

JÄRJEPIDEVUS INSENERI ÕPITEES

Mario Mäeots, Jaak Umborg



ÜLEVAADE. Käesolevas artiklis arutletakse gümnaasiumi ja kõrgkooli vahelise järjepidevuse tagamise üle tulevaste inseneride kasvatamisel ja koolitamisel. Järjepidevuse katkemine uute teadmiste ja oskuste omandamisel võib olla üheks insenererialadelt väljalangemise põhjuseks. Järjepidevuse tagamisel ja toetamisel on olulisel kohal näiteks gümnaasiumiõpetajate ja kõrgkooli õppejõudude tihedam kontakt või gümnaasiumile omaste õppemeetodite rakendamine inseneriõppes, nt uurimusliku õppe ja enesejuhtimise näol.

Võtmesõnad: inseneriõpe, järjepidevus, eneseregulatsioon

Keywords: engineering studies, continuity, self-regulated learning

1. Sissejuhatus

Kõrgkoolides pööratakse üha rohkem tähelepanu üliõpilaste väljalangevusele ja selle põhjuste uurimisele. Üliõpilaste väljalangevus on inseneriõppe erialadel probleemiks¹ ning mõjutab oluliselt selle valdkonna õpetamist ja õppimist. Põhjuseid, miks välja langetakse, on erinevaid. Eesti Lennuakadeemias tehtud uurimusest selgus, et kui reaali- ja tehnilistes õppeainetes tekivad õpiraskused, on vägagi tõenäoline, et üliõpilane langeb varem või hiljem välja². Eriti suur väljalangevus on insenerialade esimesel kursusel, mis selgelt näitab, et gümnaasiumi- ja kõrgkooliõpingute vaheline üleminek ei toimu sujuvalt, vaid kvalitatiivsete hüpetega. See annab tunnistust järjepidevuse katkemisest uute teadmiste, oskuste ja hoiakute arendamisel gümnaasiumi ja kõrgkooli vahel. Selle olukorra üheks parendamise võimaluseks kõrgkoolis on, et jälgitaks järjepidevuse tagamist üldhariduskooli ja kõrgkooli vahel nii uue õppematerjali edastamisel kui ka üliõpilaste hoiakute arendamisel. Teisalt on siin oma osa ka gümnaasiumi ettevalmistuses, just inseneriõppeks

¹ **Ahmed, N.; Kloot, B.; Collier-Reed, B.** 2015. Why students leave engineering and built environment programmes when they are academically eligible to continue. – European Journal of Engineering Education, Vol. 40(2), pp. 128–144. <doi:10.1080/03043797.2014.928670>.

² **Aaver, A; Roio, A; Umborg, J; Vanker, S.** 2015. Õpimotivatsiooni suurendamise võimalustest tehniliste ainete õpetamisel kõrgkoolis. – Tõhus õpe kõrgkoolis. KVÜÕA toimetised, 20. Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus, lk 135–147.

olulistes ainevaldkondades (esmajärjekorras füüsika ja matemaatika). Kui õpilane astub pärast gümnaasiumi kõrgkooli nõrkade teadmistega ja oskustega, on väljalangemine üsna tõenäoline³. Lisaks tuleb arvestada, et üleminekul gümnaasiumist kõrgkooli kogeb õpilane täiesti uut situatsiooni nii elukorralduslikul, sotsiaalsel kui ka normatiivsel tasandil⁴. Kui õpilane ei tule sellega toime ja ei saa õigeaegselt abi ega tuge, on jällegi loodud soodne pinnas väljalangemiseks ja järjepidevuse katkemiseks. Ühe lahendusena võib siin abiks olla enesejuhtimine, mis aitab õpilasel oma tegevusi paremini planeerida ja neid hinnata.

Käesolevas artiklis kirjeldatakse, kuidas toetab gümnaasiumi õppetöö õpilaste aine- ja üldpädevuste kujundamist. Lisaks käsitletakse nii teoreetilisi kui ka praktilisi võimalusi järjepidevuse tagamiseks ja enesejuhtimise toetamiseks inseneri õpitees.

