, et nõrgematele õpilastele metakognitiivsete oskuste õpetamine mõjub õpitulemustele positiivselt (Bosson et al., 2010; Cardelle-Elawar, 1995; Reeve & Brown, 1985). Krull (2000) teeb samuti järelduse mitme uurimuste ja teadusuuringute põhjal, et metakognitiivsete oskuste õpetamine on oluline, sest parandab nii õpitulemusi kui ka motivatsiooni.

Metakognitsiooni oskuste kasutamine ja õpetamine on kõige parem siis, kui õppija jaoks on materjal mõõduka pingutuse ja raskusastmega. Ülesande keerukuse aste tuleb valida just selline, mis sobib õppija pingutamise tasemega. Kui ülesanne on liiga kerge, siis õpilane valib rutiinse ülesande lahendamise, aga kui on liiga raske ülesanne, siis õpilased ei oska ära kasutada metakognitiivseid oskuseid ja sellest vajalikku abi saada. Viimasel juhul toimub kognitiivne ülekoormus ja tagajärjeks on metakognitsiooni mitte kasutamine (Veenman & Elshout, 1999).

Uuringute põhjal kasutavad õppijad metakognitiivset strateegiat siis, kui nad on motiveeritud. Neil peavad olema oskus ja tahe, et olla isejuhtivad õppijad (McCombs, 1991). Dignath et al., (Dignath et al., 2008) toob välja, et kõige suuremat mõju avaldavad need sekkumised, mis sisaldavad mõlemat metakognitsiooni: nii strateegia kasutamist kui ka teadmist selle strateegia sisu kohta – mis see on ja mis kasu on selle kasutamisel.

Metakognitiivsed strateegiad jaotatakse enamasti kolmeks: õppetegevuse planeerimise strateegiad, õpitegevusele keskendumise strateegiad ja õpitegevuse hindamise strateegiad (Saks ja Leiljan, 2015). Planeerimise strateegiad on näiteks ajaplaneerimine, eesmärgi püstitamine, eelteadmiste aktiveerimine ja õppimise planeerimine. Õpitegevusele keskendumise strateegiad on näiteks oma ja teiste mõtete sõnastamine, küsimuste esitamine ja oma tegevuse jälgimine ning hindamine. Hindamise strateegiad on näiteks kokkuvõtte tegemine, strateegiate kasulikkuse hindamine ja õppetegevuse reflekteerimine (Saks ja Leijen, 2015; Säälük, 2016; Du Toit ja Kotze, 2009). Seega oleks vaja õppematerjali koostamisel sellega arvestada.

1.4 Kognitsioon ja kognitiivsed strateegiad

1.4.1 Kognitsioon ehk tunnetus

Kognitsioon ehk tunnetus on Ameerika Psühholoogide Assotsiatsiooni sõnaraamatu järgi (s.a.) igasugune teadmise- ja teadvustamisvorm nagu tajumine, seostamine, mäletamine, arutlemine, hindamine, kujutlemine ja probleemide lahendamine. See on üks kolmest traditsioonilisest aju komponendist. Teised kaks on afekt ja konatsioon. (*APA Dictionary of Psychology*, s.a.)

Kognitsioon on igal inimesel erinev ja muutub vanusega. Kolmandaks kooliastmeks on suurenenud õpilastevahelised erinevused tunnetuse ja teadmiste osas, seega ka uue info vastuvõtmises ja interpreteerimises. Keerukamate probleemide lahendamisel on vaja infot paindlikult töödelda ning oma tegevuse edukust kontrollida. Kolmandas kooliastmes paljud lapsed seda veel ei suuda, mistõttu peaks neid aitama ja nende oskuste arendamisele tähelepanu pöörama. (Kikas, 2010)

Krull (2000) toob välja, et olulise panuse tunnetusprotsesside kirjeldamisel andis Piaget', kelle põhiseisukohti tuleks arvestada. Esiteks toimub lapse areng tema sisemise aktiivsuse mõjul mõõduka väljakutsega arengukeskkonnas. Teiseks kujuneb teadvus järk-järguliselt, esimesena kujunevad motoorsed oskused, hiljem toimub vaimsete skeemide konstrueerimine. Kolmandaks peab õpetaja õppekeskkonna ja õppeolukordade loomisel arvestama konkreetse õpilase arenguvõimaluste ja vanusega.

Saksa ja Leijeni (2015) järgi kuuluvad kognitiivsete strateegiate hulka kõik sellised õpitegevused, mille käigus õppija hangib uusi teadmisi ja oskusi, säilitab ning taaskasutab neid. See tähendab, et õpilane hangib, töötleb ja organiseerib informatsiooni, toimub materjali kordamine, varem õpitu seostamine uue materjaliga, informatsiooni talletamine ning taaskasutamine (Kleinsasser & McEachie, 1994).

Harskamp (2007) toob välja erinevate uurimuste ja teadlaste järelduste põhjal, et kognitsioonil on piiratud töövõime ning kui informatsiooni on liiga palju ja seda ei osata töödelda, siis see mõjub õppimisele halvasti (Harskamp et al., 2007). Õppijatel on erinevad kanalid materjali jaoks: audio-verbaalne ja visuaal-piltlik. Õpilased suudavad igal ajahetkel ja igas kanalis töödelda ainult piiratud kogust materjali. See teooria läheb kokku Vögotski lähima arengu tsooni ehk potentsiaalse arengu valdkonna teooriaga (Krull, 2000). Õpilane õpib kõige paremini, kui materjal ja info on ees õpilase tegelikust arengutasemest, aga mitte liiga palju ees.

1.4.2 Kognitiivsed strateegiad

Kognitiivseid strateegiaid on protseduurid, mis aitavad õpilastel lahendada ülesandeid ja eriti oluliseks muutuvad need siis, kui peab lahendama keerulisi kõrgema mõtlemise taseme ülesandeid (Rosenshine et al., 1996). Garner (1990) järgi on osad õpilased võimelised rakendama üldiseid kognitiivseid strateegiaid hästi struktureeritud kui ka halvasti struktureeritud valdkondades. Aga enamik õpilasi vajavad harjutamist, et muuta enda üldised kognitiivsed strateegiad rakendatavaks uues valdkonnas (Garner, 1990).

Kleinsasser ja McKeachie (1994) järgi on kognitiivsed strateegiad sellised tegevused õppimise juures, mille käigus õpilane hangib, talletab ja taaskasutab oma oskuseid ja teadmisi (Kleinsasser & McKeachie, 1994). Need tegevused on informatsiooni hankimine, selekteerimine, organiseerimine, uue sidumine varem õpituga, õpitud materjali kordamine, informatsiooni säilitamine ja taaskasutamine. Kognitiivsete strateegiate puhul tuleb arvestada kognitsiooni piiratud töövõimega (Harskamp et al., 2007).

1.4.3 Metakognitsiooni ja kognitsioon erinevus

Metakognitsioon on definitsiooni järgi tunnetuse tunnetus (Papleontiou-Louca, 2003). Seega on arusaadav, et need kaks mõistet on tihedalt seotud ja väga tihti kasutataksegi neid koos. Samuti juhtub see, et neid aetakse omavahel segi. Hartman (Hartman, 2001) selgitab, et metakognitsiooni ja kognitsiooni erinevus on see, et kognitiivsed oskused on ainult valdkonna põhised, metakognitiivsed oskused aga laiaulatuslikumad ja hõlmavad mitut valdkonda. See tähendab, et kognitiivsed oskused on vajalikud ja enamasti piiratud valdkonna siseseks kasutamiseks, aga metakognitiivsed oskused aitavad sõltumata valdkonnast planeerida, monitoorida, juhtida ja reflekteerida enda õppimist (Erskine, 2009). Metakognitiivsed protsessid aitavad kontrollida, jälgida ja juhtida õppimise ja tunnetustegevusi üldiselt ja metakognitsioon võimaldab reflekteerida iseenda osa õppimisprotsessis ja juhtida õppimisega seotud strateegilisi tegevusi (Dignath et al., 2008).

1.5 Afektiivsed strateegiad

Selles peatükis vaadeldakse, milliste strateegiatega ja kuidas õpilased saavad paremini negatiivseid emotsioone juhtida ja läbi selle motivatsiooni parandada. Afektiivsed strateegiad on strateegiad, mis mõjutavad õpilase motivatsiooni, suhtumist ja tundeid (Saks, 2015).

Need sekkumised, mis kasutavad lisaks kognitiivsele ja metakognitiivsetele sekkumistele ka afektiivset sekkumist, on edukamad (Krull, 2000).

Dignath jt (2008) uurimus toob välja, et motivatsiooni sekkumised on tõhusad. Selles uurimuses on motivatsiooni strateegiad jaotatud kolmeks. Need on tegevuse kontrolli (ingl. k *action control*), põhjuse omistamine (ingl. k *causal attribution*) ja tagasiside küsimise (ingl. k *feedback*) strateegia. Tegevuse kontroll on see, kui õpilane keskendub mingile kindlale kognitiivsele tegevusele, mis aitab tähelepanu ära viia sisemiselt või väliselt segajalt. Põhjuse omistamine on õpilase suhtumine ja mõistmine, mis on edu või ebaedu põhjus. Edukas õpilane keskendub rohkem sisemistele põhjustele kui välistele, et saavutada edu. Tagasiside küsimine on see, kui õpilane küsib või otsib oma õppimisele tagasisidet, et mõista, mida saab paremini teha. Dignath jt (2008) uurimus paljastab veel, et kõige paremini mõjub õppimisele kõigi kolme strateegia kooskasutamine. Eraldi vaadatuna olid kõige motiveerivamad need sekkumisprogrammid, mis kasutasid õppijale tagasiside andmise strateegiaid selle kohta, kuidas nad õppimisstrateegiaid kasutasid. Lisaks mõjus õppimisele positiivselt õpilaste juhendamine, kuidas tegevuskontrolli strateegiat kasutada. Tõhus tegevuskontrolli kasutamine aitab õpilasel ülesannet jätkata hoolimata sellest, et on sisemised kui ka välised segajad (Kuhl, 1984). Dignath jt (2008) arutlevad, kuidas need tõhusad strateegiad sarnanevad väga metakognitiivse refleksiooniga, mille kasu on näidatud mitmete uuringutega, ja küllap sellepärast on need strateegiad on tõhusad.

1.6 Õpistrateegiad ja nende mõju matemaatika õppimisele

Selles peatükis tuuakse välja erinevate uuringute tulemused õpistrateegiate kohta, mis toetavad õppimist. Kõigepealt tasub avaldada, et kõige tõhusamad on need sekkumised, mis kasutavad kõiki kolme strateegiat korraga (Dignath et al., 2008). Dignath jt (2008) uurimus tõi välja, et kui kolme strateegiat eraldi vaadata, siis kõige madalama tõhususega on kognitiivne strateegia, kui seda rakendada teistest eraldiseisvalt. Mitme strateegia puhul on keeruline määratleda, kas tegemist on otseselt kognitiivse, metakognitiivse või afektiivse strateegiaga, sest hea strateegia mõjutab kognitsiooni, kõrgema taseme mõtlemist, aga ka afektiivseid reaktsioone. Sellest lähtuvalt on nimetatud kõiki strateegiaid lihtsalt õpistrateegiateks.

- **Eesmärkide püstitamine** – on piisavalt tõendeid, et õppeedukus suureneb, kui õpilane seab eesmärgid, mis on väga täpsed ja konkreetsed (Zimmerman, 2002). Õpilane peaks tunni alguses teada saama, mis on tunni eesmärk ja mis peab olema tunni lõpuks saavutatud. See teadmine motiveerib õppijat (Brophy, 2014). Õpilased peaksid endale püstitama omandamisele suunatud eesmärgid, mitte soorituseesmärgid,

sest sooritus eesmärkidega tahetakse näidata oma võimeid, ja kui ebaõnnestutakse, siis võetakse kasutusele abitu käitumine. Omandamisele suunatud eesmärgid aitavad keskenduda enda õppimise parandamisel mitte enda teistega võrdlemisele (Brophy, 2014). Igal tunnil peaks õpetaja planeerima klassi ainealased eesmärgid, aga samas peaksid igal õpilasel olema ka enda isiklikud omandamisele suunatud eesmärgid.

