

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Diana Prigoževa

**Tehisintellekti õppematerjali loomine põhikooli III
kooliastmele**

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Kristi Salum

Tartu 2025

Tehisintellekti õppematerjali loomine põhikooli III kooliastmele

Lühikokkuvõte:

Bakalaureusetöö eesmärk on arendada välja õppematerjal, mis aitaks põhikooli III kooliastme õpilastel tehisintellekti (TI) praktiliselt rakendada ja selle võimalusi paremini mõista. Oluline on, et noored saaksid juba koolis vajalikke teadmisi ja oskusi, mis toetavad nende arengut kiiresti muutuvast tehnoloogilises maailmas. Teema on aktuaalne, sest tehisintellekt mõjutab üha rohkem meie igapäevaelu ja töökorraldust. Koolides tuleks panna rohkem rõhku sellistele oskustele nagu kriitiline mõtlemine ja probleemide lahendamine, mida tehisintellektiga seotud õpe tugevalt toetab. Lisaks aitab see õpilastel arendada teadlikkust TI piirangutest ja võimalustest, valmistades neid ette vastutustundlikuks kasutamiseks nii õppetöös kui ka tulevikus tööturul.

Õppematerjali loomine on oluline samm, et tagada õpilaste valmisolek kasutada tänapäevaseid tehnoloogilisi tööriistu. Selline materjal võiks inspireerida noori kasutama tehisintellekti loovalt ja eesmärgipäraselt, andes neile kindlustunnet.

Võtmesõnad: tehisintellekt koolis, digitaalne õppematerjal

CERCS: P176 Tehisintellekt, S270 Pedagoogika ja didaktika

Creating Artificial Intelligence Learning Material for Lower Secondary School

Summary:

The aim of this bachelor's thesis is to develop educational material that helps lower secondary school students practically apply artificial intelligence (AI) and better understand its possibilities. It is important that young people acquire the necessary knowledge and skills already at school to support their development in a rapidly changing technological world. The topic is highly relevant, as artificial intelligence increasingly affects our daily lives and work structures. Schools should place greater emphasis on skills such as critical thinking and problem-solving, which are strongly supported by AI-related education. Additionally, it helps students develop awareness of the limitations and possibilities of AI, preparing them for responsible use both in learning and in the future job market.

The creation of such educational material is an important step to ensure students' readiness to use modern technological tools. This type of material could inspire young people to use artificial intelligence creatively and purposefully, giving them a sense of confidence.

Keywords: artificial intelligence in education, digital learning material

CERCS: P176 Artificial intelligence, S270 Pedagogy and didactics

Sisukord

Sissejuhatus	5
1. Miks on oluline õpetada tehisintellekti (TI) kasutamist koolis?	6
1.1. Tehisintellekti kasvav roll tänapäeva maailmas	6
1.2. Kriitilise ja analüütilise mõtlemise arendamine ja TI oskuste vajalikkus tööturul	6
1.3. Tehisintellekti piirangud, riskid ja eetilised aspektid	6
1.4. Loovuse arendamine tehisintellekti abil	7
Kokkuvõte	7
2. Tehisintellekti alused ja rakendamine	8
2.1. Tehisintellekti määratlus	8
2.2. Areng ja ajalugu	8
2.3. Tehisintellekti valdkondade omavahelised seosed	10
2.4. Tehisintellekti peamised tehnoloogiad	11
2.5. Tehisintellekti eetika	12
3. Tehisintellekt hariduses	14
3.1. Tehisintellekti võimalused hariduses	14
3.2. Tehisintellekt Eesti haridussüsteemis	14
3.2.1. Tehisintellekti kasutamine õpilaste seas	14
3.2.2. Õpetajate valmisolek ja praktika TI kasutamisel	15
3.2.3. TI-Hüpe 2025	15
4. Metoodika	17
4.1. Õppimine läbi tegevuse	17
4.2. Õppematerjali loomise protsess	17
4.2.1. Õppematerjali struktuur	18
4.2.2. Platvorm	19
4.3. Tagasiside küsimine	20
4.4. Õppematerjali sihtgrupi määratlemine	21
5. Loodud õppematerjali analüüs	22
5.1. Kvantitatiivne analüüs	22
5.2. Kvalitatiivne analüüs	24
Kokkuvõte	26
Viidatud kirjandus	27
Lisad	30
1. Loodud õppematerjal	30
2. Tagasiside vorm	31
3. Litsents	36

Sissejuhatus

Viimastel aastatel on tehisintellekt (TI) kiiresti arenenud ja leidnud rakendust paljudes eluvaldkondades. Samal ajal on kasvanud vajadus mõista TI toimimist, võimalusi ja piiranguid. Kuna noored puutuvad TI-vahenditega kokku juba varases eas, muutub üha olulisemaks nende teadlik ja vastutustundlik kasutamine. Haridusel on siinjuures kande roll, sest kool peab andma õpilastele oskused, mis aitavad neil tulevikus TI-ga targalt ja eetilisel toime tulla.

Lõputöö teema on aktuaalne ja oluline, kuna Eesti haridussüsteemis on käimas esimesed sammud TI lõimimiseks kooliõppesse. Uute õppematerjalide järele, mis aitaksid õpilastel TI võimalusi paremini mõista ja kasutada, on selge vajadus.

Käesoleva töö eesmärk on luua põhikooli III kooliastme õpilastele suunatud õppematerjal, mis toetab tehisintellekti mõistmist ja teadlikku kasutamist ning arendab kriitilist mõtlemist, loovust ja eetilist teadlikkust. Õppematerjal töötati välja põhimõttel “õppimine läbi tegevuse” (ingl *learning by doing*) ning testiti seda katsetunnis, et koguda õpilastelt tagasisidet selle sisu, arusaadavuse ja rakendatavuse kohta.

Töö koosneb viiest peatükist. Esimeses peatükis põhjendatakse TI õpetamise vajalikkust koolis, teises antakse ülevaade TI teoreetilistest alustest, arengust ja tehnoloogiast. Kolmas peatükk keskendub TI rollile hariduses ja Eesti koolisüsteemis, neljas kirjeldab kasutatud metoodikat ning loodud õppematerjali sisu ja struktuuri. Viendas peatükis analüüsitakse kogutud tagasisidet ja hinnatakse loodud materjali sobivust õppetöös kasutamiseks. Töö lõpus tuuakse välja kokkuvõtte ning lisades on esitatud loodud õppematerjal ja tagasiside küsimustik.

Bakalaureusetöö kirjutamisel kasutati keelelise ja struktuurse toe saamiseks keelemudelit ChatGPT, et tagada teksti selgus, järjepidevus ja loogiline ülesehitus ning vähendada keelevigu. Keelemudeli poolt pakutud väljundid hinnati kriitiliselt ning vajadusel kohandati vastavalt akadeemilise kirjutamise nõuetele ja töö eesmärgile.

1. Miks on oluline õpetada tehisintellekti (TI) kasutamist koolis?

Tehisintellekti (ingl *artificial intelligence*) rakendamine on muutunud igapäevaelus tavaliseks. Sellest tulenevalt on haridussüsteemil oluline roll noorte ettevalmistamisel tulevikuks, kus TI kasutamine on vältimatu. Käesolevas peatükis käsitletakse, miks on TI õpetamine koolis vajalik. Vaadeldakse tehisintellekti rolli ühiskonnas, selle õpetamise mõju õpilaste oskustele ja tööturu valmisolekule, samuti TI eetilisi ja loovust toetavaid aspekte. Eesmärgiks on näidata, kuidas teadlik ja vastutustundlik lähenemine TI rakendamisele õppetöösse aitab kujundada tehnoloogia-teadlikke ja kriitiliselt mõtlemaid kodanikke.

1.1. Tehisintellekti kasvav roll tänapäeva maailmas

Sandy Watson [1] käsitleb oma artiklis teemat, et tänapäeva maailmas haarab tehisintellekt üha rohkem valdkondi ja muutub paljudes sfäärides asendamatuks abiliseks. Siiski ei pöörata praegu piisavalt tähelepanu sellele, et õpetada kooliõpilastele, kuidas tehisintellekti kasutada. Ta leiab, et sellega tuleks tegeleda, kuna tehisintellekt mängib juba praegu olulist rolli meie elus ning õpilased peavad olema valmis sellega tulevikus toime tulema.

1.2. Kriitilise ja analüütilise mõtlemise arendamine ja TI oskuste vajalikkus tööturul

TI õpetamine arendab õpilastel kriitilist mõtlemist, analüütilisi oskusi ja andmetöötlus võimet [2]. Need oskused on olulised mitte ainult noortele, kes plaanivad teha karjääri LTT¹ valdkonnas, vaid ka neile, kes lähevad teistesse eluvaldkondadesse, kus TI-põhiste tööriistade kasutamine muutub üha tavalisemaks [2]. Nende oskuste varajane omandamine aitab õpilastel suurendada oma konkurentsivõimet tööturul. Näiteks Maailma Majandusfoorumi (ingl *World Economic Forum*) raportist [5] selgus, et 2027. aastaks on kõige ihaldatumad oskused analüütiline mõtlemine, loov mõtlemine, tehisintellekt ja suurandmed.