2. Õpitee kõrgkooliks luuakse gümnaasiumis

Gümnaasiumihariduse üks eesmärgi on toetada õpilast selliselt, et ta on oma teadmiste ja oskuste poolest suuteline edasi õppima kõrg- või kutsekoolis (vt gümnaasiumi riiklik õppekava⁵). Enamasti rõhutakse õppekavas headele aineoskustele ja -teadmistele. Inseneride ettevalmistuse seisukohast peavad teadmiste ja oskuste arendamisse panustama nii matemaatika kui loodusainete ainevaldkonnad. Kui neis ainevaldkondades tehakse järeleandmisi, on õpilasel märksa keerulisem oma õpiteed inseneriõppes jätkata. Sellest tulevalt on gümnaasiumil õpilase õpitee kujundamises oluline roll. Kuid mitte ainult aineteadmine või -oskus ei ole oluline, vaid tähtis on ka üldine oskus oma õppimist juhtida.

Üks kaheksast üldpädevusest riiklikus õppekavas – õpipädevus – tähendab õpilase oskust oma õppimist planeerida ja seda lähtuvalt plaanist ning erinevaid õpistrateegiaid kasutades läbi viia. See on otsene viide õpiprotsessi juhtimisele või reguleerimisele ja õppimise õppijakesksele lähenemisele. Õpilase eneseregulatsiooni (*self-regulated learning*) on uuritud palju

³ Venezia, A.; Jaeger, L. 2013. Transitions from High School to College. – Future of Children, Vol. 23(1), pp. 117–136.

⁴ Marks, H. M.; Jones, S. R. 2004. Community Service in the Transition: Shifts and Continuities in Participation from High School to College. – The Journal of Higher Education, Vol. 75(3), pp. 307–339.

⁵ Gümnaasiumi riiklik õppekava. Vaadatud aadressil: <<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021>>.

ja enamasti peetakse selle all silmas õpilase oskust oma tegevust planeerida, jälgida ja hinnata⁶. Järgnevas peatükis käsitletakse eneseregulatsiooni lähtealuseid ja gümnaasiumis õpetatava näitel ka selle rakendamise võimalusi.

2.1. Ennastjuhtiv õppija

Ennastjuhtiv õpilane on võimeline seadma endale eesmärgi, koostama nende saavutamiseks plaane, viima läbi tegevusi, neid jälgima ning eesmärkide saavutamisele omapoolset hinnangut andma⁷. Selle käigus on õpilane oma õpitegevuses edukam, sest ta on suuteline enda õppimist kontrollima ja reguleerima.

Inseneriks kujunemise seisukohalt toetatakse gümnaasiumis enesejuhtimisega seotud oskusi läbi erinevate õppeainete ja õppekavas kirjeldatud üldpädevuste. Näiteks loodusainetes on see seotud uurimusliku õppega (*inquiry learning*)⁸. Uurimuslik õpe on meetod, mis on olemuselt õppijakeskne, teaduslikule lähenemisele, konstruktivismile ja uutele (enamasti õppija jaoks) avastustele orienteeritud^{9, 10, 11}. Sellega seostuvad uurimuslikud etapid (suunaseadmine, hüpoteeside sõnastamine, uurimine, järeldamine, arutlemine)¹², mille läbimisel õppija loob enesele uusi teadmisi ja oskusi. Järjepidevuse seisukohalt oleks vaja kindlasti nii gümnaasiumi kui ka kõrgkooli õppetöösse siduda rohkem uurimusliku õppe metoodikat.

⁶ **Zimmerman, B.; Schunk, D. H.** (Eds.) 2011. Handbook of self-regulation of learning and performance. New York: Routledge/Taylor & Francis.

⁷ **Schraw, G.; Crippen, K. J.; Hartley, K.** 2006. Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. – Research In Science Education, Vol. 36(1–2), pp. 111–139.

⁸ **Pedaste, M.; Sarapuu, T.** 2010. Uurimuslik õpe loodusainetes. Koppel, L. (Toim.). Valdkonnaraamat põhikooliõpetajatele. Loodusained. Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsiooni-keskus, lk 80–91.