- **Õpitav on seotud eluga** – Chavez ja Lapinid uurimus leidis, et isegi motiveeritud õpilaste motivatsiooni suurendab õpitava materjali sidumine päriseluga (Chavez & Lapinid, 2019). Päriselulised näited suurendavad õpilaste õpimotivatsiooni ja huvi matemaatika vastu (Díez-Palomar et al., 2006). Matemaatikat saab muuta huvitavamaks kui siduda päriseluga (Kikas, 2010). Kokkuvõtteks peaks õppematerjal sisaldama päriselulisi ülesandeid, näiteid ja lugusid, et suurendada huvi ja paremini õpitut meelde jätta.
- **Isiklikud sündmused** – inimestele jäävad hästi meelde isiklikud lood ja sündmused, mida mäletatakse väga detailselt isegi mitmete aastate pärast (Diamond et al., 2019). Seda inimese omadust saab õppimisel ära kasutada. Isikliku sündmuse või emotsiooni kasutamine meeldejätmiseks on kasulik strateegia (Kikas, 2010).
- **Osaliselt täidetud märkmed** – Cardetti jt (2010) uuring üliõpilastega tõi välja, et osalised märkmed on matemaatika õppimisel õppimist soodustavad. Märkmed on eriti efektiivsed, kui õpilasel on kirjutamisega või keelelised raskused, halb käekiri, keskendumishäired või klassi tempo on liiga kiire. Õpilased eelistavad õppematerjali, mis on osaliselt täidetud võrreldes materjaliga, mis on täielik või üldse puudub (Haydon et al., 2011; Ruiz et al., 2021). Paremate tulemuste saamiseks tuleks tühjade sõnade osakaalu tekstis õppeaasta jooksul suurendada (Chen et al., 2017). Osaliste täidetud märkmetega saab parandada ka märkmete tegemise oskust ja kvaliteeti (Chen et al., 2017). Kuna kognitsioon on piiratud mahuga, siis lünktekst aitab töökoormust vähendada (Chen et al., 2017).
- **Igavuse ja ärevusega võitlemise strateegiad** – Nett jt (2010) uurisid, kuidas õpilased tulevad toime igavusega klassis. Uurimuse tulemusena jaotas ta õpilased kolme rühma: ümberhindajad, kritiseerijad ja eemaldujad. Üldiselt kasutasid kõik rühmad mingil määral kõiki toimetulemise strateegiaid, aga igal rühmal oli oma põhiline toimetuleku viis. Ümberhindajad olid kõige edukamad õppimises ja kõige rohkem motiveeritud. Nemad kasutasid kognitiivseid ja metakognitiivseid strateegiaid – nad teavad, miks see aine ja teema on olulised. Eemaldujad olid kõige vähem edukad ja kasutasid peamiselt kognitiivseid ja vältimise strateegiaid – on tunnis vaikselt, aga ei

tee kaasa. Kritiseerijad kasutasid peamiselt käitumisega seotud strateegiaid – enamasti annavad teada, et neil on igav. Selle uuringu kasu on teadmises, et igavuse vähendamiseks peab õpitav materjal muutuma õpilastele huvitavaks ja oluliseks ning seda saavad ennastjuhtivad õpilased ka ise teha. Kriitikutele ja eemaldujatele tuleb õpetada afektiivseid ja metakognitiivseid strateegiaid, mis aitavad enesejuhtimise arengule kaasa. Kindlasti tuleb jälgida, et õpilased ei muutuks eemaldujateks, sest nende hilisem motiveerimine võib olla keeruline ja eemaldujate õpitulemused on üldiselt olnud ka kõige halvemad. Õpilased, kes kontrollivad enda emotsioone paremini, on õppimises enamasti edukamad. Ärevus on kindlasti palju multidimensionaalsem ja põhjused on sügavamad ning keerulisemad lahendada, aga kognitiivsete, metakognitiivsete ja afektiivsete strateegiate kasutamine aitab ärevust vähendada (Nett et al., 2010).

- **Joonistamine ja jooniste tegemine** – Meade jt (2018) näitasid oma uurimusega, et piltide joonistamine aitab parandada üksikute sõnade kui ka õpiku definitsioonide õppimist. Nad isegi näitasid, et piltide joonistamine on parem kui mitmed teised mnemotehnikad. Oluline on seejuures, et need pildid ei oleks lihtsalt kritseldused. Rinne jt (2011) toovad oma uurimuses välja, et kunsti kasutamine võib parandada pikaajalist info mällu talletamist ja see töötab kõikides õppeainetes. Välja tasub veel tuua uuringu (Haber & Myers, 1982), milles kasutati piltide asemel sõnu, mis olid selle sama sõna tähenduse kujuga. Seegi uurimus leidis, et nimetatud meetod aitab sõnade õppimist parandada. Seega õppematerjal peaks sisaldama joonistamist või jooniste tegemist või täiendamist, sest see aitab nii paremini meelde jätta kui ka paremini teemast aru saada.
- **Küsimuste küsimine** – õpilastele küsimuste küsimise õpistrateegiate õpetamine on saanud olulisel määral teadlaste tähelepanu (Anthony, 1987; Davey & McBride, 1986; Rosenshine, 1995; King, 1991). Küsimusi tuleb küsida endalt, kaasõpilastelt ja õpetajalt. Empiirilised tõendid näitavad, et tehnilise informatsiooni õppimiseks on õigete ja heade küsimuste küsimine positiivse mõjuga (Allison et al., 1986; Graesser & Person, 1994). Ciardiello (1998) toob välja, et Rigby väitis 1978. aastal, et õppija võime erinevaid küsimusi küsida on üks kõige suurema potentsiaaliga õpistrateegiaid, sest küsimused sunnivad õppijaid otsima vastuseid küsimustele, mille on nad ise esitanud ja millele nad tahavad vastust. Õppijad peaksid endalt küsima küsimusi enne õppimist, õppimise ajal ja pärast õppimist – lugemisülesande ajal tegema regulaarselt pause ja mõtlema, kas nad saavad loetust aru ja kas ideid on võimalik siduda varem

õpitud teadmistega (du Toit & Kotze, 2009). Enda küsitlemise abil saavad õpilased teadlikumaks enda mõtlemisprotsessidest (Thamraksa, 2005). Küsimuste küsimise strateegia kasutamine on eriti oluline nii koolis kui ülikoolis ning miks mitte ka muul ajal.

- **Kordamine ja ajastatud kordamine** – kordamine on oluline strateegia õppimise juures. Uue teema õppimisel ei ole tuim kordamine kõige efektiivsem, aga kui teema on selge, siis tuleb seda selgeks õpitud teemat mingi kindla aja tagant korrata. Need vahed muutuvad pärast iga kordamist pikemaks. Seda saab kasutada üksikute mõistete ja keerulisemate kontseptsioonide õppimiseks. Sellist ajastatud kordamist (ingl. k *spaced repetition*) peetakse üheks parimaks strateegiaks info pikaajalisse mällu talletamiseks. Ajastatud kordamise uuring näitas, et eksperimentaalgrupp sooritas järeltesti tunduvalt paremini kui kontrollgrupp (Ceremonia & Casem, 2017). Seega peab heas õppematerjalis olema varasemate teemade kordamist. Kordamisülesanded peaksid olema ajastatud kordamise reeglite järgi koostatud, st värskelt selgeks õpitud teemat peab alguses tihedamini kordama.
- **Kokkuvõtte tegemine** – järgmise strateegia, mida ka palju kasutatakse, on oma sõnadega kokkuvõtte tegemine. Oma sõnadega kokkuvõtte tegemine mõjub positiivselt õpilase motivatsioonile ja parandab õpilase kõneoskust (Kikas, 2010). Õpetaja peab julgustama õpilasi oma sõnadega rääkima ja kokkuvõtteid tegema, mis arendab kõneoskust, sest palju olulisem on oma sõnadega kokkuvõtte tegemine kui õige vastus (Lerkanen, 2007). Samuti aitab oma sõnadega kokkuvõtte tegemine teemast paremini aru saada (Brophy, 2014). Kikas (2010) toob välja, et uute teadmiste ümberorganiseerimine, kokkusurumine ja üldistamine on eriti kasulikud meeldejätmise viisid keeruka materjali õppimisel. Dunlosky ja Rawson (2013) lisavad, et kokkuvõtte tegemine on hea õppimisstrateegia, mis aga tihti ei ole efektiivne, sest õpilased ei oska kokkuvõtet teha, sest tihti loetakse teksti pealiskaudselt. Kokkuvõtte tegemist tuleks aga teha ja pidev harjutamine kindlasti parandab ka kokkuvõtte efektiivsust õppimisel (Dunlosky et al., 2013).
- **Sidumine varem õpituga** – uue materjali õppimisel on oluline ja kasulik ära kasutada varasemad teadmised, mida tuleks enne uue teema õppimist meelde tuletada ning siduda uute teadmistega (Leiljan ja Saks, 2015). Konstruktivistlik õpikäsitlus põhineb suurel määral sellel, et uus teadmine ehitatakse varem õpitud teadmistele ja kogemustele (Fox, 2001). Kindlasti peaks uue teema õppimisel kõigepealt meelde tuletama varem õpitud teemasid, mida saab siduda uue teemaga. Põhikooli riiklikus

õppekavas (2011) on õpipädevuse kirjeldamisel samuti rõhutatud, et omandatud teadmisi tuleb seostada varem õpituga. Uue teema sidumine varem õpituga on väga efektiivne õpistrateegia, mis aitab nii uut teemat paremini meelde jätta kui ka paremini teemast aru saada (Donker et al., 2014). Seega, õppematerjali iga uue teema alguses peaksid olema toodud ülesanded, mis tuletavad meelde uue materjaliga seotud varem õpitud teemasid.

- **Mõttekaardid ja mõistekaardid** – mõttekaartide uuringud on vastandlikud: mitmed uuringud leiavad, et mõttekaartide lisamine õppimisse ei paranda alati tulemusi (Shete et al., 2017) aga suuremad metaanalüüsid on siiski leidnud, et mõttekaardid on kasulikud ja teadlased järeldavad, et õpetajad peaksid neid kindlasti kasutama (Shi et al., 2022). Isegi need uuringud, mis ei leidnud kasutoovaid tulemusi, tõid välja, et õpilastele meeldis see õpistrateegia ja õpilaste õpimotivatsioon paranes (Alsuraihi, 2022). Tuuakse välja ka seda, et paremad mõttekaardid on need, mis kasutavad värve, sümboleid, on visuaalsed ja ei sisalda liiga palju teksti (Arulselvi, 2017). Mõttekaartide tegemist tuleks õpetada järjepidevalt ja vilumus tekib 3-6 kuuga (Liu et al., 2014). Õppematerjali koostamisel tuleks kindlasti ära kasutada mõttekaarte ning mõista mõistekaartide kasulikkust.

1.7 Õpistrateegiad 8. klassi matemaatika õpikutes ja töövihikutes

Selles peatükis on toodud kolme suurema kirjastuse 8. klassi matemaatika õpikute ülevaade ja analüüs ning töövihikutes olevad õpistrateegiad. Tegemist on kolme kõige enam kasutusel oleva matemaatika õpikute ja töövihikute kirjastajaga: Avita, Koolibri ja Maurus (SA Innove, 2016). Avital ja Koolibril on 8. klassi õpikud ja töövihikud, aga Mauruse kirjastusel ainult töövihik, õpik puudub. Kodulehe järgi tuleb õpik välja 2022. aasta sügisel. Kirjastus Maurus töövihik sobib kasutamiseks koos käibelolevate matemaatikaõpikutega. Töö autor jaotab õpikutes ja töövihikutes olevad strateegiad järgmisse nelja rühma: planeerimise strateegiad, õppetegevusele keskendumise strateegiad, hindamise strateegiad ja afektiivsed strateegiad.