1.3. Tehisintellekti piirangud, riskid ja eetilised aspektid

Mutlu Cukurova [3] juhib tähelepanu sellele, et kaasaegsed TI-süsteemid, nagu nt suured keelemudelid (LLM) on väga võimekad, kuid nende kasutamisega kaasnevad ka teatud riskid ja piirangud. TI-l puudub täielik konteksti mõistmine ning selle väljundid võivad olla

¹LTT valdkond – loodus- ja täppisteaduste ja tehnoloogia valdkond (matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia, geograafia, geoloogia, töö- ja tehnoloogiaõpetus, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia, tehnikaalad ning nende valdkondadega seotud interdistsiplinaarsed erialad) [4].

eksitavad või ebakorrektsed. Seetõttu on oluline, et õpetajad ja õpilased mõistaksid nende süsteemide piiranguid ja oskaksid kriitiliselt hinnata nende väljundeid. Cukurova rõhutab ka, et TI kasutamine hariduses peaks olema tasakaalustatud ja toetama inimeste otsustusprotsesse, mitte neid täielikult asendada. Tehisintellekti eetiliste küsimuste arutamine aitab õpilastel saada mitte ainult tehniliselt pädevateks, vaid ka eetiliselt vastutustundlikeks kodanikeks, kes oskavad uusi tehnoloogiaid kasutada, mõistes nende võimalikku mõju ja tagajärgi [2].

1.4. Loovuse arendamine tehisintellekti abil

TI õpetamine ei tähenda ainult tehniliste oskuste omandamist, vaid see võib soodustada ka loovust. Näiteks saavad õpilased kasutada generatiivset TI-d kunstiteoste, muusika või kirjatööde loomiseks, avardades nende loomevõimalusi. Katja Fleischmanni läbiviidud uuring [6] kirjeldab, et disainitudengid kinnitavad, et generatiivne tehisintellekt võib oluliselt kiirendada ideede ja prototüüpide genereerimise protsessi, kuigi nad jäävad skeptiliseks selle loova panuse suhtes. Tudengid märgivad, et generatiivne tehisintellekt on kasulik ajurünnakute ja inspiratsiooni otsimise jaoks, kuid ei suuda asendada inimlikku loovust ja emotsionaalset komponenti disainis [6].

Kokkuvõte

Kokkuvõttes on tehisintellekti õpetamine koolides oluline, kuna see arendab õpilastel kriitilist ja analüütilist mõtlemist, valmistab neid ette tehnoloogiale orienteeritud tulevikuks ning toetab loovust ja vastutustundlikku tehnoloogia kasutust. See aitab kujundada oskusi ja teadlikkust, mis on vajalikud nii tööelus kui ka ühiskonnas toimetulekuks.

2. Tehisintellekti alused ja rakendamine

Tehisintellekti järjest kasvav mõju igapäevaelule ja tööprotsessidele eeldab põhjalikku arusaamist selle toimimisest. Käesolevas peatükis vaadeldakse tehisintellekti määratlust, selle ajaloolist arengut ning seoseid masinõppe ja süvaõppega. Lisaks tutvustatakse olulisemaid TI-tehnoloogiaid, mis on aluseks tänapäevastele nutikatele süsteemidele. Peatükk lõpeb ülevaatega põhimõtetest, millele peaks tuginema tehisintellekti eetiline ja vastutustundlik rakendamine ühiskonnas.

2.1. Tehisintellekti määratlus

George M. Whitson määratleb [7], et tehisintellekt on teadusharu, mis tegeleb programmide, masinate ja süsteemide arendamisega, mille eesmärgiks on täita ülesandeid, mis tavaliselt nõuavad inimintellekti. Sellised ülesanded võivad olla näiteks kõnetuvastus, piltide töötlemine, loomuliku keele mõistmine ja kasutamine, planeerimine ning otsuste tegemine. Whitson selgitab, et tehisintellekti määratlus sõltub selle rakendamise valdkonnast. Näiteks informaatikas tähendab TI intellektuaalset käitumist demonstreerivate programmide arendamist, samas kui inseneriteadustes keskendutakse masinate loomisele, mis suudavad täita tegevusi, mis tavaliselt kuuluvad inimeste ülesannete hulka. Hoolimata vaidlustest selle üle, mida võib pidada tõeliseks tehisintellektiks, viidatakse igapäevaelus selle termini all sageli tööriistadele, nagu ChatGPT või arvutinägemine², mis on võimelised keerukaid protsesse automatiseerima [8].

2.2. Areng ja ajalugu

Järgmine tekst on pärit artiklist [10], mille autorid Cole Stryker ja Eda Kavlakoglu on esitanud tehisintellekti ajaloo ja arengu kõige tähtsamad sündmused:

1950. aasta — Alan Turing avaldab artikli “Arvutustehnika ja intellekt” (ingl “*Computing Machinery and Intelligence*”) ning tutvustab Turingi testi, mis sai TI filosoofia aluseks.

1956. aasta — John McCarthy tutvustab tehisintellekti mõistet esimesel TI konverentsil ja Allen Newell ning Herbert Simon loovad esimest TI programmi *Logic Theorist*.

² Arvutinägemine on tehisintellekti valdkond, mis kasutab masinõpet ja neurovõrke, et õpetada arvuteid ja süsteeme tuletama digitaalpiltidest, videotest ja muudest visuaalsetest sisenditest olulist teavet ning andma soovitusi või tegutsema, kui nad tuvastavad defekte või probleeme [9].

1967. aasta — Frank Rosenblatt ehitab *Mark I Perceptroni*, esimese närvivõrgu, ning Marvin Minsky ja Seymour Papert avaldavad raamatu “Pertseptronid” (ingl “*Perceptrons*”), mis piirab edasisi uurimusi.

1980. aasta — Närvivõrgud, mis kasutavad tagasiside leviku algoritmi, saavad laialdaselt rakendatud.

1995. aasta — Stuart Russell ja Peter Norvig avaldavad õpiku “Tehisintellekt: kaasaegne lähenemine” (ingl “*Artificial Intelligence: A Modern Approach*”), määrates TI eesmärgid ja suunad.

1997. aasta — IBM Deep Blue³ võidab maailmameistri Garri Kasparovi maleturniiril.

2004. aasta — John McCarthy pakub välja TI määratluse, samal ajal algab suurte andmete ja pilvearvutuse ajastu, mis hakkab mõjutama TI arengut.

2011. aasta — IBM Watson⁴ võidab inimvastaseid mängus “*Jeopardy!*” ja sellest ajast alates hakkas andmetealus kujunema üha populaarsemaks teadusharuks.

2015. aasta — Baidu kasutab konvolutsioonilisi närvivõrke täpseks piltide tuvastamiseks.

2016. aasta — AlphaGo võidab maailmameistri Lee Sedol'i Go mängus, demonstreerides TI võimekust.

2022. aasta — Suured keelemudelid, nagu ChatGPT, hakkavad jõuliselt sisenema ärisse ja igapäevaellu.

2024. aasta — Multimodaalsed mudelid, mis ühendavad arvutinägemise ja loomuliku keele töötlemise, ning kompaktsemad mudelid, mis saavutavad kõrgeid tulemusi, on praegu juhtivad suundumused.

Need sündmused peegelduvad tehisintellekti kasvu ja arengu kaudu, liikudes teooriast tegelike tehnoloogiliste saavutusteni.

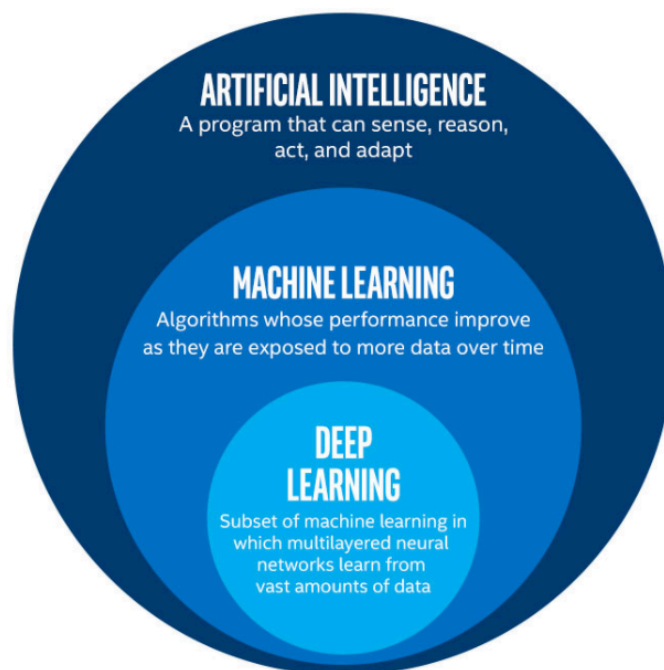
³ Deep Blue, IBM-i poolt 1990. aastate alguses loodud arvutipõhine malemängu süsteem [11].