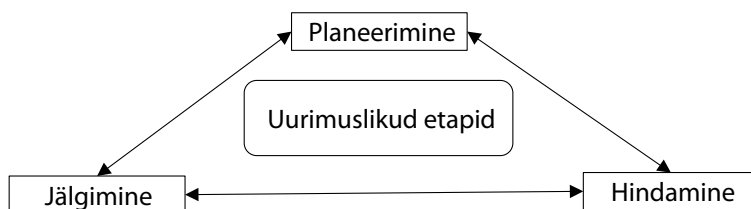
⁹ **Jong, T. de; Joolingen, W. R. van** 1998. Scientific discovery learning with computersimulations of conceptual domains. – Review of Educational Research, Vol. 68, pp. 179–201. <doi:10.3102/00346543068002179>.

¹⁰ **Manlove, S.; Lazonder, A. W.; Jong, T. de** 2006. Regulative support for collaborative scientific inquiry learning. – Journal of Computer Assisted Learning, Vol. 22, pp. 87–98. <doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00162.x>.

¹¹ **White, B. Y.; Frederiksen, J. R.** 1998. Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. – Cognition and Instruction, Vol. 16, pp. 3–118. <doi:10.1207/s1532690xci1601_2>

¹² **Pedaste, M.; Mäeots, M.; Siiman, L. A.; Jong, T. de; Riesen, S. A. van; Kamp, E. T.; Tsourlidaki, E.** 2015. Review: Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. – Educational Research Review, Vol. 14, pp. 47–61.

Uurimusliku õppe etappide läbimine ei ole õpilase jaoks kindlasti lihtne¹³, sest ta vajab head enesejuhtimist, mistõttu seostatakse uurimusliku õppega ka eneseregulatsiooni. Viimase puhul kirjeldatakse regulatiivseid protsesse (*regulative processes*), mis lähtuvad tavaliselt kolmest (juba eespool mainitud) etapist: planeerimine, jälgimine ja hindamine. Joonisel 1 on esitatud uurimusliku õppe ja regulatiivsete oskuste vahelised seosed.



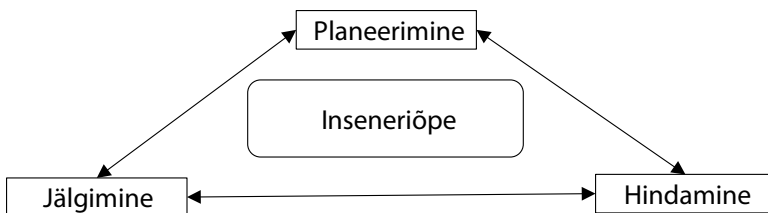
Joonis 1. Uurimusliku õppe etappide juhtimine enesejuhtimise kaudu (adapteeritud¹⁴)

Eeltoodu põhjal tegeleb õpilane iga uurimusliku õppe etapi juures selle planeerimise, jälgimise ja hindamisega. Nii on võimalik suunata õpilast oma tegevusi juhtima selliselt, et õppimine oleks tulemuslik. Sarnast mudelit saab rakendada ka inseneriõppes, mistahes teema või teemaploki õppimisel. Loomulikult eeldab see, et valmisolek on mõlemapoolne: värske üliõpilane peab olema suuteline gümnaasiumis omandatud oskusi ja teadmisi rakendada ja neid edasi arendama; õppejõul on aga oluline teada, millisel tasemel on tema üliõpilaste enesejuhtimine. Nii saab paindlikult oma õppetööd kavandada ja vajadusel üliõpilasi õpingutes toetada.

Lisaks on vajalik süsteemne lähenemine (ühtsed õppejõudude kokkulepped jne) ning pidev enesejuhtimist toetavate tegevuste integreerimine õppeprotsessi. Oluline on ka kõrgkooli õppejõudude ja gümnaasiumiõpetajate tihe kontakt – üks teab, mida teine teeb ja vastupidi. Ja kui eeldada, et gümnaasiumis (eriti loodusainetes) on õpilased harjunud oma õppimist juhtima, siis ei tohiks järjepidevuse katkemine olla siin enam probleemiks. Järjepidevust enesejuhtimises gümnaasiumi ja kõrgkooli vahel aitab mõtestada joonis 2.

¹³ Paas, F.; Renkl, A.; Sweller, J. 2004. Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. – *Instructional Science*, Vol. 32, pp. 1–8. <doi:10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>.