Üldiselt võib tõdeda, et kõikide kirjastuste õpikute ja töövihikute ülesehitus ja strateegiate kasutamine on väga sarnane. Strateegiad on peidetud enamasti ülesannete sisse ega ole eraldi lahti seletatud, millega on täpsemalt tegemist ja miks just seda strateegiat kasutatakse ning mis on selle strateegia kasutamisest tulenev kasu õpitava omandamisel. Õpilased, kes on teadlikud õpistrateegiatest ja teavad, millal ühte või teist kasutada, ning teavad nende kasulikkusest, on õppimises edukamad (Scharaw ja Moshman, 1995). Wei (Wei

et al., 2021) leidis, et strateegia kasutamise ja selle kasulikkusest teadmise vahel on positiivne seos. Lisaks peaks õppematerjalis olevaid strateegiaid kasutama ja õpetama süsteemsemalt, et kasvaks teadlikkus ja nende kasutamine muutuks õpilaste jaoks tavaliseks (Sievert, 2020).

Kirjastus Koolibri õpikus on järgmised planeerimisstrateegiad: uue teemaga seotud varem õpitud teema kordamine ja peatüki alguses välja toodud õpieesmärgid. Õpieesmärgid on toodud ainult suure teema alguses. Õpitegevusele keskenduvad strateegiad on järgmised: oma sõnadega teooria selgitamine ja teooria osa kohta küsimustele vastamine. Hindamise strateegiad on Kirjastus Koolibri õpikus järgmised: ülesannete vastused õpiku lõpus ja iga peatüki lõpus enesekontrolliülesanded. Afektiivsete strateegiana on olemas näiteks IKT kasutamine. Eraldi võiks tuua Kirjastus Koolibri õpikust välja selle, et seal on eraldi toodud kordamisülesanded, mida pole küll õpiku sisukorda märgitud. Avita õpikust ei leidnud autor planeerimisstrateegiaid. Õpitegevusele keskenduvaid strateegiaid oli ka vähe, nt leida autori tekstist viga ja põhjendada seda. Ülesanded, kus peab oma vastust põhjendama, puuduvad. Hindamise strateegiad on järgmised: õpiku lõpus on ära toodud ülesannete vastused ja peatüki lõpus uue teema kordamisülesanded. Afektiivsed strateegiad: ITK kasutamine, rühmatööd, elulised näited ja ülesanded. Üldiselt on kõik õpikud väga sarnased, kuid siiski on mõned erinevused. Kirjastus Koolibri õpiku kasuks räägib metakognitiivsete strateegiate laiem kasutamine ning Kirjastus Avita õpiku plussiks on rühmatööde ülesannete väljapakumine.

Koolibri töövihikus puuduvad planeerimisele ja õpitegevusele keskenduvad strateegiad. Hindamise strateegiatest on osadel ülesannetel vastused, et õppija saaks ise kontrollida, kas on õigesti lahendanud ning seeläbi oma vigadest õppida. Afektiivsed strateegiad on osaliselt täidetud ülesanded ja märkmed. Üldiselt on tegemist ülesannete lahendamise ja harjutamise vihikuga, st saab lahendada n-ö tavaülesandeid, aga mitte ülesannete lahendamise vihikusse vaid töövihikusse. Kirjastus Avita töövihikus on aga rohkem strateegiaid kasutatud. Planeerimise strateegiatest on teema esimene ülesanne seotud teooriaga. Õpitegevusele keskendumise strateegiad on järgmised: mõistekaart, Venni diagramm, vigade leidmine ja parandamine. Hindamise strateegiatest on kasutatud järgmisi: ülesannete vastuste kontrollimine ja teema lõpus kordamisülesanded. Afektiivsete strateegiate valik on rikkalikum: rühmatööd, elulised ülesanded, lahendussõnade kasutamine, osaliselt täidetud ülesanded ja märkmed, lünktekst, doomino ja paaride leidmine. Kirjastus Avita töövihiku puhul tasub välja tuua, et iga teema alguses on teooria osa ja n-ö tavalistele ülesannetele lisaks on palju huvile ja motivatsioonile suunatud teistsuguseid ülesandeid: doomino, leia või ühenda paarid, vigade leidmine ja parandamine ning rühmatööd. Kirjastus Mauruse töövihik sarnaneb paljuski Koolibri töövihikule ning ainuke erinevus on, et iga

teema alguses on veidi teooriat ja sellega seotud ülesanne, mille võib paigutada planeerimise strateegia alla. Töövihikutest kindlasti kõige rohkem erinevaid strateegiaid kasutatakse Avita töövihikus, aga ikkagi puuduvad strateegiate selgesõnalised juhised ja järjepidev kasutamine.

Kokkuvõtvalt võib õpikute ja töövihikute kohta öelda, et erinevaid kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid kasutatakse vähe ja kõige suurem puudus on õpistrateegiatest, mille kaudu selgitada ja õpetada neid strateegiaid kasutama süsteemselt. Senikasutatavatel õpistrateegiatel puuduvad veel aga selgesõnalised juhised.

1.8 Õppematerjalide koostamise põhimõtted

Õppematerjalide koostamisel võetakse aluseks erinevaid mudeleid ning juhendeid. Järgnevalt on kirjeldatud enimkasutatavat ADDIE õppematerjali koostamise mudelit ning LORI õppematerjalide hindamise mudelit.

1.8.1 ADDIE õppematerjalide koostamise mudel

Uue õppematerjali loomiseks on mitmeid mudeleid/juhendeid, millest suur osa põhineb ADDIE mudelil. ADDIE mudel koosneb viiest etapist: analüüs (*Analysis*), disain (*Design*), arendamine (*Development*), kasutamine (*Implementation*) ja hindamine (*Evaluation*) (Kruse, 2002).

Esimeses, analüüsi etapis tehakse selgeks materjali sihtgrupiks olevate õppijate algteadmised ning õpieesmärgid (Kruse, 2002). Selle etapi olulisus seisneb selles, et ta on järgmiste etappide aluseks, seega nõuab materjali koostajalt erilist pühendumist. Teine etapp kuulub disainile, mille käigus esitatakse õpiväljundid, hindamisjuhend ning materjali testimise plaan (Kruse, 2002). Öeldakse ka, et vajadusel esitatakse just siin õppematerjali maksumus (Branch, 2009). Kolmandas, arendamise etapis koostatakse õppematerjal (Kruse, 2002). See on etapp, millele tuleb kogu tegevuse planeerimisel jätta kõige suurem ajaline maht. Siia soovitatakse kaasata ka lisatööjõudu, et tagada erinevate ekspertoskuste olemasolu ja seeläbi ka materjali mitmekesisus ning kõrgem kvaliteet (Villems et al., 2012). Selles etapis tuleks mõelda lisaks materjali koostamisele ka nii õpetajale kui õpilasele mõeldud tööjuhendile õppematerjali kasutamise lihtsustamiseks (Branch, 2009). Järgmises etapis katsetavad õpetaja ja õpilased loodud õppematerjali ning lisaks annavad tagasisidet materjalile eksperdid (Villems et al., 2012). Viiendas etapis saab materjal hinnangu kvaliteedile (Kruse, 2002). Et hinnangute andmine on kasutamisega ilmselgelt tihedalt seotud,

on nende etappide vaheline piir õrn. Saadud tagasiside põhjal tehtavad parandused ja täiendused jäävad samuti selle etapi osaks (Villems et al., 2012).

Käesoleva töö autor on magistritöö käigus koostatava õppematerjali loomisel võtnud aluseks just ADDIE mudeli. See tähendab, et planeeritavalt on etapid, mille alusel tegutseda, järgmised: analüüs, disain, arendamine, kasutamine, hindamine. Lisaks eelnimetatule on loomisel oleva õppematerjali puhul oluline jälgida, et see vastaks hetkel kehtivale riiklikule õppekavale, st võimaldaks saavutada oodatavaid õpiväljundeid ega läheks vastuollu autorikaitseadusega (Masis & Otsheleng, 2005).

1.8.2 LORI õppematerjalide hindamise mudel

Loodud õppematerjali kvaliteedi hindamiseks kasutatakse LORI (*Learning Object Review Instrument*) hindamismudelit. See on tuntuim õppematerjalide kvaliteedi hindamise mudel ning sobib nii digitaalsetele kui mittedigitaalsetele õppematerjalidele hinnangu andmiseks (Aluoja et al., 2015; Leacock & Nesbit, 2007). Nimetatud mudel on loodud õppematerjalide erinevatele aspektidele hinnangu või tagasiside andmiseks, seejuures hindajatelt minimaalset ajakulu nõudes. LORI mudeli abil hinnatakse 5-punktilisel skaalal üheksat nüanssi, mis kvaliteetse õppematerjali juures olulised on. Need on esitatud alljärgnevalt.

Sisu kvaliteet (*Content Quality*) – sisu esitab tasakaalustatult tõeseid fakte materjali sihtrühma arvestavalt.

Kooskõla õpieesmärkidega (*Learning Goal Alignment*) – õppematerjal vastab eesmärkidele ning õpiväljunditele, need omakorda sihtgrupile.

Tagasiside ja kohandamine (*Feedback and Adaptation*) – materjali on võimalik õppijast ja õppimise mudelist lähtuvalt kohandada, õppijal on võimalik õppida iseseisvalt ning saada tagasisidet.

Motiveerimine (*Motivation*) – materjali koostamisel on kasutatud sihtgruppi arvestavalt erinevate motiveerimise viisidega, mis on õpieesmärkide saavutamise teenistuses.

Esitluse kujundus (*Presentation Design*) – materjalide kujundus tõhustab õppimist omades selgelt esitatud jooniseid, graafikuid, tabelleid vms ning on visuaalselt õppijat köitev.

Kasutajasõbralikkus (*Interaction Usability*) – materjali on lihtne kasutada liigendatuse ning navigeerimismugavuse tõttu. Kujundus on läbivalt ühes stiilis, vastab õppija eale ning erivajadustele.

Kättesaadavus (*Accessibility*) – materjal on avalikult ja erinevatel seadmetel kasutatav ning arvestab ka erivajadustega õppijatega.

Taaskasutatavus (*Reusability*) – materjali on võimalik kasutada erinevates õpiolukordades ning erineva taustaga õppijate puhul.

Standarditele vastavus (Standards Compliance) – materjali koostamisel on arvestatud autoriõigustega ning teiste autorite materjalidele korrektselt viidatud; on rahvusvahelistele standarditele ja spetsifikatsioonidele vastav (Aluoja et al., 2015; Leacock & Nesbit, 2007).

1.9 Töö eesmärk ja uurimisküsimused

Ülikooli matemaatika- ja informaatikaõpetaja magistriprogrammi didaktika loengutes käsitletakse palju ennastjuhtivat õppijat, kes kasutab õppimisel kognitiivseid, meta-kognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid. Kui aga sirvida koolis kasutatavaid matemaatika õppematerjale, siis neis praktiliselt ei leidu või leiab väga vähe viiteid nende kolme strateegia kasutamise kohta.

Teoreetiline osa olemasolevates õppematerjalides on hästi kaetud. Pakutakse välja palju n-ö tavapäraseid harjutusülesandeid mõningate huvitavate küsimuste kõrval, aga sellega, kuidas paremini õppida, on antud töö autori hinnangul liiga vähesel määral seni tegeletud.