⁴ Watson oli IBM-i poolt loodud ja arendatud superarvuti, mis kasutas tehisintellekti ja analüütikat, et vastata küsimustele [12].

2.3. Tehisintellekti valdkondade omavahelised seosed

Kui eelnevalt käsitleti tehisintellekti mõistet ja ajaloolist kujunemist, siis järgnevalt on oluline selgitada, kuidas omavahel suhestuvad TI kolm peamist tasandit: tehisintellekt (TI), masinõpe (ingl *machine learning*) ja süvaõpe (ingl *deep learning*). Nende täpne eristamine võimaldab paremini mõista, milliseid rolle erinevad tehnoloogiad TI-süsteemides täidavad.

Nagu märgib Matt Crabtree [23] on tehisintellekt kõige laiem termin, mis viitab süsteemidele, mis suudavad jäljendada inimlikku mõtlemist algoritmide abil. See hõlmab nii käsitsi programmeeritud otsustusloogikat kui ka õppimisvõimelisi süsteeme. Masinõpe on üks tehisintellekti alamvaldkond, mille puhul kasutatakse algoritme, mis suudavad andmete põhjal õppida ja teha prognoose ilma inimese otsese sekkumiseta. Õppimisprotsessi käigus analüüsib mudel sisendandmeid, tuvastab mustrid ning kohandub nende alusel, muutudes aja jooksul täpsemaks. Süvaõpe on masinõppe spetsiifiline suund, mis tugineb mitmekihilistele tehisnärvivõrkudele, mis on inspireeritud inimese aju tööpõhimõtetest. Crabtree selgitab, et süvaõpe võimaldab lahendada keerulisi ülesandeid, nagu pildituvastus, keele tõlkimine ja meditsiiniline diagnoosimine, kuna see suudab töödelda väga suuri ja mitmekesiseid andmehulkasid ning saavutada väga täpseid tulemusi. Crabtree rõhutab, et neid mõisteid tuleb vaadelda kui hierarhiliselt seotud tasandeid: süvaõpe kuulub masinõppe alla ning masinõpe on omakorda osa laiemast tehisintellekti valdkonnast (vt Joonis 1).



Joonis 1. Tehisintellekti, masinõppe ja süvaõppe omavahelised seosed [32].

Selline jaotus võimaldab paremini mõista nende tehnoloogiate omavahelist seost ning rolli digitaalse innovatsiooni kujundamisel.

2.4. Tehisintellekti peamised tehnoloogiad

Tehisintellekti rakendused tuginevad mitmetele tehnoloogilistele suundadele, mille seas on olulisel kohal loomuliku keele töötlemine, arvutinägemine ja ekspertsüsteemid.

Cole Stryker ja Jim Holdsworth [18] on kirjutanud, et **loomuliku keele töötlemine** (ingl *Natural Language Processing*, NLP) on tehisintellekti valdkond, mille eesmärk on võimaldada masinatel mõista, tõlgendada ja luua inimkeelt, kasutades selleks keeleteaduse, masinõppe ja süvaõppe kombinatsiooni. Autorite sõnul on NLP-l lai praktiline rakendusala – seda kasutatakse näiteks otsingumootorites, häälassistentsides, tekstilooe tööriistades ning andmete analüüsimisel. Artiklis eristatakse kolme tehnoloogilist lähenemist:

- reeglipõhine (ingl *Rules-based*) NLP, kus kasutatakse etteantud grammatikareegleid ja loogilisi struktuure;
- statistiline (ingl *Statistical*) NLP, mis tugineb masinõppele ning võimaldab analüüsida teksti elemente ja määrata nende tähendusi tõenäosuslikult;
- ning süvaõppel (ingl *Deep learning*) NLP, mis kasutab närvivõrke ja suuri andmekogumeid.

Viimase alla kuuluvad nt seq2seq-mudelid (masintõlge), transformerid (nt BERT) ja autoregressiivsed keelemudelid nagu GPT [18].

Arvutinägemine (ingl *computer vision*) on tehisintellekti haru, mille eesmärk on õpetada masinatel visuaalsete andmete (nt pildid, videod ja muud visuaalsed sisendid) põhjal keskkonda mõistma ja selle põhjal otsuseid langetama [9]. Jack Lasky [19] selgitab, et arvutinägemise protsess koosneb kolmest põhietapist:

- kujutise omandamine,
- kujutise töötlemine,
- kujutise analüüs ja mõistmine.

Kujutise omandamisel teisendatakse visuaalne info binaarandmeteks, kasutades selleks seadmeid nagu digitaalkaamerad või 3D-skannerid. Seejärel töödeldakse andmeid algoritmidega, mis tuvastavad kujutise struktuuri (nt servad, tunnused, segmendid). Viimases

etapis, analüüsis ja mõistmises, rakendatakse kõrgema taseme algoritme (nt objektituvastus, 3D-kaardistamine, liikumise jälgimine), mis võimaldavad arvutil saadud teavet tõlgendada ning selle põhjal tegutseda. Lasky sõnul sõltub arvutinägemise süsteemide edukus eelkõige nende aluseks olevate algoritmide töökindlusest ja tõhususest. Ta toob esile, et arvutinägemise rakendusvaldkonnad ulatuvad liikumise ja žestide tuvastamisest kuni täiendatud reaalsuse, pilgujälgimise ja kodurobotite autonoomse navigeerimiseni. Eriti oluliseks peab ta arvutinägemise rolli isejuhtivate sõidukite puhul, kus süsteemid peavad suutma pidevalt jälgida ümbrust ja reageerida reaalajas keskkonnatingimuste muutustele.

Ekspertsüsteemid, nagu kirjeldab Elizabeth Mohn [20], on arvutiprogrammid, mis kasutavad teadmistaasi, reeglikogumit ja järeldusmootorit, et pakkuda otsuseid või soovitusi sarnaselt inimspetsialistile. Sellised süsteemid on kasutusel meditsiinis, investeerimises ja transpordis ning nende tugevuseks on järjepidevus ja teadmiste püsimine. Mohn juhib tähelepanu ka puudustele – näiteks sellele, et süsteemidel puudub inimesele omane “terve mõistus”, mistõttu võivad nad pakkuda praktiliselt sobimatuid lahendusi. Samuti rõhutab ta, et süsteemi töökindlus sõltub otseselt sisestatud teadmiste täpsusest ja reeglite loogilisusest.

Kokkuvõtteks võib öelda, et loomuliku keele töötlemine, arvutinägemine ja ekspertsüsteemid on ühed kesksemad tehnoloogiad, millele tänapäevased tehisintellekti rakendused tuginevad. Igauks neist täidab spetsiifilist rolli – NLP võimaldab suhelda keelelises vormis, arvutinägemine annab masinatele võime visuaalset keskkonda mõista ning ekspertsüsteemid pakuvad struktureeritud teadmiste ja reeglite põhjal otsustusvõimet. Nende tehnoloogiate edukas rakendamine nõuab tugevaid algoritme ja andmete kvaliteeti. Tihedas koostöös moodustavad need lahutamatu osa kaasaegsetest nutikatest süsteemidest ning loovad aluse uute innovaatiliste lahenduste arenguks erinevates valdkondades.

2.5. Tehisintellekti eetika

Tehisintellekti kiire areng ja levik ühiskonna eri valdkondades on loonud ainulaadseid võimalusi, kuid toonud kaasa ka vajaduse tagada selle eetiline arendamine ja kasutamine [24]. Olulise rahvusvahelise sammuna võttis UNESCO 2021. aastal vastu esimese globaalse soovitusena tehisintellekti eetika kohta, mis seadis keskmesse inimõiguste, inimväärikuse ja keskkonnakaitse kogu TI-süsteemi elutsükli vältel [25, 26].

Soovitus [26] rõhutatakse, et TI kasutuselevõtt peab toimuma läbipaistvalt, õiglaselt ning vastutustundlikult, austades universaalseid väärtusi ja vältides ebavõrdsuse süvenemist. Erilise tähelepanu all on inimeste autonoomia säilitamine, diskrimineerimise vältimine ning sotsiaalse kaasatuse ja mitmekesisuse edendamine.

Lisaks väärtustele määratletakse soovitus ka põhimõtted, mida tuleks järgida TI-süsteemide kavandamisel ja rakendamisel. Nende hulka kuuluvad proportsionaalsus, mittekahjustamine, ohutus ja turvalisus, andmekaitse ja eraelu puutumatus, läbipaistvus, seletatavus ning inimlik järelevalve. UNESCO rõhutab, et kõik TI-süsteemid peavad olema jälgitavad, arusaadavad ja tagatud selge vastutusega.

Soovitus on suunatud nii riikidele kui ka teistele sidusrühmadele, sealhulgas ettevõtetele, teadusasutustele ja kodanikuühiskonnale, ning kutsub üles looma õiguslikke ja sotsiaalseid raamistikke, mis võimaldavad tehisintellekti arengul toimuda eetilisi põhimõtteid järgides. Samuti on rõhutatud teadlikkuse ja TI-kirjaoskuse arendamise olulisust, et tagada kõigi ühiskonnaliikmete võimekus mõista tehnoloogia mõju ja kasutada seda vastutustundlikult.