¹⁴ Mäeots, M.; Pedaste, M.; Sarapuu, T. 2011 (6–8 July 2011). Interactions between inquiry processes in a Web-based learning environment. Paper presented at the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, USA. <doi:http://10.1109/ICALT.2011.103>.

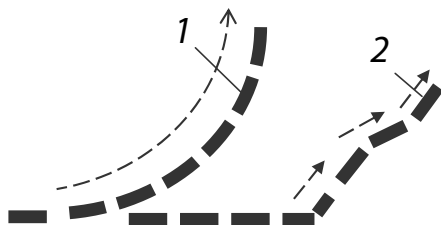


Joonis 2. Inseneriõpe ja selle juhtimine enesejuhtimise kaudu

Sama oluline kui gümnaasiumis, on suunata ka kõrgkoolis üliõpilasi seadma oma õppimisele eesmärged, kavandama tegevusi ja aega, jälgima ja hindama oma õppimist. Kuidas mõista järjepidevust ja milliseid võimalusi on veel järjepidevuse tagamiseks, kirjeldatakse järgmistes alapunktides.

3. Järjepidevuse mõiste

Järjepidevus kui filosoofiline kategooria kuulub universaalsete mõistete hulka, mis on kasutatavad kogu materiaalse maailma kohta. Selle mõiste all mõeldakse seoseid arengu nähtuste erinevate etappide vahel, mille käigus uus, eitades vana, säilitab endas vana elemendid. Järjepidevuse mõistet kasutatakse paljudes erinevates teadusharudes, kus tal on omad kindlad ise-loomulikud tunnused. Üldine on järjepidevuse juures see, et ta esineb ainult objektide progressiivsel arengul, mitte mistahes muutumisel. Järjepidev areng toimub madalamalt tasemelt kõrgemale sujuvalt, ilma kvalitatiivsete hüpeteta. Joonisel 3 illustreerib järjepidevat arengut sujuvalt muutuv kõver 1; kõver 2 näitab, et areng ei ole sujuv, vaid toimub hüppeliselt. Järjepidevuse korral kantakse vanast uude üle ainult selle väärtuslikud elemendid, mis on vajalikud progressiivseks arenguks.



Joonis 3. Järjepidev areng (kõver 1), hüppeline areng (kõver 2)

Järjepidevus pedagoogikas seisneb selles, et õppeprotsessis luuakse vajalikud seosed ja õiged vahekorrad õppeaine osade vahel, mida õpetatakse erinevates

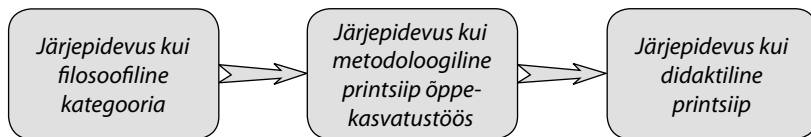
õpetamise etappides ning erineval tasemel. Sellest seisukohast lähtuvalt tuleb käesoleva töö kontekstis järjepidevust gümnaasiumi ja kõrgkooli vahel mõista kui optimaalsete sidemete loomist põhikoolis ja gümnaasiumis omandatud teadmiste, oskuste ja vilumuste ning kõrgkooli esimesel kursusel kõrgemal teaduslikkuse ja jõukohasuse tasemel omandatud teadmiste, oskuste ja vilumuste vahel. Järjepidevust tuleb püüda tagada ka õppimise juhtimise arendamisel ja selle toetamisel. Uuringud näitavad, et ennastjuhtiva õpilase tulemused on paremad võrreldes nendega, kellel need oskused head ei ole¹⁵. Tulevaste inseneride koolitamisel on oluline, et õppuri areng ennast juhtima kulgeks järjepidevalt, ilma suuremate kvalitatiivsete hüpeteta süsteemis: *ennastjuhtiv õpilane – ennastjuhtiv üliõpilane – ennastjuhtiv insener*.