Metakognitsiooni ja kognitiivsete strateegiate kasutamine on näidanud positiivset mõju nii motivatsioonile kui ka õpitulemustele (Bosson et al., 2010; Cardelle-Elawar, 1995; Krull, 2000; Reeve & Brown, 1985). Ka PISA-testide analüüsides rõhutatakse nende vajalikust (OECD, 2005). Autorile teadaolevalt on Eestis kasutatavates õppematerjalides neid strateegiaid ja meetodeid vähe nähtavalt arvesse võetud. Nende õpetamine tuleks põimida ainetunni sisse, millega kogenumad ja edukamad õpetajad saavad paremini hakkama. Õpikute uuring näitas, et hea ja halva õpiku mõju on väga suur hoolimata õpetaja meisterlikusest (van den Ham and Heinze 2018).

Käesoleva magistritöö eesmärk on luua kaasaegsed eestikeelsed õppematerjalid, mis sisaldaks elemente kognitiivsetest, metakognitiivsetest ja afektiivsetest strateegiatest ning koguda tagasisidet loodud õppematerjalile.

Kõigepealt tuleb välja selgitada, millised erinevad ülesanded on näidanud positiivset mõju õppimisel ja mis üldiselt olemasolevates õppematerjalides puuduvad. Seejärel teha selgeks Eesti kirjastuste poolt välja antud olemasolevate materjalide seis antud küsimuses. Sellest lähtuvalt on antud töö esimene ja teine uurimisküsimus alljärgnevad:

1. Millised mõtlemis- ja harjutamisülesanded aitavad õppimist teha efektiivsemaks?
2. Milliseid õpistrateegiaid kasutatakse tänapäeva eestikeelsetes õppematerjalides?

Selgitamaks välja, kas töö käigus koostatud materjal sobib matemaatika õpetamiseks, püstitati kolmas ja neljas uurimisküsimus:

3. Milline on õpetajate tagasiside koostatud materjalide ülesehitusele ja ülesannetele?

4. Millised on õpetajate ettepanekud õppematerjali arendamiseks?

Õppematerjali koostamisel toetuti ADDIE mudelile, mille järgi tuleb küsida hinnangut koostatud materjalile. Hinnangu eesmärk on saada tagasisidet materjali parendamiseks. Tagasiside saamiseks kasutati LORI hindamismudelit. Tagasiside eesmärk on saada soovitusi materjali parandamiseks ja täiendamiseks.

2. METOODIKA

Et uurimise eesmärgiks on õppematerjali koostamine, parandamine, ideede kogumine ja õppematerjalile tagasiside saamine, siis sellest lähtuvalt valiti uurimismeetodiks kvalitatiivne uurimisviis. Tegemist on tegevusuuringuga.

Kvantitatiivne uurimisviis on uurimismeetod, millega saab objektiivseid empiirilisi andmeid täpselt piiritletud objektide kohta, nt süstemaatiline vaatlus, testimine, ankeetimine, ning tulemusi analüüsitakse statistiliselt (*Haridussõnastik*, s.a.). Kvalitatiivset ja kvantitatiivset uurimismeetodit ei saa väga rangelt eristada, kuigi need tähistavad erinevaid lähenemisviise. Uurimistöö võib olla ka osaliselt kvantitatiivne ja osaliselt kvalitatiivne. Kvalitatiivse uurimistöö termin on piisavalt lai, et kasutada erinevaid uurijate välja töötatud uurimismeetodeid ja uurimisviise, mis on mõeldud mittemateriaalsete probleemide uurimiseks. Sellepärast on kvalitatiivset uurimist keeruline defineerida. Kvalitatiivne uuring on enamasti kvantitatiivse uuringu aluseks. Käesoleva uuringu puhul on valitud kvantitatiivne uuring, sest valim on väike, luuakse õppematerjal, kogutakse sõnalist tagasisidet ning tulemuseks on uued hüpoteesid kvalitatiivsetele uuringutele (Õunapuu, 2014).

Tegevusuuring on Haridussõnastiku (2014) järgi: *õpetaja professionaalse kogemuse eesmärgistatud, süstemaatiline ja koostööpõhine uurimine, mille eesmärk on praktilises õpetamis- ja kasvatustöös midagi muuta*. Tegevusuuring võib tugineda nii kvalitatiivsetele kui ka kvantitatiivsetele andmetele. Tegevusuuring on enamasti kvalitatiivne uurimismeetod ja teaduslik uuring, mille eesmärgiks on uuendada, parandada õpiobjekti või -tegevust. Uuritakse sotsiaalseid olukord ja kehtivad samad üldpõhimõtted nagu kõikidel teistel teadusuuringutel – distsiplineeritus ja süsteemsus. Suurim erinevus testest uurimisviisidest on

selle kohene praktiline rakendatavus. Uurimisviis sobib hästi praktikutele ehk õpetajatele. Kemberi (2000) järgi on tegevusuuring õppetöö reflekteerimine (Kember, 2000). Tegevusuuring on tsükliline, koosneb neljast etapist: planeerimine, tegutsemine, vaatlemine ja analüüsimine. Tsükliline uuring tähendab, et tsüklit võib uuesti alustada või alustada täiesti uue uuringuga (Löfström, 2011). Antud töö esimeses etapis toimus uuringu alustamine ja kirjanduse läbivaatamine ning valitseva olukorra kaardistamine (Löfström, 2011). Teise etapi raames koostati üks- ja hulkliikmete teema käsitlemisele kaasa aitav õppematerjal (vt Lisa 1). Õppematerjal lähtub õpioskuste arendamisest. Kolmandas etapis küsiti eksperthinnang matemaatikaõpetajatelt. Õpetajatel paluti anda tagasisidet vastavalt modifitseeritud tagasiside vormile (vt Lisa 2). Õpetajate hinnangud loodud õppematerjalile saabusid e-posti vahendusel. Järgmises etapis toimus materjalide parendamine vastavalt ekspertidelt saadud tagasisidele.

2.1 Tegevusuuringu esimene etapp – planeerimine

Planeerimine on tegevusuuringu esimene etapp. Planeerimise etapis tuvastatakse probleem, tõstatatakse hüpotees ja kogutakse andmeid (Löfström, 2011). Selles uurimistöö esimeses osas uuritakse, milline on ennastjuhtiv õppija. Ennastjuhtiv õppija on õpilane, kes kasutab kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid. Uuringu esimeses osas uuritakse ja kirjeldatakse, mis on kognitiivsed, metakognitiivsed ja afektiivsed strateegiad ja millised strateegiad on kõige efektiivsemad õppimiseks. Lisaks on selle töö esimeses osas toodud ülevaade LORI hidamismudelist ja õppematerjali loomise tingimustest. Esimeses osas on uuritud veel kolme kirjastuse 8. klassi matemaatika õpikuid ja töövihikuid ja jõutud järeldusele, et kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid kasutatakse, aga seda tehakse varjatult ja mitte väga süsteemselt. Õppematerjalides on palju harjutusülesandeid ja selgesõnaline teooria, aga õpistrateegiaid, kuidas paremini õppida koos selgitustega strateegia enda kohta puuduvad.

Erinevate uuringute ja kirjanduse läbitöötamisel leiti mitu strateegiat, mille lisamine õppematerjali peaks parandama õppimise kvaliteeti ja suurendama meeldejäämist kui ka arusaamist. Neid strateegiaid kasutati õppematerjali koostamisel.

2.2 Tegevusuuringu teine etapp – tegutsemine

Tegutsemine on tegevusuuringu teine etapp. Tegutsemise etapis lahendatakse probleem (Löfström, 2011). Selle etapi eesmärgiks oli õppematerjali loomine, kui ka LORI hindamismudeli tegemine. Õppematerjali loomiseks kasutas töö autor ADDIE mudelit.

Materjali loomine sarnaneb tegevusuuringu etappidega. Kõigepealt leiti materjali sisu, eesmärgid ja sihtrühm. Disaini etapis fikseeriti õpiväljundid, koostati hindamisjuhend ning toimub materjali testimine (Kruse, 2002). Arendamise etapis toimus materjali koostamine. Kasutamise faasis said õpetajad materjali proovida ja hinnata. Hindamise etapis toimus materjali hindamine ja parandamine. Õppematerjali hindamiseks kasutati LORI hindamismudelil põhinevat ankeetküsitlust. ADDIE mudeli viimases, hindamise, etapis toimus samuti materjali parandamine (Branch, 2009).

Välja töötatud materjal arutati läbi juhendajaga, et see vastaks eesmärkidele ning oleks kooskõlas Haridus- ja Teadusministeeriumi nõuetega.

2.3 Tegevusuuringu kolmas etapp – vaatlemine

ADDIE materjali loomise mudeli neljas etapp on kasutamine, mis on sarnane tegevusuuringu kolmanda etapiga. Selles etapis toimub praktilise tegevuse kohta andmete kogumine (Löffström, 2011). Selles etapis kogus autor tagasisidet koostatud õppematerjalile. Selleks kasutati LORI hindamismudelil põhinevat ankeetküsimustiku. Materjali tagasiside saamiseks moodustati kaks valimit. Valimid moodustati mugavusvalimi põhjal.

2.3.1 Valim

Käesolevas töös kasutati uuringu läbiviimiseks mugavusvalimit. Mugavusvalim sai valitud sellepärast, et koostatud töö eesmärk oli luua näidisõppematerjal, mis võtab arvesse õpistrateegiaid, saada sellele õpetajate esmane tagasiside, et selle põhjal materjali edasi arendada. Mugavusvalimi liikmed valitakse selle järgi, et on uurijale kergesti kättesaadavad, leitavad või koostöövalmid (Õunapuu, 2014). Valimi ainuke kriteerium oli, et tegemist oleks inimesega, kes on või on olnud matemaatika õpetajaga. Valimisse kuuluvate õpetajatele saadeti meili teel hindamismudel ja küsimustik. Eelnevalt oli õpetajatele selgitatud uuringu eesmärki. Vastused ei ole võimalik siduda ühegi vastajaga. Valimi vastused on anonüümsed.

Valimisse kuulus 4 eksperti. Valimis olevatele ekspertidele kirjeldamisel kasutati pseudonüüme ekspert 1, ekspert 2, ekspert 3 ja ekspert 4. Ekspert 4 ei täitnud küsimusankeeti, vaid tegi märkmed, parandused ja kommentaarid otse koostatud õppematerjalile.

2.3.2 Andmete kogumine

Esimesele uurimisküsimusele „Millised kognitiivsete, metakognitiivsete ja afektiivsete õpistrateegiate kasutamine õppematerjalis toetab õppimist?” vastuse saamiseks uuris töö autor

erinevaid uuringuid. Selleks kasutas töö autor Google-i otsingut ja Google scholar'it ning erialast kirjandust. Kokkuvõtte tulemustest on antud alapeatükis 1.6.

Teisele uurimisküsimusele „Milliseid õpistrateegiaid kasutatakse tänapäeva eestikeelsetes õppematerjalides?” vastuse saamiseks uuris töö autor Eestis välja antud õpikuid ning töövihikuid. Kokkuvõtte tulemustest on antud alapeatükis 1.7.

Kolmanda ja neljanda uurimisküsimusele vastuse saamiseks uuris autor ekspert-õpetajate tagasisidet ja arvamust koostatud materjalile. Tagasiside saamiseks kasutati LORI hindamismudelil põhinevat ankeetküsimustiku ja ühe ekspert õpetaja puhul vabas vormis materjali hinnangut ja kommentaaride andmist.

Ankeetküsimustikus olid küsimused vastavalt LORI mudelile jaotatud plokkidesse. Esimeses plokis õppematerjali sisu kriteeriumid: teema terviklik käsitus, materjali juhend, faktiline õigus ja eakohasus. Teise plokki moodustas tehniline teostus: struktuur ja liigendus, materjali maht, keeleline korrektsus ja kujundus. Kolmas plokk puudutas autorlust. Neljandas plokis tuli anda hinnang materjali originaalsusele. Kõiki plokke sai vabas vormis kommenteerida.