UNESCO soovitus pakub ühtset väärtusraamistikku, mis aitab suunata TI arengut üleilmselt, arvestades riikide erinevaid tehnoloogilisi ja kultuurilisi kontekste, ent jagades ühist eesmärki – tagada TI eetiline ja inimkeskne areng.

3. Tehisintellekt hariduses

3.1. Tehisintellekti võimalused hariduses

Tehisintellektil on potentsiaal tuua märkimisväärseid muutusi haridusse, pakkudes uusi võimalusi nii isikupärastatud õppeprogrammide arendamiseks kui ka administratiivsete ülesannete tõhusamaks korraldamiseks, mis toetab õpetamise ja õppimise kvaliteedi tõusu [27].

Brendan Clugstoni [28] hinnangul seisneb TI üks peamisi eeliseid hariduses selles, et see võimaldab kohandada õppesisu vastavalt iga õppija individuaalsetele vajadustele. Lisaks saab TI abil luua interaktiivseid ja kaasahaaravaid õpikeskkondi, kasutada mängustamise võtteid, pakkuda reaajas tagasisidet ning jälgida õppijate edusamme. Samuti aitab tehisintellekt automatiseerida rutiinseid haldustoiminguid, vabastades sellega õpetajate aega.

Clugston juhib aga tähelepanu ka võimalikele riskidele, sealhulgas andmekaitse probleemidele, liigsest tehnoloogia sõltuvusest tingitud probleemidele ning ohtudele, mis võivad tuleneda inimliku kontakti vähenemisest õppeprotsessis. Seetõttu tuleks TI kasutuselevõttu hariduses käsitleda tasakaalukalt säilitades õpetaja rolli ning järgides eetilisi ja sotsiaalselt vastutustundlikke põhimõtteid [28].

3.2. Tehisintellekt Eesti haridussüsteemis

3.2.1. Tehisintellekti kasutamine õpilaste seas

Samsungi tellimusel ning Norstati poolt 2024. aastal läbi viidud uuring, mis viidi läbi ideekonkursi *Solve for Tomorrow* raames, annab ülevaate sellest, kuidas tehisintellekti kasutatakse Eesti üldhariduskoolide õpilaste seas [33]. Tulemuste põhjal selgus, et ligikaudu 39% 9.–12. klassi õpilastest kasutab TI-l põhinevaid tööriistu koolitööde tegemiseks iganädalaselt.

Lisaks selgus, et ligikaudu kaks kolmandikku 14–19-aastastest noortest kasutab tehisintellektil põhinevaid rakendusi oma igapäevaelus. Umbes 5% selles vanuserühmas ei ole aga TI-d koolitööde kontekstis üldse kasutanud. Tehisintellekti kasutamise sagedus koolitööde tegemisel varieerub: 25% vastanutest kasutab seda 1–2 korda kuus, 23% mitu korda nädalas, 14% üle kolme korra nädalas ning 2% igapäevaselt [33].

Uuringutulemused osutavad, et tehisintellekt on kujunemas hariduse igapäevaseks osaks. Siiski rõhutavad uuringu läbiviijad, et teadmised noorte kasutusviiside ja eesmärkide kohta on piiratud ning vajavad täiendavat uurimist. Selleks, et tagada TI tööriistade teadlik ja vastutustundlik kasutamine õppetöös, on oluline toetada õpilasi meetoodiliselt ning suunata neid kasutama tehisintellekti viisil, mis arendab iseseisvat mõtlemist ja õppimisoskust [33].

3.2.2. Õpetajate valmisolek ja praktika TI kasutamisel

Viimaste uuringute põhjal on selge, et Eesti õpetajad on tehisintellekti praktilise kasutamise juba omaks võtnud, kuigi lähenemised varieeruvad. Kristjan-Julius Laaki andmetel [29] kasutab 72% üldhariduskoolide õpetajatest loomevõimelist tehisaru, et lihtsustada oma igapäevatööd. TI abil koostatakse nt ülesandeid, teste ning vastatakse lapsevanemate e-kirjadele, mis aitab säästa aega ja leevendada õpetajate töökoormust.

Uuringust [29] selgus, et umbes 35% Eesti õpetajatest on hakanud pöörama suuremat tähelepanu õpilaste kriitilise mõtlemise arendamisele, mis on TI kontekstis üks võtmekompetentsidest. Samas on vaid 16% õpetajatest teadlikult kohandanud oma ülesandeid viisil, mis väldiks lihtsat tehisaru abil petmist, näiteks loobudes traditsioonilistest kirjalikest kodutöödest. Ligi neljandik õpetajatest on katsetanud TI rakendamist õppetöös, kasutades seda näiteks õpilastega koos tööriistade tundmaõppimiseks või analüüsiioskuste arendamiseks. Ligikaudu 17% õpetajatest on juba mõelnud, millistes ülesannetes sobib tehisintellekti rakendada ideede leidmiseks ja info hankimiseks ning kus selle kasutamine ei ole asjakohane. Siiski näitab uuring ka märkimisväärset lõhet: 57% õpetajatest ei ole veel tehisintellekti õppesse lõimimisele sisuliselt mõelnud.

Kokkuvõtlikult viitavad uuringutulemused sellele, et kuigi paljud Eesti õpetajad on juba alustanud tehisintellekti kasutamisega oma igapäevatöös, vajab selle teadlik ja meetoodiline lõimimine õppetöösse veel süsteemset tuge ning juhendamist. Järgmises alapeatükis käsitletakse Eesti haridussüsteemis kavandatud samme, mille eesmärk on toetada tehisintellekti rakendamist koolipraktikas.

3.2.3. TI-Hüpe 2025

Eesti haridussüsteemis on käimas olulised ettevalmistused, et integreerida tehisintellekti (TI) võimalused õppesse laiemalt ja süsteemsemalt. Aastal 2025 kuulutati välja uus riiklik haridusprogramm TI-Hüpe 2025, mille eesmärk on pakkuda gümnaasiumiõpilastele ja

õpetajatele tasuta ligipääsu maailma juhtivatele tehisintellekti rakendustele ning arendada oskusi nende tehnoloogiate nutikaks kasutamiseks õppetöös [31]. Programmi juhivad koostöös Haridus- ja Teadusministeerium (HTM), Vabariigi President ning mitmed erasektori partnerid [31].

Toomas Raag [30] annab ülevaate uuest Eesti haridussüsteemi algatusest TI-Hüpe 2025, mille eesmärk on laiendada tehisintellekti (TI) teadlikku ja metoodilist kasutust koolides. Programm on inspireeritud 1990ndate alguses elluviidud Tiigrihüpest, millega loodi eeldused Eesti digiriigi kujunemiseks. TI-Hüpe keskendub nüüd sellele, et valmistada ette nii noori kui ka õpetajaid TI kasutamiseks õppimises ja õpetamises. Esialgse kava kohaselt on alates 2025. aasta sügisest plaanis võimaldada ligikaudu 20 000 10.–11. klassi gümnasistile ja 3000 õpetajale juurdepääs juhtivate tehnoloogiaettevõtete arendatud tehisintellekti õpirakendustele [31]. Hetkel on käimas läbirääkimised selliste ettevõtetega nagu OpenAI, Anthropic, Google ja Microsoft [31].

Raagi sõnul TI-Hüppe põhitähelepanu on õpetajate ettevalmistusel ja metoodilisel toetusel. Haridus- ja teadusministeerium töötab välja juhised ja raamistikud, mis aitavad õpetajatel integreerida TI erinevatesse õppeainetesse ning arendada õpioskusi. Haridusminister Kristina Kallas on toonud esile, et oluline on sihipärane ja teadlik tehnoloogia kasutamine, mis toetab kriitilist mõtlemist ja loovust, mitte ei asenda neid [30].

TI-Hüpe kujutab endast olulist sammu Eesti hariduse arengus. Samas tuleb meeles pidada, et tegu on alles arendusjärgus algatusega, mille edu sõltub paljuski selle rakendamise sisust – sealhulgas õpetajate koolituse kvaliteedist, metoodiliste juhiste rakendatavusest ja tehnoloogilise toe olemasolust. Seetõttu tuleks programmi mõju ja tulemusi hinnata järjepidevalt ning kriitiliselt, tagamaks, et tehisintellekti kasutamine toetab hariduse kvaliteeti ja õpilaste arengut.

4. Metoodika

Selles peatükis kirjeldatakse lõputöö raames loodud õppematerjali loomise metoodikat, sisu arendamise protsessi, valitud struktuuri ning platvormi, mille abil materjal koostati. Lisaks selgitatakse, kuidas täpsustus töö käigus õppematerjali sihtrühm.

4.1. Õppimine läbi tegevuse

Õppematerjalide loomiseks oli valitud metoodika “Õppimine läbi tegevuse” (ingl *Learning by doing*). Õppimine läbi tegevuse on aktiivne meetod, kus teadmisi ja oskusi omandatakse praktilise kogemuse ning tehtud vigade analüüsi kaudu [13]. Selle metoodika raames õppija vastutab oma õppeprotsessi eest, samas kui õpetaja roll on suunata õpilasi, pakkudes neile erinevaid ülesandeid ja õppematerjale [14].