Kõrgkoolis räägitakse tavaliselt järjepidevusest aine õpetamise ja omandamise eri astmete või koolide vahel, kusjuures silmas peetakse just optimaalsete sidemete loomist õppeainete vahel. Näiteks kui kõrgkooli esimesel kursusel õpetatakse elektrotehnikat, siis tuginetakse gümnaasiumi füüsika kursusele ja uue materjali edastamisel viidatakse gümnaasiumis õpitule. Aga tähtis on siinjuures veel see, et kõrgkoolis tuleb arvestada ka sellega, missugune õpistiil on värskel üliõpilasel välja kujunenud gümnaasiumis. Kui varem on ta õppeülesannete täitmisel järginud õpetajate korraldusi ehk tema õpitegevust juhtis õpetaja, siis on tal raske üle minna enesejuhtimisele ja oma aja planeerimisele, mis on vajalik kõrgkoolis.

Laiemas tähenduses võib järjepidevust pedagoogikas käsitleda kui metodoloogilist printsiipi kogu õppe-kasvatustliku töö organiseerimisel haridusvõrgus noorte ettevalmistamiseks tulevaseks tööks. Kitsamas tähenduses võib järjepidevust käsitleda kui ühte didaktilist põhiprintsiipi, mis on tihedalt seotud teiste didaktika printsiipidega, eelkõige teaduslikkuse ja järjestatuse ning süsteemsuse printsiipidega, kuid ta ei muundu nendeks, vaid säilitab oma erilise sisu.

Joonisel 4 on kujutatud eeltoodud järjepidevuse mõistete hierarhiline järjestatus, kus järjepidevus kui filosoofiline printsiip on kõige üldisem ja laiem mõiste, sellele järgneb järjepidevus pedagoogikas kui metodoloogiline printsiip ning veel kitsama tähendusega on järjepidevus kui didaktika põhiprintsiip, millest õpetaja ja õppejõud peab lähtuma õppeprotsessi kavandamisel ja läbiviimisel.

¹⁵ **Sitzmann, T.; Ely, K.** 2011. A meta-analysis of self-regulated learning in workrelated training and educational attainment: What we know and where we need to go. – Psychological Bulletin, Vol. 137, pp. 421–442.



Joonis 4. Järjepidevust iseloomustav mõistete hierarhiline järjestatus

Järjepidevus õppeprotsessis on tingimuseks, mis tagab ka teiste didaktika printsiipide rakendumise õppe-kasvatustöös, millest omakorda sõltub järjepidevuse realiseerumine. Näiteks süsteemsuse ja järjestatuse didaktilise printsiibi tagamine eeldab, et aine edastamisel jälgitakse aine sisemisest loogikast lähtuvat õppematerjali järjestatust ja järjepidevust. Süsteemsus ei realiseeru, kui pole tagatud järjepidevus ja optimaalsed ainetevahelised seosed. Nagu eespool märgitud, siis ka järjepidevus eeldab optimaalseid seoseid vana ja uue materjali vahel. Optimaalsed on sellised seosed, milliseid on kindlasti vaja, et mõista uut, kõrgemal teaduslikkuse tasemel olevat õppematerjali ja see omandada. Optimaalsete seoste loomiseks uue ja vana materjali vahel on oluline vanade teadmiste ja oskuste meelde tuletamine enne uue materjali läbimist.

Õppuri enda juures väljendub järjepidevus õppeprotsessis selles, et omandatud uus materjal on arusaadav, salvestub ja säilib mälus ning vajadusel aktualiseerub. Tekivad seosed vanade ja uute teadmiste vahel, vanad teadmised ja oskused muutuvad ja liituvad täiuslikumasse maailmapilti.

3.1. Võimalused järjepidevuse tagamiseks

Et tagada järjepidevust kõrgkooli õppetöös, peab õppejõud teadma, millised on need olulised indikaatorid, mille järgi võib hinnata, kas uue materjali edastamine ja omandamine toimub järjepidevalt või mitte. Nendest indikaatoritest võib välja tuua järgnevad kaks olulist järjepideva õppeprotsessi näitajat:

- 1) materjali edastamisel toetutakse varasematele (gümnaasiumis omandatud) teadmiste ja oskustele, viidatakse neile, aktualiseeritakse neid, luuakse nendega vajalikke seoseid;
- 2) uue materjali arendamisel lähtutakse teaduspõhisest lähenemisest, et leida kinnitust selle jõukohasusest ja asjakohasusest õppiija arendamisel.