Hinnangu sai anda nelja punkti süsteemis. Kui kriteeriumit hinnati madalamalt kui neli punkti, siis soovis töö autor põhjendust ja võimalikke lahendusi puuduste kõrvaldamiseks.

2.4 Tegevusuuringu neljas etapp – andmeanalüüs

ADDIE õppematerjalide koostamise viies etapp on andmeanalüüs, mis on vastavuses tegevusuuringu neljanda etapiga. Õpetajate tagasiside analüüsiti kvantitatiivselt ja kvalitatiivselt. Kvantitatiivne osa moodustab vastajate hinnang materjali sobivusele õppematerjaliks. Vastajate kommentaare ja tekstilist tagasisidet analüüsiiti kvalitatiivselt. Kvalitatiivne sisuanalüüs on induktiivse lähenemisega, mis tähendab üksikute andmete põhjal üldistuse tegemist – tuuakse välja andmestikus peituv varjatud informatsioon (Õunapuu, 2014). Andmeanalüüsiks kasutati MS. Excel tarkvara.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Tegevusuuringu neljandas ehk analüüsi etapis esitatakse uuringu tulemused ja arutelu. Tulemused esitatakse ankeetküsitluse kriteeriumite kaupa. Koos hinnangute esitamisega toimub tulemuste arutelu. Tulemuste osas tuuakse välja ekspertide soovitatud ettepanekud materjali parendamiseks. Ekspertõpetajate puhul kasutatakse pseudonüüme ekspert 1, ekspert 2, ekspert 3 ja ekspert 4. Kaldkirjas esitatakse ekspertide öeldud tsitaadid.

3.1 Õpetajate hinnang koostatud õppematerjalile ning parendusettepanekud

Tulemused on esitatud kriteeriumite kaupa. Esmalt on kirjeldatud hindajate arvamused õppematerjali kohta keskmise hinde kaudu ning seejärel esitatud sõnalised tähelepanekud ja ettepanekud materjali ja ülesannete parendamiseks.

Tabel 1. Tulemused hinnanguna õppematerjalile esitatatuna kriteeriumite kaupa.

	Ekspert 1	Ekspert 2	Ekspert 3	Keskmine
Teema terviklik käsitlus	3	4	4	3.7
Õpijuhend	2	3	4	3.0
Faktiline õigsus	3	4	4	3.7
Motiveerivus	3	4	4	3.7
Struktuur ja liigendus	3	3	3	3.0
Materjali maht	4	4	4	4.0
Keeleline korrektsus	3	3	3	3.0
Disain	3	3	3	3.0
Autorlus	2	4	4	3.3
Õppematerjali originaalsus		4	4	4.0
			Kokku:	34.3

Tabel kajastab vaid kolme ekspertõpetaja numbrilisi hinnanguid, sest neljas ekspertõpetaja otsustas esitada vaid sõnalise tagasiside.

Kõige kõrgemalt hinnati õppematerjali originaalsust ja mahtu, mis said kokku keskmiseks hindeks 4,0 (vt Tabel 1). Uus lähenemine oli ka üks õppematerjali loomise eesmärkidest, mis arvestaks kaasaegseid õppimisteooriaid ja käsitlusi. Õppematerjali mahu paikapanekul olid aluseks metakognitiivsete strateegiate rühmad: planeerimine, õpitegevusele keskendumine ja õpitegevuse hindamine.

Kõige madalamalt hinnati õppematerjali disaini, struktuuri ja liigendatust ning õpijuhendit (kõigi puhul võrdselt keskmiselt 3 punktiga). Vahepealsed tulemused said autorlus ja motiveeritus (vastavalt keskmiste hinnetega 3,3 ja 3,7).

Õpijuhendile antud sõnalisest tagasisidest ilmnes, et vähemalt hariduslike erivajadustega (HEV) õpilastele on see iseseisvalt lugemiseks raskesti mõistetav ja pikk. Mõistmatuks jäi ekspertidele raamimise osa kirjeldus ja põhjendus õpijuhendis.

Sisu puudutavates aspektides nõustuti, et materjal hõlmab nii teoreetilist osa kui praktilisi ülesandeid. Ülesanded on mitmekesised ning arendavad õpilaste erinevaid oskuseid (visualiseerimine, eesmärkide püstitamine, refleksioon). Õppekavale vastavad õpiväljundid on kaetud ja seega on teema terviklikult käsitletud. Õpilasi motiveerivaks peeti värvide ja kastidega eristatud ülesandeid ning seda, et ülesanded on lühikesed ning konkreetsed.

Materjali maht hinnati sobivaks. Huvitava ülesandena toodi välja joonistamisülesanne. Ka HEV õpilastele on visualiseerimine joonistamise abil õpitu omandamisel toeks. Õpioskuseid arendavaks hinnati teema alguses eesmärkide püstitamist ning lõpus reflekteerimist. Lünktekstina esitatud definitsioonid arvati olevat keerulised täita, kuid õpiku abiga hinnati siiski pigem hõlpsasti tehtavaks.

Kokkuvõttes arvasid õpetajad, et õppematerjali ülesehitus on huvitav ning nõuab õpilastelt erinevate õpioskuste rakendamist. Arvati, et ülesannete erinevuse tavapärastest õpiku ja töövihiku ülesannetest võib mõjuda õpilastele motiveerivalt. Positiivse aspektina toodi välja veel ülesannete struktureeritus ja konkreetsus.

Ettepanekute ja tähelepanekutena pakuti, et HEV õpilaste jaoks võib olla häiriv materjali tihe paigutus lehtedele ja seetõttu võiks neile mõeldes ülesandeid hajutada. Samuti võib see oluline olla suurema käekirjaga õpilaste puhul. Ülesannete paigutus oli esialgses versioonis hindajate meelest liialt hüplev. HEV õpilaste puhul on sobivaks just materjalides sisalduvad lünktekstidega ülesanded. Sisu puudutav ettepanek oli lisada materjali ka mõisted *kaksläge, kolmläge* jne.

Vormistusliku külje pealt parandati tänu hindajatele mitmed kirja- ja vormistusvead.

3.2 Õpetajate ettepanekud õppematerjalide arendamiseks

Teema terviklikkuse kriteeriumi juures tõi ekspert 2 välja, et mainimata on kaks- ja kolmläge. Tegemist on õige tähelepanuga, sest õppekava näeb ette kaksläikme ja kolmläikme tundmist. See tagasiside andis idee, et õppematerjalis peaks olema märkuste ala, kuhu saab õppija lisada olulist infot.

Juhendi kohta tõid ekspert 1 ja ekspert 4 välja õpetajale ja õpilasele eraldi juhendi koostamise vajaduse.

„Õpijuhendis on näpunäited nii õpetajale kui õpilasele ja see tekitab segadust.

Võiks olla eraldi õpijuhend õpetajale ja õpilasele. Õpijuhendid õpetajale ja õpilasele võiks olla eraldi lehekülgedel.” (Ekspert 1)

Ekspert 2 märkis juhendi olevat HEV õpilaste jaoks liiga keerulise.

„HEV õpilasele on iseseisvalt juhend raskesti mõistetav. Nende puhul on oluline, et juhend oleks võimalikult lühike ja konkreetne. Samas vajavad nad niikuinii õpetajapoolseid lisaselgitusi.” (Ekspert 2)

Tehti ka konkreetseid ettepanekuid juhendi parandamiseks. Kaks eksperti viitasid vajadusele täpsustada hulkliikmetes astendamise kohta käivat teksti. Vajalik parandus sai õppematerjali lisatud. Ekspert 1 tõi välja veel fraasi „*samasust liige*” segadust tekitavuse ning pakkuse asemele „*samasugust muutujat*”. Seegi parandus sai õppematerjali lisatud.

Motiveerimise kriteeriumi juures tõi ekspert 1 välja, et juhendis on kirjutatud kolmest mälutehnikast, aga materjalis pole neid kasutatud. Need mälutehnikad said pandud juhendisse „muud mälutehnikad” alla, sest antud õppematerjalis ei saanud neid kasutada. „Muud mälutehnikad” alla saavad ka juhendis õpilased ise mälutehnikad lisada.

Struktuuri ja liigendatuse ning disaini kriteeriumi puhul väitsid kõik eksperdid, et ruumi on liiga vähe. Vähesse ruumi kasutamise põhjuseks oli eesmärk luua võimalikult kompaktne õppematerjal, mis mahuks A5 formaati. Struktuuri ja disaini muudatuste tegemised on suuremahulisemad ja selle töö jaoks on kindlasti kasulik kaasata ekspert, kes on tegelenud õppematerjali disainimise ja kujundamisega. Need soovitusel, mis nõuavad rohkem tööd, on jäetud edaspidiseks.

Õppematerjalis esines vähesel määral ka keelelisi vigu. Kõige enam keelelisi parandusi tegi Ekspert 4 ning vajalikud parandused on õppematerjali lisatud.

Ekspert 4 tõstatas ka küsimuse, kui „kinnised” või „avatud” võivad ülesanded õppematerjalis olla. Selle küsimuse püstitus on antud teema kontekstis huvipakkuv ja vastamine jääb edaspidiseks.

„Kas on olemas kuskil sellele olukorrale ühene selgitus? Millele tugineb õpilane? õpetaja? Siin on kordaja -1, aga mida saab või ei saa "ringitada". Küsija on kaval, aga üheselt vastata pole kirjalikult lihtsalt võimalik. Minu arvates ei sobi TV ülesandeks.” (Ekspert 4)

KOKKUVÕTE

OECD (2008) rõhutab, et koolid peaksid keskenduma elukestvale õppele ja õpilastest kasvatama ennastjuhtivad õppijad. Selleks peavad õpilasel olema head õpioskused, mis sisaldavad kognitiivseid, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid ning teadmisi, mida õpetajad peaksid õpetama ja millele rohkem tähelepanu pöörama ainetundides (OECD 2005).

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua matemaatika näidisõppematerjal, mis põhineks tänapäevasel õpikäsitusel. Õpilastest peavad saama ennastjuhtivad õppijad. Selleks peab õppija olema soovitud olukorrast teadlik ja kasutama kognitiivsed, metakognitiivseid ja afektiivseid strateegiaid. Magistritöö käigus loodud õppematerjalile küsiti ekspertõpetajatelt tagasiside hinnanguid ning parandusettepanekuid.

Kõigepealt analüüsiti antud magistritöö raames õpistrateegiate uuringuid ja kirjandust eesmärgiga leida strateegiad, mis toetavad õppimist kõige paremini. Leiti järgmised strateegiad, mida kasutada ja luua: mõistekaardid ja mõttekaardid, sidumine varem õpituga, kokkuvõtte tegemine, ajastatud kordamine, küsimuste küsimine, joonistamine, igavuse ja ärevusega võitlemise strateegiad, osaliselt täidetud märkmed, isiklikud sündmused, sidumine päris eluga ja eesmärkide püstitamine. Neid strateegiaid arvestades koostati näidisõppematerjal üks- ja hulkliikme teema õppimiseks 8. klassis.

Käesoleva magistritöö raames uuriti veel, milliseid õpistrateegiaid kasutatakse Eesti kolme suurema kirjastuse hetkel kasutuses olevates 8. klassi matemaatika õpikutes ja töövihikutes. Jõuti järeldusele, et õpistrateegiaid kasutatakse vähesel määral, lisaks tehakse seda ka üldiselt mitte väga järjepidevalt ja kui, siis varjatult. See tähendab: puuduvad selgesõnalised juhised ja selgitused strateegiate kasutuse ja kasulikkuse kohta. Kõige järjepidevam valitud õpikutest oli Koolibri kirjastuse õpik, kus olid lisatud peatükkide algusesse õpieesmärgid ja ülesanded varem õpitud teemade meeldetuletamiseks ning küsimused teooria osa õppimiseks. Koolibri õpikus olid veel peatüki lõpus uue teema kordamisülesanded, mida nimetati enesekontrolli ülesanneteks. Kordamisülesanded olid samuti Avita kirjastuse õpikus ja töövihikus. Õpikud võiksid kasutada erinevaid strateegiaid, teha seda süsteemselt; oluline on ka strateegiate õppimiseks ja kasutamiseks selgesõnaliste juhendite olemasolu (Sievert, 2020).