Ulrich Boser oma artiklis [15], mis tutvustab “Õppimine läbi tegevuse”, toob välja, et Ameerika filosoof John Dewey oli üks esimesi, kes seda metoodikat populariseeris. Dewey rõhutas, et parim viis õppimiseks on aktiivne suhtlus materjaliga ning et õpe peaks olema seotud õpilaste igapäevaeluga. See lähenemine muutis traditsioonilise arusaama, et õppimine toimub läbi loengute ja päheõppimise [15].

TI temaatika, mis on kiirelt arenev ja tehnoloogiapõhine valdkond, eeldab õppijatelt võimet katsetada, teha järeldusi, analüüsida väljundeid ja kasutada tööriistu loovalt. Seetõttu sobib *learning by doing* metoodika TI õppimiseks eriti hästi. Praktika kaudu on võimalik arendada oskusi, mida ainult teooria kaudu ei saavutata – näiteks hinnata TI poolt loodud sisu, testida andmete põhjal tehtud ennustusi või luua loominguulisi töid. Kuigi õppematerjal loodi iseseisvaks tööks, toetab see võimalust arutleda klassis õpitava üle ning näha õpetajat juhendaja ja kaasamõtlejana, mitte ainult teadmiste edasiandjana.

4.2. Õppematerjali loomise protsess

Selle töö eesmärk on koostada põhikooliõpilastele suunatud õppematerjal, mis tutvustab tehisintellekti olemust ning toetab oskuste kujunemist selle teadlikuks ja vastutustundlikuks kasutamiseks.

Alameesmärgid olid järgmised:

- Selgitada lihtsalt ja arusaadavalt, mis on tehisintellekt ning millised on selle peamised kasutusvaldkonnad igapäevaelus.
- Arendada õpilaste kriitilise mõtlemise oskust ning tõsta teadlikkust TI eetilistest aspektidest ja andmekaitse põhimõtetest.
- Pakkuda praktilisi ja loovaid ülesandeid, mille kaudu saavad õpilased kogemuslikult katsetada erinevaid TI-vahendeid.

Õppematerjali koostamisele eelnes ülevaade olemasolevatest rahvusvahelistest õppematerjalidest, mille eesmärk oli saada inspiratsiooni ja tuvastada levinumaid teemasid. Analüüs olemasolevate õppematerjalide kohta näitas, et valdavalt keskendutakse TI tehnilistele aspektidele ja kriitilise mõtlemise arendamisele, samas kui eetiliste teemade käsitlemine ja loovuse toetamine jäävad sageli tagaplaanile. Seetõttu otsustati käesolevas õppematerjalis lisada tehniliste teemade kõrvale ka loovust arendavad ülesanded ning eetiline vaatenurk, et pakkuda tasakaalustatumat ja mitmekülgsemat õpikogemust. Arendusprotsessi alguses koostati detailne tegevusplaan, milles määratleti iga mooduli teema, ülesannete tüübid, kasutatavad TI-vahendid ning hinnanguline ajakulu. See aitab tagada, et õppematerjal oleks loogiliselt üles ehitatud ja vastaks seatud õpieesmärkidele.

4.2.1. Õppematerjali struktuur

Loodud õppematerjal koosneb kuuest moodulist, millest igaüks on kavandatud läbimiseks ühe 45-minutilise õppetunni jooksul. Iga moodul keskendub kindlale teemale ning ühendab teoreetilised teadmised praktiliste ülesannetega. Struktuuri aluseks on *learning by doing* meetoodika, mille eesmärk on aktiveerida õppija isiklikku kaasatust, soodustada iseseisvat mõtlemist ja pakkuda võimalusi TI-vahendite kasutamiseks reaalses kontekstides.

Iga moodul sisaldab lühikesi teemakäsitlusi, praktilisi harjutusi ja refleksiooni võimalusi, et kinnistada teadmisi ning kujundada oskusi. Materjali ülesehituses on pööratud tähelepanu tasakaalu loomisele tehniliste, eetiliste ja loominguliste elementide vahel, et toetada õppijate mitmekesisist arengut.

Loodud materjali moodulid on järgmised:

- **“Mis on tehisintellekt?”** – Sissejuhatus TI mõistesse ja peamistesse kasutusvaldkondadesse.

- **“Kriitiline mõtlemine”** – Eristusvõime arendamine, valeinfo tuvastamine ning kriitilise mõtlemise rakendamine TI kontekstis.
- **“Kuidas TI õpib?”** – Masinõppe põhimõtete tutvustus õpilastele arusaadaval moel.
- **“TI vastutustundlik kasutamine”** – Arutelu TI eetika ja andmekaitse teemadel.
- **“TI ja looming”** – Loovate TI-vahendite (nt pildigeneraatorid, muusika- ja tekstiloometööriistad) uurimine ja praktiline katsetamine.
- **“Kokkuvõte ja eneseanalüüs”** – Õpitulemustele tagasi vaatamine, refleksioon ja oskuste hindamine.

Moodulid moodustavad tervikliku ja loogilise tsükli, kus iga järgnev osa tugineb eelmistele teadmistele ning toetab sidusat ja järk-järgulist õppimiskogemust.

4.2.2. Platvorm

Õppematerjal loodi veebipõhises platvormis Sisuloome⁵, mis on mõeldud digitaalse õppevara koostamiseks ja jagamiseks. Tegemist on Haridus- ja Teadusministeeriumi (HTM) ja Tallinna Ülikooli (TLÜ) hallatava platvormiga, mis võimaldab õpetajatel, haridustöötajatel ja teistel huvilistel luua struktureeritud, interaktiivset ja visuaalselt atraktiivset õppesisu [16, 17].

Platvormi valik oli teadlik, kuna see vastab mitmele olulisele kriteeriumile:

- **Kasutajasõbralikkus** – Sisuloome on intuiitivne ja tehniliselt lihtne, võimaldades kiiresti luua ja muuta õppematerjale.
- **Õppijakeskne lähenemine** – Keskkond toetab mitmekesiste sisutüüpide kasutamist, sealhulgas tekste, ülesandeid, teste, videoid ja interaktiivseid harjutusi. See võimaldas materjali kujundada *learning by doing* metoodikat toetavalt.
- **Kättesaadavus ja jagatavus** – Valminud materjalid on hõlpsasti jagatavad nii õpilaste kui õpetajate vahel, sobides kasutamiseks erinevates õpikeskkondades (sh koolides ja individuaalõppes).

⁵ <https://sisuloome.e-koolikott.ee/>

Õppematerjali koostamisel kasutati H5P-vahendeid, mis võimaldavad luua visuaalselt haaravaid ja interaktiivseid harjutusi, toetades aktiivset, kogemuslikku ja õppijakeskset lähenemist.

Kokkuvõttes võimaldas Sisuloome platvorm ühendada kasutusmugavuse ja pedagoogilise mitmekesisuse, muutes selle sobivaks vahendiks õppematerjali loomiseks.

4.3. Tagasiside küsimine

Selleks et hinnata loodud õppematerjali selgust, sobivust ning kasutatavust koolikeskkonnas, küsiti tagasisidet õpilastelt, kes materjali katsetasid. Tagasiside kogumise eesmärk oli mõista, kuidas hästi õppematerjal täitis oma eesmärgi ning milliseid muudatusi või täiendusi oleks vaja teha, et toetada paremini õppijate arusaamist ja huvi teema vastu.

Tagasisidet koguti struktureeritud Google Forms'i⁶ küsimustiku abil. Küsimused keskendusid järgmistele aspektidele:

- **Õppematerjali arusaadavus ja loogiline ülesehitus** – õpilastelt küsiti, kui hästi nad said materjalist aru ja kas selle struktuur oli neile loogiline;
- **Materjali huvitavus** – hinnati, kui põnev oli materjal õppijate jaoks;
- **Ülesannete raskusaste** – õpilased andsid hinnangu, kas materjali raskusaste oli sobiv, ning millised ülesanded tundusid keerulised;
- **Kõige kasulikud ja vähem arusaadavad osad** – koguti infot selle kohta, millised teemad või ülesanded mõjusid eriti kasulikena ning millised tekitasid segadust;
- **Vanuseastme sobivus** – paluti hinnata, millisele kooliastmele antud materjal kõige paremini sobiks;
- **Moodulite sisu ja struktuuri täiendamise ettepanekud** – iga mooduli kohta oli eraldi avatud vastuse väli muudatusettepanekute jaoks;
- **Üldised soovitused ja hinnangud** – õpilased said anda vabas vormis tagasisidet kogu materjali kohta;

⁶ <https://docs.google.com/forms/u/0/>

- **Soov kasutada sarnast õppematerjali tulevikus** – uuriti, kas õpilased sooviksid sarnaseid õppematerjale ka tulevikus kasutada.