Õpetajate tagasiside võimaldas nii valminud õppematerjali kui tegevusuuringu kohta kohta üldisemalt teha mitmeid järeldusi. Piiranguna saab välja tuua väikese valimi. Suurem valim ekspertõpetajatest oleks aidanud saada enam konstruktiivset tagasisidet ning ehk ka rohkem huvitavaid arendusettepanekuid. Eesmärk oli luua näidisõppematerjal, mis võtaks arvesse õpistrateegiaid, saada sellele õpetajate esmane tagasiside, et selle põhjal materjali edasi arendada. Puudusena võib lisada ka selle, et näidisõppematerjali koostamisel ei kaasatud graafilist disainerit, see tuli välja mõne õpetaja tagasisidest materjali visuaalne poole kohta.

Edasiste arendustööde käigus vajaks täiendamist hulkliikmetega seotud teema. Kasuks tuleks uuring õppematerjali kasutamise ja õpitulemuste vahelise seose kohta. Selleks oleks vaja teha randomiseeritud kontrollitud uuring.

TÄNUSÕNAD

Soovin tänada oma juhendajat Tiina Kraavi igakülgse abi eest töö valmimise ajal. Suur tänu kõigile uuringus osalenud õpetajatele.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abín, A., Núñez, J. C., Rodríguez, C., Cueli, M., García, T., & Rosário, P. (2020). Predicting Mathematics Achievement in Secondary Education: The Role of Cognitive, Motivational, and Emotional Variables. *Frontiers in Psychology*, 0. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00876>
- Allison, A. W., Wayne Allison, A., & Shrigley, R. L. (1986). Teaching children to ask operational questions in science. *Science Education* (Kd 70, Number 1, lk 73–80). <https://doi.org/10.1002/sce.3730700109>
- Alsuraihi, A. (2022). The effect of implementing mind maps for online learning and assessment on students during COVID-19 pandemic: a cross sectional study. *BMC medical education*, 22. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03211-2>
- Aluoja, L., Kusmin, M., Naulainen, M.-M., Pilt, L., Rogalevitš, V., Tokko, U., & Villems, A. (2015). *Digitaalse õppematerjali loomise soovitused. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse. HITSA.* <https://oppevara.hitsa.ee/kvaliteet/#eessona>
- Anthony, H. M. (1987). *Using Questioning Strategies to Promote Students' Active Comprehension of Content Area Material.* <https://play.google.com/store/books/details?id=tak94FWgNhAC>
- APA Dictionary of Psychology.* (s.a.). Salvestatud 18. august 2022, <https://dictionary.apa.org/>
- Arulselvi, E. (2017). *Mind Maps in classroom teaching and learning.* 6, 50–65.
- Baker, A., & Baker, J. (1991). *Maths in the Mind: A Process Approach to Mental Strategies.* Pearson Education. <https://play.google.com/store/books/details?id=MGsPAQAAMAAJ>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing Ourselves: An Inquiry Into the Nature and Implications of Expertise.* Open Court Publishing Company. https://books.google.com/books/about/Surpassing_Ourselves.html?hl=&id=uEjuAAAAMAAJ
- Berthold, K., Nückles, M., & Renkl, A. (2007). Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 17(5), 564–577. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.007>
- Bjälkebring, P., & Peters, E. (2021). Money matters (especially if you are good at math): Numeracy,

- verbal intelligence, education, and income in satisfaction judgments. *PloS One*, 16(11), e0259331. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259331>
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction* (Kd 7, Number 2, lk 161–186). [https://doi.org/10.1016/s0959-4752\(96\)00015-1](https://doi.org/10.1016/s0959-4752(96)00015-1)
- Borkowski, J. G., Estrada, M. T., Milstead, M., & Hale, C. A. (1989). General Problem-Solving Skills: Relations between Metacognition and Strategic Processing. *Learning disability quarterly: journal of the Division for Children with Learning Disabilities*, 12(1), 57–70. <https://doi.org/10.2307/1510252>
- Bosson, M. S., Hessels, M. G. P., Hessels-Schlatter, C., Berger, J.-L., Kipfer, N. M., & Büchel, F. P. (2010). Strategy acquisition by children with general learning difficulties through metacognitive training. *Australian Journal of Learning Difficulties* (Kd 15, Number 1, lk 13–34). <https://doi.org/10.1080/19404150903524523>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Brophy, J. (2014). *Kuidas õpilasi motiveerida : käsiraamat õpetajatele*. SA Archimedes.
- Brown. (1987). metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. *Metacognition, Motivation, and Understanding*. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10020975585/>
- Cardelle-Elawar, M. (1995). Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 81–95. [https://doi.org/10.1016/0742-051X\(94\)00019-3](https://doi.org/10.1016/0742-051X(94)00019-3)
- Cardetti, F., Khamsemanan, N., & Carolina Orgnero, M. (2010). Insights Regarding the Usefulness of Partial Notes in Mathematics Courses. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 80–92. <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/josotl/article/view/1735>
- Ceremonia, A. T., & Casem, R. Q. (2017). Spaced learning strategy in teaching mathematics. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(4), 851–856. <https://www.ijser.org/researchpaper/Spaced-Learning-Strategy-in-Teaching-Mathematics.pdf>
- Chavez, M. B. B., & Lapinid, M. R. C. (2019). *Improving Students' Motivation, Engagement and*

- Performance in Mathematics through Real-Life Applications*. 13(1), 5–10. <http://dx.doi.org/>
- Chen, P.-H., Teo, T., & Zhou, M. (2017). Effects of Guided Notes on Enhancing College Students' Lecture Note-Taking Quality and Learning Performance. *Current psychology*, 36. <https://doi.org/10.1007/s12144-016-9459-6>
- Ciardiello, A. V. (1998). Did You Ask a Good Question Today? Alternative Cognitive and Metacognitive Strategies. *Journal of adolescent & adult literacy: a journal from the International Reading Association*, 42(3), 210–219. <http://www.jstor.org/stable/40014681>
- Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology* (Kd 80, Number 2, lk 131–142). <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.131>
- Davey, B., & McBride, S. (1986). Effects of question-generation training on reading comprehension. *Journal of Educational Psychology* (Kd 78, Number 4, lk 256–262). <https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.4.256>
- Devlin, K. (2021). Teaching mathematics as a way of thinking – not calculating. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 9(1), 6–32. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.1.02a>
- Diamond, N., Armson, M., & Levine, B. (2019). The truth is out there: Accuracy in recall of verifiable real-world events. *PsyArXiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/ud63x>
- Díez-Palomar, J., Simic, K., & Varley, M. (2006). Math is Everywhere: Connecting Mathematics to Students' Lives. *The Journal of Mathematics and Culture*, 6(2), 20–36. <https://journalofmathematicsandculture.files.wordpress.com/2016/05/math-is-everywhere-palomar-simic-varley-v12.pdf>
- Dignath, C., Buettner, G., & Langfeldt, H.-P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? *Educational Research Review* (Kd 3, Number 2, lk 101–129). <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.02.003>
- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.11.002>
- Dunlosky, J., Rawson, K., Marsh, E., Nathan, M., & Willingham, D. (2013). Improving Students'

- Learning With Effective Learning Techniques. *Psychological science in the public interest: a journal of the American Psychological Society*, 14, 4–58.
<https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- du Toit, S., & Kotze, G. (2009). Metacognitive strategies in the teaching and learning of mathematics. *Pythagoras; Issue 70 (2009)*. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v0i70.39>
- Erskind, D. L. (2009). *Effect of Prompted Reflection and Metacognitive Skill Instruction on University Freshmen's use of Metacognition* [Brigham Young University]. <http://dx.doi.org/>
- Evans, T. M., Kochalka, J., Ngoon, T. J., Wu, S. S., Qin, S., Battista, C., & Menon, V. (2015). Brain Structural Integrity and Intrinsic Functional Connectivity Forecast 6 Year Longitudinal Growth in Children's Numerical Abilities. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 35(33), 11743–11750. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0216-15.2015>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist* (Kd 34, Number 10, lk 906–911).
<https://doi.org/10.1037/0003-066x.34.10.906>
- Fox, R. (2001). Constructivism Examined. *Oxford Review of Education*, 27(1), 23–35.
<https://doi.org/10.1080/03054980125310>
- Garner, R. (1990). When Children and Adults Do Not Use Learning Strategies: Toward a Theory of Settings. *Review of Educational Research* (Kd 60, Number 4, lk 517–529).
<https://doi.org/10.3102/00346543060004517>
- Gordijenko, S., & Randver, N. (2013). *Pedagoogilis-psühholoogiliste ainete õppematerjal koos eesti-vene sõnastikuga*. Tartu Ülikooli Narva Kolledž.
https://integratsioon.ee/sites/default/files/296_Pedagoogilis-psyhholoogiliste_ainete_oppematerjal.pdf
- Graesser, A. C., & Person, N. K. (1994). Question Asking During Tutoring. *American Educational Research Journal* (Kd 31, Number 1, lk 104–137). <https://doi.org/10.3102/00028312031001104>
- Haber, R. N., & Myers, B. L. (1982). Memory for pictograms, pictures, and words separately and all mixed up. *Perception*, 11(1), 57–64. <https://doi.org/10.1068/p110057>
- Haridussõnastik*. (s.a.). Salvestatud 18. august 2020, <http://www.eki.ee/dict/haridus/index.cgi>

- Harskamp, E. G., Mayer, R. E., & Suhre, C. (2007). Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? *Learning and Instruction*, 17(5), 465–477.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.010>
- Hartman, H. J. (2001). Developing Students' Metacognitive Knowledge and Skills. *Metacognition in Learning and Instruction* (lk 33–68). https://doi.org/10.1007/978-94-017-2243-8_3
- Haydon, T., Mancil, R., Kroeger, S., Mcleskey, J., & Lin, W.-Y. (2011). A Review of the Effectiveness of Guided Notes for Students who Struggle Learning Academic Content. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 55, 226–231.
<https://doi.org/10.1080/1045988X.2010.548415>
- Jacobs, J., & Paris, S. (1987). Children's Metacognition About Reading: Issues in Definition, Measurement, and Instruction. *Educational Psychologist - EDUC PSYCHOL*, 22, 255–278.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2203&4_4
- Jõgi, A.-L., & Aus, K. (2015). Õpipädevus. Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. *Üldpädevused ja nende arendamine*. unknown. <http://dx.doi.org/>
- Kember, D. (2000). *Action learning and action research*. Kogan Page.
- Kikas, E. (2010). *Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes*. Eesti Vabariigi Haridusministeerium.
- King, A. (1991). Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology* (Kd 83, Number 3, lk 307–317).
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.3.307>
- Kleinsasser, R. C., & McKeachie, W. J. (1994). Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers. *The Modern Language Journal* (Kd 78, Number 4, lk 545).
<https://doi.org/10.2307/328598>
- Krull, E. (2000). *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. TÜ Kirjastus.
- Kruse, K. (2002). *Introduction to Instructional Design and the ADDIE Model*.
<http://docshare01.docshare.tips/files/12024/120247130.pdf>
- Kuhl, J. (1984). Volitional Aspects of Achievement Motivation and Learned Helplessness: Toward a Comprehensive Theory of Action Control