Küsimustik sisaldas nii suletud valikvastustega küsimusi kui ka avatud vastusevälju, et saada sisukamat tagasisidet. Kokku koosnes küsimustik 18 küsimusest, millest 11 olid kohustuslikud ning 7 vabatahtlikud. Kohustuslikud küsimused olid valdavalt valikvastustega või hinnangu skaalal põhinevad, mis võimaldas koguda struktureeritud ja võrreldavaid andmeid õppematerjali kohta. Vabatahtlikud küsimused võimaldasid õpilastel esitada ettepanekuid õppematerjali muutmiseks või täiendamiseks ning jagada oma isiklikku arvamust. Küsimustik saadeti katsetunnis osalenud õpilastele ning sellele vastamine oli vabatahtlik ja anonüümne.

Kogutud tagasiside analüüs esitatakse järgmises peatükis (vt ptk 5. Loodud õppematerjali analüüs), kus tuuakse välja õpilaste peamised tähelepanekud ning tehakse kokkuvõtte materjali tugevustest ja arenduskohtadest.

4.4. Õppematerjali sihtgrupi määratlemine

Bakalaureusetöö alguses oli kavandatud suunata loodav õppematerjal gümnaasiumiastme õpilastele. Töö käigus, sealhulgas õppematerjali testimise ja saadud tagasiside põhjal, jõuti aga järeldusele, et sobivam sihtrühm oleks hoopis põhikooli 7.–9. klassi õpilased. Selle muutuse tingisid eelkõige kaks kaalutlust.

Esiteks võeti arvesse asjaolu, et haridusprogrammi TI-Hüpe 2025 esmane sihtrühm on gümnaasiumiastme õpilased. Sellest lähtuvalt nähti vajadust pakkuda toetavat sisendit ka põhikooliastmele, et luua järjepidev alus tehisintellekti alaste teadmiste kujunemiseks juba varasemal haridustasemel. Selline lähenemine toetab õpilaste teadlikkust ja valmisolekut hilisemateks süvendatud õpitegevusteks.

Teiseks viitasid katsetunnis osalenud õpilaste hinnangud sellele, et loodud materjali teemade käsitus, esitusviis ja ülesannete keerukus vastasid pigem põhikooliõpilaste tasemele (vt ptk 5. Loodud õppematerjali analüüs). Tagasiside põhjal järeldati, et materjal on selles vanuseastmes õppijatele paremini mõistetav ja sobiv kasutamiseks õppetöös.

5. Loodud õppematerjali analüüs

Käesolevas peatükis esitatakse loodud õppematerjali analüüs õpilastelt kogutud tagasiside põhjal. Analüüsi eesmärk on hinnata õppematerjali sobivust, arusaadavust, kaasatust ja praktilisust sihtgrupi vaatenurgast. Tagasiside koguti 7. mail 2025. aastal elektroonse küsimustiku kaudu. Vastuseid andis kokku 12 õpilast, kellest suurem osa (66,7%) õpib 10. klassis. Küsimustikule vastasid ka 9., 11. ja 12. klassi õpilased.

Analüüs jaguneb kvantitatiivseks ja kvalitatiivseks osaks, käsitledes nii suletud kui ka avatud vastustega saadud infot. Lisaks vaadeldakse esitatud ettepanekuid ning tehakse kokkuvõtlikud soovitused õppematerjali edasiarendamiseks.

5.1. Kvantitatiivne analüüs

Kvantitatiivne analüüs keskendub küsimustele, millele vastati suletud vastusevariantidega, näiteks hinnangud skaalal (1–5) ja valikvastused. Alljärgnevalt on esitatud peamised näitajad ja tulemused.

Arusaadavust hinnati viiepalliskaalal, kus 1 tähistas raskesti mõistetavat ja 5 täielikult arusaadavat õppematerjali. Kõik vastajad hindasid materjali kas hindegaga 4 või 5 (vt Diagramm 1), mistõttu oli keskmine tulemus 4,58. See näitab, et enamus õpilasi pidasid materjali hästi mõistetavaks.

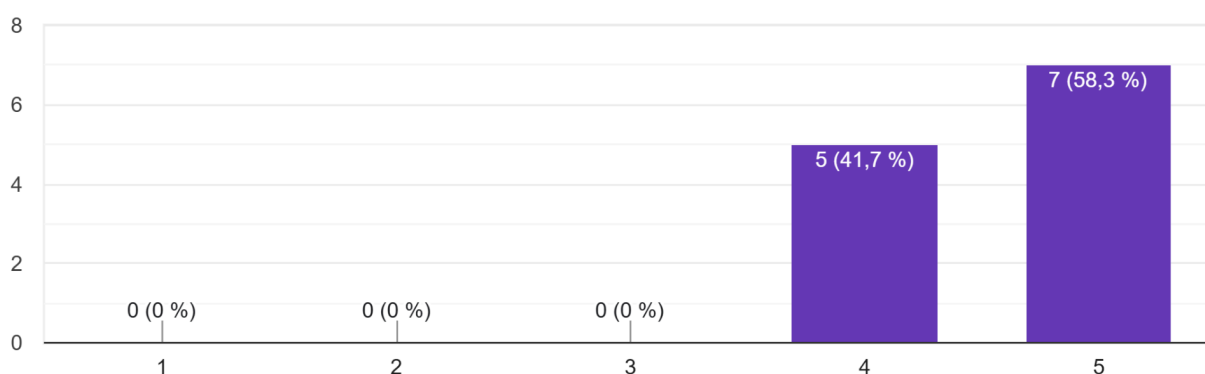


Diagramm 1. Õppematerjali arusaadavuse hinnang (1–5 skaalal).

Huvitavus sai keskmiseks hindeks 3,58 viiepalliskaalal, kus 1 tähistas “ei ole üldse huvitav” ja 5 tähistas “väga huvitav”. Vastusevariantidest valisid õpilased kõige sagedamini hinde 3 või 4, samas kui hinded 1, 2 ja 5 ei saanud kordagi valituks (vt Diagramm 2). See viitab sellele, et õppematerjali huvitavust hinnati mõõdukalt positiivselt, ilma äärmuslike

hinnanguteta. Tagasiside põhjal võib järeldada, et kuigi materjal äratas üldiselt huvi, ei olnud see kõigi õppijate jaoks võrdselt kaasahaarav.

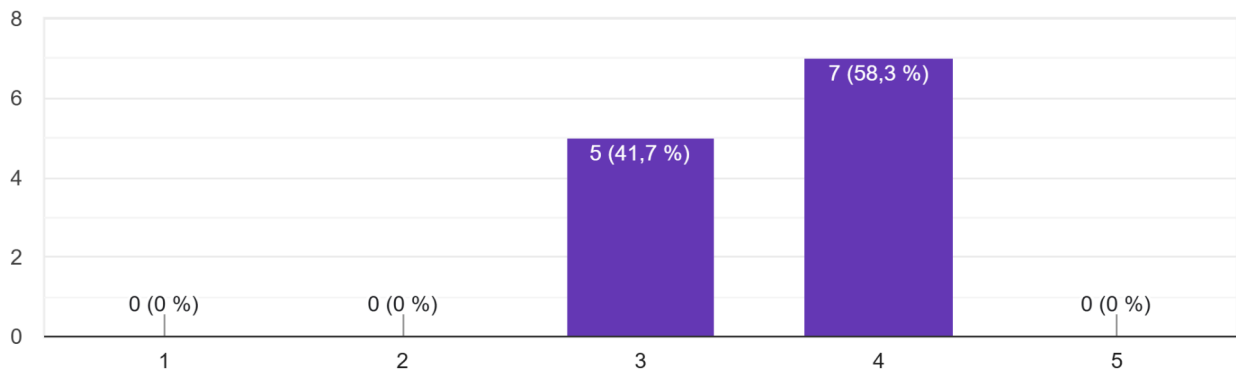


Diagramm 2. Õppematerjali huvitavuse hinnang (1–5 skaalal).

Õppematerjali loogilist ülesehitust hindas positiivselt 11 õpilast, kes leidsid, et struktuur oli loogiline. Ainult üks vastaja märkis vastuseks “Osaliselt”, mis võib viidata väikesele segadusele mõne mooduli puhul. Üldiselt võib järeldada, et õppematerjali ülesehitus oli hästi läbimõeldud ja õpilastele arusaadav.

Raskusastme osas jagunesid vastused täpselt pooleks: kuus õpilast pidasid õppematerjali raskusastet sobivaks ehk “paras”, samas kui teised kuus arvasid, et see oli “liiga lihtne”. Keegi ei leidnud, et õppematerjal oleks olnud raske või liiga raske. See viitab, et materjal on kergemapoolne, mis võib sobida hästi põhikooli lõpuklassidele.

Vanuseastme sobivust hinnates märkis 10 vastajat, et õppematerjal sobib kõige paremini 7.–8. klassi õpilastele. Üks õpilane pakkus 9.–10. klassi, ja üks kombineeritud vastuse “7.–8. klass; 9.–10. klass” (vt Diagramm 3). See kinnitab, et loodud materjal on tõenäoliselt sobivam põhikooli lõpuklassidele.