I wish to thank Dr. Charles S. Carver and Dr. Franz

- E. Weinert for helpful comments on a previous draft of this article. *Normal Personality Processes* (lk 99–171). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-541413-5.50007-3>
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). *A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources* (Kd 2, lk 44–59). Educational Technology & Society.
- Lee, H. W., Lim, K. Y., & Grabowski, B. L. (2010). Improving self-regulation, learning strategy use, and achievement with metacognitive feedback. *Educational technology research and development: ETR & D*, 58(6), 629–648. <http://www.jstor.org/stable/40929470>
- Lerkanen, M. (2007). *Lugema õppimine ja õpetamine*. TÜ Kirjastus.
- Liu, Y., Zhao, G., Ma, G., & Bo, Y. (2014). The Effect of Mind Mapping on Teaching and Learning: A Meta-Analysis. *Standard Journal of Education and Essay*, 2, 17–31.
- Löfström, E. (2011). *Tegevusuuringu käsiraamat*. Archimedes.
<http://www.digar.ee/id/nlib-digar:103280>
- Lorch, R. F., Lorch, E. P., & Klusewitz, M. A. (1993). College students' conditional knowledge about reading. *Journal of Educational Psychology* (Kd 85, Number 2, lk 239–252).
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.2.239>
- Masis, R. G., & Otsheleng, V. (2005). *Guidelines for developing learning materials*. Botswana: Botswana Training Authority.
- McCombs, B. L. (1991). Motivation and Lifelong Learning. *Educational psychologist*, 26(2), 117–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2602_4
- Meade, M. E., Wammes, J. D., & Fernandes, M. A. (2018). Drawing as an Encoding Tool: Memorial Benefits in Younger and Older Adults. *Experimental Aging Research*, 44(5), 369–396.
<https://doi.org/10.1080/0361073X.2018.1521432>
- Miller, P. H. (1985). Metacognition and Attention. *Instructional Practices* (lk 181–221).
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-262302-8.50010-9>
- Montgomery, D. (1992). Young children's theory of knowing: The development of a folk epistemology*1. *Developmental Review* (Kd 12, Number 4, lk 410–430).
[https://doi.org/10.1016/0273-2297\(92\)90016-u](https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90016-u)
- Nett, U. E., Goetz, T., & Daniels, L. M. (2010). What to do when feeling bored? Students' strategies

- for coping with boredom. *Learning and Individual Differences*, 20(6), 626–638.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.09.004>
- OECD. (2005). *Learning for tomorrow's world: first results from Pisa 2003*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/9789264006416-en>
- OECD. (2008). *21st Century Learning: Research, Innovation and Policy Directions from recent OECD analyses*. <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40554299.pdf>
- Õunapuu, L. (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Oxford, R. L. (1990). *Language Learning Strategies: What Every Teacher Should Know*. Newbury House Publishers.
https://books.google.com/books/about/Language_Learning_Strategies.html?hl=&id=s7VoAAAAIAAJ
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1988). Teaching and Practicing Thinking Skills to Promote Comprehension in the Context of Group Problem Solving. *Remedial and Special Education* (Kd 9, Number 1, lk 53–59). <https://doi.org/10.1177/074193258800900110>
- Papleontiou-Louca. (2003). The concept and instruction of metacognition. *Teacher Development*, 7(1), 9–30. <https://doi.org/10.1080/13664530300200184>
- Põhikooli riiklik õppekava*. (2011). Riigi Teataja I 2021, 3, 3.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv>
- Reeve, R. A., & Brown, A. L. (1985). Metacognition reconsidered: implications for intervention research. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 13(3), 343–356.
<https://doi.org/10.1007/BF00912721>
- Reeve, R. A., Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1987). Everyday and academic thinking: implications for learning and problem solving. *Journal of Curriculum Studies* (Kd 19, Number 2, lk 123–133).
<https://doi.org/10.1080/0022027870190202>
- Rinne, L., Gregory, E., Yarmolinskaya, J., & Hardiman, M. (2011). Why Arts Integration Improves Long-Term Retention of Content. *Mind, Brain, and Education* (Kd 5, Number 2, lk 89–96).
<https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2011.01114.x>

- Rosenshine, B. (1995). Advances in Research on Instruction. *The Journal of Educational Research* (Kd 88, Number 5, lk 262–268). <https://doi.org/10.1080/00220671.1995.9941309>
- Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching Students to Generate Questions: A Review of the Intervention Studies. *Review of Educational Research* (Kd 66, Number 2, lk 181–221). <https://doi.org/10.3102/00346543066002181>
- Ruiz, S., Myers, A., Morano, S., & Barry, L. M. (2021). Impact of Guided Notes on Graduate Student Retention of Facts. *College Teaching*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/87567555.2021.2021845>
- Säälük, Ü. (2016). *Reading literacy performance: Metacognitive learning strategies matter; schools have effect on student outcomes*. Univesity of Tartu Press.
https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/51602/saalik_ylle.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SA Innove. (2016). *Ülevaade üldhariduse õppevara kaardistusest 2016. a.*
https://www.hm.ee/sites/default/files/oppevara_kaardistus_kokkuvote_0.pdf
- Saksa, K., & Leijen, Ä. (2015). Kognitiivsete ja metakognitiivsete õpistrateegiate toetamine tehnoloogiaga tõhustatud keeleõppes. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 3(2), 130–155.
<https://doi.org/10.12697/eha.2015.3.2.05>
- Saks, K. (2016). *Supporting Students' Self-Regulation and Language Learning Strategies in the Blended Course of Professional English* [Tartu Ülikool].
http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/52911/saks_katrin.pdf
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational psychology review*, 7(4), 351–371. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading & writing quarterly: overcoming learning difficulties*, 23(1), 7–25. <https://doi.org/10.1080/10573560600837578>
- Shete, A., Garkal, K., & Afroz, S. (2017). Effectiveness of mind maps as a self-learning tool in 1st year MBBS students of an Indian medical college. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 1. <https://doi.org/10.5455/njppp.2017.7.1042408112017>
- Shi, Y., Yang, H., Dou, Y., & Zeng, Y. (2022). Effects of mind mapping-based instruction on student cognitive learning outcomes: a meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*.

- <https://doi.org/10.1007/s12564-022-09746-9>
- Sievert, H. C. (2020). *Die Qualität von Schulbüchern und ihre Bedeutung für die Arithmetikleistung in der Primarstufe: Eine längsschnittliche Analyse anhand von drei Inhaltsbereichen*.
https://macau.uni-kiel.de/receive/macau_mods_00000781
- Thamraksa, C. (2005). *Metacognition: A key to success for EFL learners*.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.533.6137&rep=rep1&type=pdf>
- Tire, G., Puksand, H., Lepmann, T., Henno, I., Lindemann, K., Karin, T., Birgy, L., & Silm, G. (2019). *PISA 2018 EESTI TULEMUSED Eesti 15-aastaste õpilaste teadmised ja oskused funktsionaalses lugemises, matemaatikas ja loodusteadustes* (lk 85–86). <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:297051>
- van den Ham, A.-K., & Heinze, A. (2018). Does the textbook matter? Longitudinal effects of textbook choice on primary school students' achievement in mathematics. *Studies in Educational Evaluation*, 59, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2018.07.005>
- Veenman, M., & Elshout, J. J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education* (Kd 14, Number 4, lk 509–523). <https://doi.org/10.1007/bf03172976>
- Villems, A., Koitla, E., Kusnets, K., Pilt, L., Kusmin, M., Dremljuga-Telk, M., Varendi, M., & Plank, T. (2012). *Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks*. Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus.
<http://www.digar.ee/id/nlib-digar:121106>
- Wei, Y., Hutagalung, F., & Chew, F. (2021). A Conceptual Paper: Moderating Effects of Metacognition and Gender on the Association between Emotion Regulation and Self-Efficacy Among Pre-Service Teachers. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v4i15.8218>
- Zacharopoulos, G., Sella, F., & Cohen Kadosh, R. (2021). The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(24). <https://doi.org/10.1073/pnas.2013155118>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

LISA 1. Raudvara töövihik

Koostaja: Allar Mehik

RAUDVARA TÖÖVIHIK 8 KLASS MATEMAATIKA

Tartu 2021

SISUKORD

Juhend	lk 3-4
Üksliige	lk 5-6
Hukliige.....	lk 7-8
Hukliikmete liitmine ja lahutamine	lk 9-10
Lisaleht	lk 11

JUHEND

Klass: 8. klass

Tase: Materjal sobib kõikidele õpilastele, nii nõrgematele kui ka tugevamatele.

Teemad: üksliikmed, hulkliikmed ja nende liitmine ning lahutamine.

Sisu: tegemist on näidisõppematerjaliga.

Eesmärk: luua õpilastele raudvara töövihik, milles oleks olemas kogu oluline info ja näited. Selle õppematerjali olulisus on, et õppematerjali peavad õpilased ise looma ja läbi töötama. Erinevad harjutused ja ülesanded aitavad toetada arusaamist ja meeldejätmist.

Milliseid erinevaid harjutusi on kasutatud ja kuidas ning miks?

Isiklikud eesmärgid - kui suudad vastata küsimusele, miks seda teemat või ainet õpid, oled paremini motiveeritud ja õpid paremini.

Näited: Teen usinalt kaasa ja saan teema selgeks.

Küsin vähemalt 3 küsimust.

Ei sega tundi

Ei jutusta pinginaabriga

Tahan saada väga hea tulemuse kontrolltöös.

Saada heasse kooli edasi õppima.

.....

Joonistamise kast - proovi ette kujutada ja joonista, milline võiks mõiste välja näha või kirjuta see sõna sellise kujuga, mis annab edasi tema sisu. See aitab sul uut mõistet paremini meelde jätta.

DEF! - oluline mõiste või definitioon, mille leiad õpikust.

Kordamisküsimused - kui vastad kordamisküsimustele, siis kõigepealt ürita vastata peast (ÄRA PII-LU!) ja kui midagi ei meenu, alles siis vaata materjali. Väga oluline on meeldejätmisel meenutamine. Tõmba värviline joon alla nendele vastustele, mida pidid vaatama.

Vahedega kordamine (Anki) - kirjuta teema lõpus olevad küsimused Anki kaartidele ja korda iga tund koos klassiga või iseseisvalt. Lae endale alla vastav „Anki“ äpp.

Raami leht ja ülesanded - lehekülje saab kohe ära raamida, aga ülesanded on tihti parem raamida alles siis, kui ülesanne on lõpetatud, sest siis näed, kui palju ruumi ülesanne võttis.

Sündmus - kirjelda lühidalt ühte meeldejäädavat hetke tänasest tunnist või koolipäevast.

JUHEND

Tagasiside - töölehe vigadest ja parandusettepanekutest anna teada järgmisel aadressil:
allar.mehik@gmail.com.

Märksõnad

- 1) Siia kirjuta jooksvalt teemaga seotud märksõnad ja enda jaoks võõrad sõnad;
- 2) tõmba ring ümber enda jaoks kolmele kõige olulisemale märksõnale;
- 3) jooni alla uued või tundmatud sõnad.

Muud mälu tehnikad:

- a. **Mäluloss** - asjade või sõnade meelde jätmiseks kasutada tuttavaid mälupilte.
- b. **Akronüüm** - moodustatud sõna mitme sõna algustähtedest.
- c. **Testimine** - õpitava materjali testimine küsimuste või ülesannetega (pigem mitte valikvastustega testid).

ÜKSLEIKMED

Kuupäev:

Teema eesmärgid:

- Tean mõisteid üksliige ja arvkordaja.
- Tunnen ära
- Oskan korrastada.

Märksõnad lk 5-8

Isiklikud eesmärgid:

.....

.....

DEF! nimetatakse avaldist, mis on saadud arvkordaja korrutamisel ühe või mitme
... naturaalarvulise astendajaga astmega. Ka üksik on üksliige.

2. Tunne ära arvkordaja (tee arvkordajale ring ümber)

$$2ab - 5k^3l \quad \frac{2}{3}m^2n^2p^2 - mn \quad x^2y$$

**1. Mida tähendab, kui üksliikme...
...ees on miinus?**

...arvkordaja puudub?

4. Näited

Üksliikme näited:

3. Mis on üksliige?

Üksliige saadakse

Mida korrutatakse? ja

..... Kui on mitu

samasugust muutujat, kuidas neid

kirjutatakse? nt

Milline ei ole üksliige:

5. Eluline näide, kuidas kirjeldada päriselu üksliikme abil.

Kui palju maksavad klassis lauad või toolid? Laudade arvu tähistame tähega , laudade hinna tähistame tähega Saame üksliikme, mis näitab, kui palju lauad kokku maksavad:

Tee sama toolide kohta. Toolide arvu tähistame tähega , toolide hinna tähistame Saame üksliikme (valemi) Arvutame laudade maksumuse, kui klassis on=..... lauda ja ühe laua hind on=..... € . Valem: Tehe:

Vastus: lauad maksavad €

Kirjeldame samamoodi õpilase joostes läbitud teepikkuse üksliikme abil. Tähistame õpilase kiiruse tähega ja aja tähega Saame teepikkuse valemi (üksliikme).....

Mõttele ise mingi olukord, mida saab kirjelda üksliikme abil!

6. Korrasta üksliikmed

Muutujad kirjutame

järjekorras ja samad muutujad

korrutises kirjutame.....

abil. Näiteks: $2aaabb =$

7. Millised üksliikmed on korrektselt kirjutatud? Tõmba õigetele ring ümber ja paranda teised.

$$4aab \quad 2ba \quad \frac{2}{5}p^4m^8n^5 \quad 8s^2tu^4v^3$$

8. Joonista üksliige

Ohukohad :

- üksliige on korrutis, aga korrutusmärke ei kirjutata;
- üksliikme ees olev miinusmärk tähendab arvordaja on ;
- kui üksliikme ees pole arvordajat, siis arvatakse, et see on null, aga tegelikult on ;
- kui astendajat pole kirjutatud, siis see tähendab, et astendaja on ;
- kui astendaja on null, siis seda tähte ei kirjutata, sest muutuja astmes 0 on ... näide:

HULKLIKMED

Kuupäev:

Teema eesmärgid:

- Tunnen ära
- Oskan korrastada.
- Oskan arvutada hulkliikme väärtuse ette antud suurtuste korral.

1. saame moodustada pikemaid ja

Isiklikud eesmärgid:

keerulisemaid avaldisi,

..... üksliikmed üheks

..... summaks. Saadud avaldisi

DEF! nime-

nimetatakse

tatakse sum-

mat ja neid

2. Mis on hulkliige?

nimetatakse hulkliikmete

Hulkliige on

Ta koosneb

See saadakse

Näited:

Üksik võib ka olla

hulkliikme liikmeks

3. Eluline näide, kuidas kirjelda päriselu hulkliikmete abil.

Võtame sama näite, mis oli üksliikmete teema juures klassi toolide ja

laudade kohta. Lauad maksavad ja toolid maksavad

Kokku maksavad (hulkliige)

4. Hulkliige on korrastatud, 5. Hulkliikme korrastamine

kui on

kirjutatud

summa

järjekorras.

$$ab^4 + 4a^4b^2 - 2ab^7 =$$

$$-2x^3 - x^3y^6 - x^4y^4 =$$

6. Väärtuste arvutamine

1) $-54b^3 + b^2 + a + 2$, kui $a = -2$ ja $b = 3$ 2) $-36r^3 - 8p^2 + 3r - 4p$, kui $r = \frac{1}{3}$ ja $p = \frac{1}{2}$

7. Joonista hulkliige

Ohukohad:

- väärtuse arvutamisel ja muutujate asendamisel ei tohi muutuja (täht) tehtesse alles jääda;
- negatiivse arvu ja hariliku murru asendamisel tuleb kasutada sulge.
- **TEHETE JÄRJEKORD!**

8. Kordamine. ÄRA PIILU! 1) Milliseid mõisteid õppisid? Nimeta

vähemalt kolm

..... 2) Mis on üksliige?

..... 3) Mis on

hulkliige? 4) Mida

said teada? 5) Mida

pead veel üle vaatama?

.....

HULKLIIKMETE LIITMINE JA LAHUTAMINE

Teema eesmärgid:

- Tunnen ära sarnased
- Oskan avada
- Oskan sarnased üksliikmed ja hulkliikmed

Kuupäev:

Märksõnad lk 9-10

Isiklikud eesmärgid:

.....
.....

DEF! Hulkliikme

..... on kõigi tema liikmete vastandväärtuste summa. Näide:

$$-(-2a+4b-4) =$$

$$-(x-y-3) =$$

$$-(-u^3-3v^2-(-v)) =$$

DEF! üksliikmed on üksliikmed, mis on ühesugused või erinevad ainult

..... poolest. Näited:

ühesugused $4ab$

Kordaja erinev $5xy^3$ ja

ühesugused $4y^3z$

Kordaja erinev $-m^1n^3$ ja

1. Kaks või enam üksliiget on sarnased, kui

1)

2)

2. Üksliikmete koondamiseks nimetatakse sarnaste liikmete algebralise summa asendamist sellise liidetavatega sarnase üksliikmega, mille kordaja on võrdne liidetavate üksliikmete kordaja summaga.

Näiteks: $3ab-6ab+7ab=(3-6+7)ab=4ab$

3. Harjuta üksliikmete koondamist:

$$3xy-6xy+7xy=$$

$$-3a^3b^2-6a^3b^2=$$

$$-2x^5y-x^5y+x^5y=$$

$$uv-5uv-uv=$$

4. Koonda hulkliikmed ehk lihtsusta

$$(x^3 - y^3) - (2x^3 + y^3) =$$

$$-(x^3 - y^3) + (2x^3 + y^3) =$$

$$-(-x^3 - y^3) - (-2x^3 + y^3) =$$

$$-x^2 - y^3 - (-2x^3 - y^3) - x^2 =$$

$$-(-a^3 - b) - (-5a^3 + b^3) + (-2a + b^3) =$$

5. Hulkliikme liitmise või lahutamise sammud:

1) Ava

2) Märgi üksliikmed.

3)sarnased
üksliikmed.

4) hulkliige.

Ohukohad:

- Kui sulgude ees miinus, siis muutuvad kõikide liikmete märgid.

Näide: $-(-2x^2 + y - 3) =$

- Koondada saab ainult sarnaseid üksliikmeid
- Vead negatiivsete arvudega arvutamisel!!
- Märgi puudumine hulkliikme esimesel liikmel või sulu ees tähendab

8. Kordamine. ÄRA PIILU! 1) Milliseid mõisteid õppisid? Nimeta

vähemalt kolm

..... 2) Mis on hulkliikme vastandväärtus

..... 3) Kui sulu ees on plussmärk, siis

..... 4) Kui sulu ees on miinusmärk, siis

.....

5) Millised üksliikmed on sarnased?

.....

6) Mida pead veel üle vaatama?

.....

LISALEHT

LISA 2. Hindamismudel

Hindamismudel õppematerjali (õpiobjekti) koostajale ja hindajale
 Õppematerjali nimi: Raudvara töövihik 8. klassi matemaatika.
 Õppematerjali autor: Allar Mehik

Hinnata õppematerjali iga kriteeriumi järgi 4 punkti skaalal. Kui kriteerium saab vähem kui 4 punkti, siis palun välja tuua puudused ja võimalikud lahendused.
 Positiivse välja toomine on alati lubatud.

Kriteerium	4	3	2	1
SISU KRITEERIUMID				
Teema terviklik käsitlus	Õppematerjal on loogiliselt üles ehitatud ja liigendatud. Teemat on käsitletud terviklikult, oluline on esile tõstetud ning pildid ja illustrioonid on lisatud sisu ja metoodikaga haakuvalt vajalikul määral.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Ei vasta üldse teema terviklikule käsitlusele
Õpijuhend	Õppematerjalile on lisatud õpijuhend. Õpijuhendis on välja toodud teema, seos ainekavaga, sihtgrupp, õppematerjali tüüp ning metoodilised soovitused materjali kasutamiseks, võimalusel materjali katsetamise tagasiside ja/või näited.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Õpijuhend puudub
Faktiline õigsus	Õppematerjal ei sisalda faktivigu, vaieldavate faktide puhul viidatakse algallikale.	Esinevad mõningased faktivead	Esineb palju faktilisi vigu	Ei ole usaldusväärne materjal
Motiveerivus, eakohasus, uudsus, õpioskuste arendamine	Õppematerjal on õpilaste jaoks motiveeriv ning sisult eakohane. Õppematerjal toetab õppija õpioskuste arendamist.	Esinevad mõningased puudujäägid	Toetab vähesel määral	Ei toeta üldse
TEHNILINE TEOSTUS				
Struktuur ja liigendatus	Õppematerjal on selge, ühtlane ja ülevaatlik. Õppematerjali struktuur on kooskõlas õppematerjali vormi ja temaatikaga. Liigendatus on loogiline, toetab õppeprotsessis nii õppijat kui õpetajat.	Esinevad mõningased puudujäägid	Õppematerjal toetab õppijat ja õpetajat vähesel määral	Liigendus täiesti ebaselge või puudub üldse ning ei toeta õppijat ja õpetajat

Materjali maht	Õppematerjal on optimaalse mahuga.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Materjal ei ole üldse optimaalse mahuga ja pole kasutatud enamlevinud vorminguid
Keeleline korrektsus	Õppematerjal on keeleliselt korrektne.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Õppematerjal ei ole üldse keeleliselt korrektne
Kujundamine ja disain	Õppematerjali kujundamisel on kasutatud ühtset stiili. Värvigamma valik toetab õppematerjali sisu. Tausta- ja tekstivärv on kooskõlas, tekst on taustast hästi eristuv. Oluline on esile tõstetud. Pilte on lisatud sobivas koguses.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Kujundus ei vasta üldse kvaliteetse õppematerjali disaini nõuetele
AUTORLUS				
Autorlus	Õppematerjali juures on selgelt esitatud õppematerjali looja, loomise aasta või viimase muudatuse aeg, viide autoriõigustele. Kui materjali looja kasutab oma töös teiste loodud materjale, siis on ta kas eelnevalt autorilt luba küsinud.	Esinevad mõningased puudujäägid	Esineb palju puudusi	Viitamine puudub
Lisatingimused projektides loodud õppematerjalidele				
Õppematerjali originaalsus	Õppematerjal sisaldab vähemalt 75% originaalmaterjale	Õppematerjal sisaldab alla 75% originaalmaterjale	Õppematerjal sisaldab alla 50% originaalmaterjale	Õppematerjal ei sisalda üldse originaalmaterjale

Hindamismudel on abiks õpetajale/õppejõule kvaliteetse õppematerjali loomiseks.
 Õppematerjal vastab kvaliteedinõuetele kui hindamisel on saadud 37-40 punkti

Hindamismudeli koostas: Varje Tipp, Pärnumaa kutsehariduskeskuse haridustehnoloog

Kasutatud allikas: E-õppematerjalide kvaliteedinõuded Koolielu portaalis <http://www.koolielu.ee/files/Oppematerjalide%20kvaliteedinouded.doc>

Tagasiside andmiseks võib kasutada järgmist tabelit. Tagasiside võib anda ka muus endale sobivas vormis.

SISU KRITEERIUMID	
Teema terviklik käsitlus	
Õpijuhend	
Faktiline õigsus	
Motiveerivus, eakohasus, uudsus, õpioskuste arendamine	

TEHNILINE TEOSTUS	
Struktuur ja liigendatus	
Materjali maht	
Keeleline korrektsus	
Kujundamine ja disain	

AUTORLUS	
Autorlus	
Lisatingimused projektides loodud õppematerjalidele	
Õppematerjali originaalsus	

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Allar Mehik,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Õpioskuste kasutamine matemaatika õppimisel ja nende integreerimine õppematerjalidesse üks- ja hulkliikmete õppimise näitel”, mille juhendaja on Tiina Kraav, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Allar Mehik

/allkirjastatud digitaalselt/

19.08.22