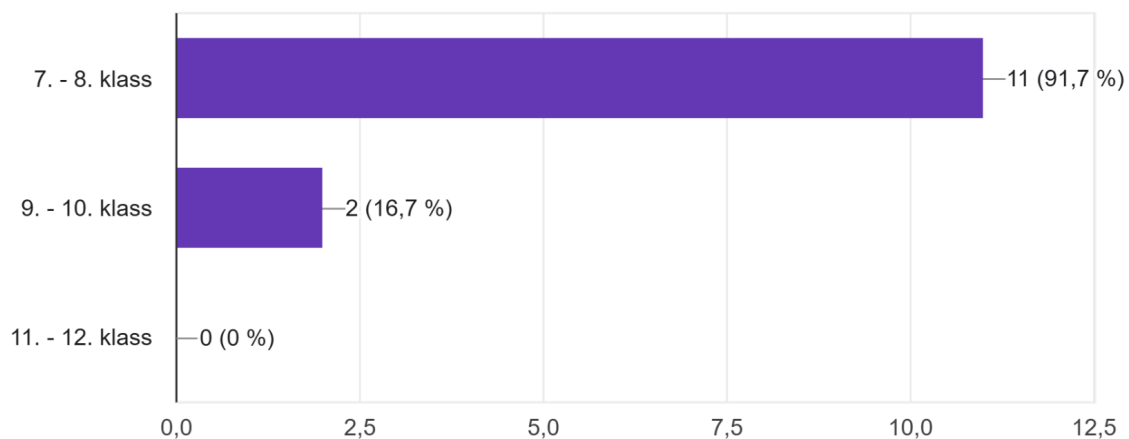


Diagramm 3. “Mis vanuseastmele õppematerjal võiks sobida?”.

Soovi kasutada sarnaseid õppematerjale tulevikus väljendas enamik õpilastest: 9 vastajat valisid vastuse “Jah” ning 3 “Võib olla”. Positiivne suhtumine viitab sellele, et digitaalsed ja tehisintellekti käsitlevad õppematerjalid on tänapäeva õpilaste jaoks huvipakkuvad ja aktuaalsed.

Kokkuvõttes näitab kvantitatiivne analüüs, et loodud õppematerjal oli selge, hästi struktureeritud ning üldjoontes sobiva raskusastmega. Suurimaks arendus potentsiaaliks paistab olevat huvitavuse suurendamine ning sihtrühma täpsem määratlemine vastavalt vanusele ja eelnevatele teadmistele.

5.2. Kvalitatiivne analüüs

Kvalitatiivse analüüsi eesmärk on mõista, millised õppematerjali osad olid õpilaste jaoks kõige kasulikumad, millised tekitasid raskusi ning milliseid ettepanekuid tehti materjali täiustamiseks. Avatud vastused võimaldasid õpilastel väljendada oma arvamust vabamas vormis.

Tagasisidest selgus, et kõige enam hinnati praktilisi ülesandeid, mis võimaldasid õppijatel tehisintellekti kasutust isiklikult kogeda ja läbi proovida. Õpilased pidasid eriti väärtuslikuks harjutusi, kus tuli ära tunda, kas konkreetne tekst või pilt oli loodud inimese või tehisintellekti poolt. Need ülesanded pakkusid mitte ainult huvi, vaid aitasid arendada ka kriitilist mõtlemist. Nagu üks vastaja märkis: “TI äratundmine tuleb tulevikus kasuks (võltsuudised, võltsdokumendid)”. Teine lisan: “Minu arust väga kasulik oli ülesanne, kus pidime tegema vahet TI ja päris piltide vahel.”

Lisaks mainiti positiivselt ülesannet, kus õpilased said ise trennida lihtsat masinõppe mudelit platvormil Google Teachable Machine⁷. See tegevus andis õppijatele praktilise ülevaate sellest, kuidas masinõppe toimib kasutaja vaatenurgast, ning võimaldas katsetada, kuidas mudel reageerib erinevatele sisendandmetele.

Kuigi nimetatud harjutused said valdavalt positiivset tagasisidet, tõid mõned õpilased esile, et ülesanne, kus tuli eristada inimese ja tehisintellekti poolt loodud pilte, osutus keeruliseks. Vastajate hinnangul ei olnud TI ja inimese loodud piltide vaheline erinevus alati kergesti märgatav, mistõttu oli raske teha kindlaid otsuseid. Näiteks kirjeldasid nad: “Raske oli päris piltide ja TI piltide eristamine.” ning “Alguses oli raske otsustada, kumb pilt on tehtud TI

⁷ <https://teachablemachine.withgoogle.com/>

poolt.”. See näitab, et kuigi ülesanne oli sisuliselt väga väärtuslik ja arendav, pakkus see mõnele õppijale ka kognitiivset väljakutset, eeldades kõrgemat tähelepanu- ja eristusoskust.

Üldiselt märkisid enamik vastajaid, et õppematerjal oli arusaadav ning suuri raskusi ei esinenud. Siiski mainiti mitmel puhul, et kõiki ülesandeid ei jõutud piiratud aja tõttu lõpuni lahendada. Lisaks viidati mõne ülesande sõnastuse või ülesehituse ebaselgusele. Raskematena toodi esile ülesanded, mis nõudsid suuremat sisulist panust või hindamisoskust. Mõned õpilased nimetasid raskusena kirjutamise mahtu (“Väga palju kirjutamist.”).

Õpilased esitasid ka mitmeid ettepanekuid õppematerjali täiustamiseks. Vormilise poole pealt soovitati lühendada vahetekste, eemaldada kordusi ja täpsustada juhiseid, et vähendada segadust ülesannete alguses. Sisu osas soovitati lisada rohkem praktilisi ülesandeid, kus kasutatakse ChatGPT-d, ning mõningaid teemasid, nagu TI eetika ja rakendusvõimalused, sooviti käsitleda veelgi põhjalikumalt. Samuti märgiti, et õppematerjal sobiks paremini põhikooli lõpuklassidele, mistõttu võiks sihtrühma määratlemine edaspidi olla täpsem.

Kokkuvõttes näitab kvalitatiivne analüüs, et loodud õppematerjal on sisuliselt asjakohane, mitmekesine ning õppijate arvates praktiline. Õpilaste kommentaaridest selgusid nii tugevused kui ka arenduskohad, mille arvestamine võimaldaks materjali veelgi paremini kohandada õppijate vajadustele. Tagasisidest lähtuvaid ettepanekuid arvesse võttes täiendati ja kohandati õppematerjali.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli luua põhikooli III kooliastme õpilastele suunatud õppematerjal, mis aitaks mõista tehisintellekti olemust ning arendada oskusi selle teadlikuks ja vastutustundlikuks kasutamiseks. Töö teoreetilises osas käsitleti tehisintellekti mõistet, arengut, rakendusvõimalusi ning eetilisi ja hariduslikke aspekte.

Õppematerjali loomisel rakendati metoodikat “õppimine läbi tegevuse”, mis toetab aktiivset ja kogemuslikku õppimist. Loodi kuuest moodulist koosnev digitaalne õppematerjal, mis sisaldab teoreetilist sisu, praktilisi ülesandeid ja loovust arendavaid tegevusi. Materjal valmis Sisuloome platvormil, kasutades H5P tööriistu, mis võimaldavad interaktiivset ja õpilasekeskset õppimist.

Valminud õppematerjal testiti õpilaste peal ning koguti tagasisidet selle sobivuse, arusaadavuse ja huvitavuse kohta. Tagasiside põhjal võib järeldada, et loodud materjal on sisuliselt asjakohane, mitmekesine ning õppijate hinnangul praktiline ja arusaadav. Tagasiside analüüs viitas vajadusele suurendada õppematerjali huvitavust ning kohandada see täpsemalt vastavalt õpilaste vanusele ja eelnevatele teadmistele.

Töö tulemusena valmis põhikooli III kooliastme õpilastele suunatud digitaalne õppematerjal, mis võimaldab õpilastel saada esmase ülevaate tehisintellekti toimimispõhimõtetest ja kasutusvõimalustest.

Materjali edasiarendamisel on võimalik lisada mitmekesisemaid ülesandeid, mis võimaldavad õpilastel praktiliselt katsetada erinevaid tehisintellektil põhinevaid tööriistu. Samuti saab täiendada teoreetilist osa, käsitledes põhjalikumalt tehisintellekti toimimispõhimõtteid, aluseks olevaid tehnoloogiaid ning ühiskondlikke mõjusid. Edasised täiendused võivad hõlmata ka loovate rakendusvõimaluste uurimist ja ülesandeid, mis suunavad õpilasi kriitiliselt mõtlema TI rolli üle igapäevaelus ja hariduses.

Viidatud kirjandus

- [1] Watson, S. The Science of Artificial Intelligence. *The Science Teacher*, 2024, 48-53. <https://www-tandfonline-com.ezproxy.utlib.ut.ee/doi/pdf/10.1080/00368555.2024.2309697>
- [2] 3 Reasons Why Teaching (About) AI Is Important. <https://blocksi.net/blogs/3-reasons-why-teaching-about-ai-is-important/> (07.12.2024).
- [3] Cukurova, M. The Interplay of Learning, Analytics, and Artificial Intelligence in Education: A Vision for Hybrid Intelligence. *British Journal of Educational Technology* 2024, 2024. <https://arxiv.org/abs/2403.16081>
- [4] Mis on LTT või STEM? <https://ste.education/ltt-blogi/algus-blogi/> (07.12.2024).
- [5] World Economic Forum 2023. Future of Jobs: These are the most in-demand core skills in 2023. <https://www.weforum.org/stories/2023/05/future-of-jobs-2023-skills/> (07.12.2024).
- [6] Fleischmann, K. Making the case for introducing generative artificial intelligence (AI) into design curricula. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 2024, 187-207. <https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/c/qlurcm/viewer/pdf/kt4kvi5zbz>
- [7] Whitson, G. M. 2024. Artificial intelligence. *Salem Press Encyclopedia of Science*. <https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/c/qlurcm/viewer/html/vojdkpt4vj> (27.12.2024).
- [8] What Is Artificial Intelligence? Definition, Uses, and Types <https://www.coursera.org/articles/what-is-artificial-intelligence> (29.12.2024).
- [9] What is computer vision? <https://www.ibm.com/think/topics/computer-vision> (01.05.2025).
- [10] Stryker, C., Kavlakoglu, E. 2024. What is artificial intelligence (AI)? <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence> (29.12.2024).
- [11] The Editors of Encyclopaedia 2024. Deep Blue. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Deep-Blue> (28.01.2025).

- [12] Awati, R., Burns, E. 2023. IBM Watson supercomputer. .
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/IBM-Watson-supercomputer>
(28.01.2025).
- [13] Learning by doing: what is it and what is its methodology?
<https://smowl.net/en/blog/learning-by-doing-definition-methodology/> (28.01.2025).
- [14] Mekonnen, F. D. Evaluating the Effectiveness of “Learning by Doing” Teaching Strategy in a Research Methodology Course, Hargeisa, Somaliland. *African Educational Research Journal*, 2020, 13–19. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1242694>
- [15] Boser, U. 2020. Learning By Doing: What You Need To Know.
<https://the-learning-agency-lab.com/the-learning-curve/learning-by-doing/> (01.02.2025).
- [16] Sisuloome kasutustingimused.
<https://projektid.edu.ee/display/koolikott/Sisuloome+kasutustingimused> (30.04.2025).
- [17] Sisuloome: Digitaalsete õppematerjalide loomine. <https://sisuloome.e-koolikott.ee/>
(30.04.2025).
- [18] Stryker, C., Holdsworth, J. 2024. What is NLP?
<https://www.ibm.com/think/topics/natural-language-processing> (01.05.2025).
- [19] Lasky, J. Computer vision. *Salem Press Encyclopedia of Science*, 2024.
<https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/linkprocessor/plink?id=04d972bd-7728-3d96-b490-8c262a9bfcfc> (01.05.2025).
- [20] Mohn, E. Expert System (artificial intelligence). *Salem Press Encyclopedia of Science*, 2025. <https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/c/qlurcm/viewer/html/i52kwsvglb>
(02.05.2025).
- [21] What is machine learning? <https://www.ibm.com/think/topics/machine-learning>
(04.05.2025).
- [22] Tantawi, R. PhD. 2024. Machine learning. *Salem Press Encyclopedia*.
<https://research-ebSCO-com.ezproxy.utlib.ut.ee/linkprocessor/plink?id=b610a1b6-a22f-3876-aff2-cddc2cdfdd5c> (04.05.2025).

- [23] Crabtree, M. 2024. What is Machine Learning? Definition, Types, Tools & More. <https://www.datacamp.com/blog/what-is-machine-learning?> (07.05.2025).
- [24] Iyer, V., Manshad, M., Brannon, D. A Value-Based Approach to AI Ethics: Accountability, Transparency, Explainability, and Usability. *Mercados y Negocios*, 2025, 3–12. <https://doi-org.ezproxy.utlib.ut.ee/10.32870/myn.vi54.7815>
- [25] UNESCO Eesti rahvuslik komisjon. Tehisintellekti eetika. <https://unesco.ee/teadus/eetika/tehisintellekti-eetika/> (07.05.2025).
- [26] UNESCO Eesti rahvusliku komisjon. 2021. Soovitus tehisintellekti eetika kohta. https://unesco.ee/wp-content/uploads/2022/07/AI-soovitus_-ET_korr_C.pdf (07.05.2025).
- [27] The Importance of AI in Education for Teachers and Students. <https://blogs.helloparent.com/2024/06/05/the-importance-of-ai-in-education-for-teachers-and-students/> (08.05.2025).
- [28] Clugston, B. 2024. Advantages and disadvantages of AI in education. <https://www.ucanwest.ca/blog/education-careers-tips/advantages-and-disadvantages-of-ai-in-education> (08.05.2025).
- [29] Laak, K.-J. 2024. Tehisaru muudab õppimist ja õpetamist. Horisoni suur lugu. <https://teadus.postimees.ee/8100238/tehisaru-muudab-oppimist-ja-opetamist> (11.05.2025).
- [30] Raag, T. 2025. Koolid hakkavad sügisel targalt tehisaru rakendama. <https://opleht.ee/2025/03/koolid-hakkavad-sugisel-targalt-tehisaru-rakendama/> (08.05.2025).
- [31] TI-Hüpe. Uus peatükk e-Eesti arengus. <https://www.aileap.ee/> (08.05.2025).
- [32] Singh, S. 2018. Cousins of Artificial Intelligence. <https://medium.com/data-science/cousins-of-artificial-intelligence-dda4edc27b55> (09.05.2025).
- [33] Pea pool koolinoortest kasutab koolitöödeks AI tööriistu. Kuidas neid kooliellu integreerida? <https://opleht.ee/2024/09/pea-pool-koolinoortest-kasutab-koolitoodeks-ai-tooriistu-kuidas-neid-kooliellu-integreerida/> (13.05.2025).

Lisad

1. Loodud õppematerjal

Loodud õppematerjal Sisuloome keskkonnas <https://sisuloome.e-koolikott.ee/node/25031> .

2. Tagasiside vorm

Õppematerjali tagasisideküsitlus

Käesolev anonüümne küsitlus on loodud eesmärgiga koguda tagasisidet kooliõpilastele suunatud tehisintellekti teemalise õppematerjali kohta. Küsitlus aitab hinnata materjali arusaadavust, huvitavust ja sobivust koolikeskkonda.

Õppematerjaliga saab tutvuda selle lingi kaudu: <https://sisuloome.ee/koolikott.ee/node/25031> .

Teie vastused on väga olulised – need aitavad täiustada õppematerjali ning on osa bakalaureusetööst, mille eesmärgiks on luua tõhus ja kaasahaarav õppevahend tehisintellekti mõistmiseks ja kasutamiseks koolis.

Aitäh, et võtate aega tagasiside andmiseks!

*Kohustuslik küsimus

Mis klassis sa käid? *

- 7. klass
- 8. klass
- 9. klass
- 10. klass
- 11. klass
- 12. klass

Kui arusaadav õppematerjal sinu jaoks oli? *

	1	2	3	4	5	
Üldse ei olnud arusaadav	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Oli väga arusaadav

Kui huvitav õppematerjal sinu jaoks oli? *

	1	2	3	4	5	
Üldse ei olnud huvitav	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Oli väga huvitav

Kas õppematerjal oli loogiliselt üles ehitatud? *

- Jah
- Ei
- Osaliselt

Millised osad tundusid sulle kõige kasulikumad? *

Minu vastus

Millised osad olid arusaamatud või rasked? *

Minu vastus

Kuidas hindad õppematerjali raskusastet? *

- Liiga lihtne
- Parim
- Raske
- Väga raske

Mis oli sinu jaoks kõige raskem? *

Minu vastus

Mis vanuseastmele õppematerjal võiks sobida? *

- 7. - 8. klass
- 9. - 10. klass
- 11. - 12. klass

Kas praktilisi ülesandeid oli piisavalt? *

- Jah
- Ei
- Oleks tahtnud rohkem

Mida võiks muuta 1. moodulis? Pane kirja kõik oma ettepanekud ja mõtted, mis tekkisid.

Minu vastus

Mida võiks muuta 2. moodulis?

Minu vastus

Mida võiks muuta 3. moodulis?

Minu vastus

Mida võiks muuta 4. moodulis?

Minu vastus

Mida võiks muuta 5. moodulis?

Minu vastus

Mida võiks muuta 6. moodulis?

Minu vastus

Millised on sinu üldised ettepanekud või soovitused? Mida võiks esitatud õppematerjalis muuta või täiustada?

Minu vastus

Kas sooviksid tulevikus sarnaseid õppematerjale kasutada? *

- Jah
- Ei
- Võib olla

3. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Diana Prigoževa,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Tehisintellekti õppematerjali loomine põhikooli III kooliastmele, mille juhendaja on Kristi Salum, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
3. olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Diana Prigoževa

15.05.2025