Järjepidevuse tagamisel on oluline koht omandatud materjali regulaarsel kordamisel. Siinjuures tuleb vältida liigset vana kordamist ning liigset antud teema dubleerimist erinevates ainetes, mis vähendab õppurite tähelepanu ja

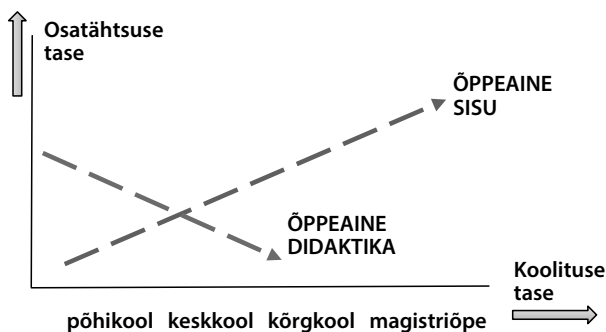
pärsib tunnetuslikku tegevust. Uue materjali edastamisel on oluline varem omandatud materjali, millele uus tugineb, aktualiseerimine, mis soodustab õppurite psühholoogilist häälestatust uue vastuvõtuks. Näiteks vajalik oleks, et tehnilise õppeaine õppejõud viitaks uue materjali edastamisel neile looduses esinevatele nähtustele, millele uus teema tugineb ja mida üliõpilane on varem õppinud kas kõrgkooli või gümnaasiumi loodusteaduste ainetes (eelkõige füüsikas). See annaks üliõpilasele positiivse häälestatuse, sest ta tunnetab, et varem õpitu toetab tema edasist õppimist ning kõik uus ei olegi ainult uus. Kui selliseid seoseid vana ja uue vahel tehnilistes ainetes ei looda, võib üliõpilasel tekkida tehnika õppimise suhtes psühholoogiline barjäär. Varem õpitu aktualiseerimine võimaldab ka eelnevalt selgitada, milleks uus teoreetiline õppematerjal vajalik on ja kuidas seda praktikas kasutada saab – see äratav õppurites huvi ja tõstab õpimotivatsiooni.

Reaalsus näitab, et õppuri teadmiste ja nende teadmiste praktikas kasutamise oskuste vahel võib olla suur lõhe. Sageli loodetakse, et kui omandatakse teadmised, siis on didaktiline eesmärk saavutatud. See ongi üks sagedane põhjus, mis tekitab järjepidevuse katkemise nii vaimsete kui praktiliste oskuste kujundamisel. Ainult õpitava tegevuse kirjeldamisega ei saa arendada õpitavat uut tegevust – uute oskuste arendamine ja vilumuste omandamine toimub ainult selle tegevuse sooritamise käigus. Oskusi ja vilumusi ei saa edasi anda ja vastu võtta, neid saab ainult õppur ise omandada. Siin on oluline jälgida, et teoreetilise materjali õppimine oleks seotud vajalike praktiliste rakenduste õppimisega.

Tõsiasi, et kõrgkooli esimesel kursusel tekib üliõpilastel raskusi uute teadmiste ja oskuste omandamisel, näitab, et järjepidevus erinevate teadmiste, oskuste ja hoiakute omandamise etappide vahel on katkenud. Üheks universaalseks meetodiks, kuidas tagada (või taastada) järjepidavust õppimise eri etappide vahel on selline, et üleminek etappide vahel jaotatakse väiksemateks vahepealseteks etappideks, et üleminek ühelt omandamise etapilt teisele oleks sujuvam. Õppuri iga vaimne või praktiline tegevus koosneb üksikutest tegevustest, mille võib jagada eraldi operatsioonideks. Näitena võib tuua üliõpilase laboritöö, kus ta viib läbi järgmisi toiminguid: laboritöö juhendi ja skeemide jälgimine, mõõtmiste sooritamine, arvutuste läbiviimine jne. Iga selline tegevus jaguneb üksikuteks operatsioonideks, mille hulgas eristuvad erinevad psüühilised protsessid nagu mõtlemine, tunnetus, ettekujutus, arusaamine, mälu jne. Õpitegevuse jaotamisel operatsioonideks võib lähtuda sellest, et kõikidest õpitavatest vaimsetest tegevustest on tähtsaim mõtlemine, mis on aluseks nii vaimsele kui ka praktilisele tegevusele. Mõtlemise aktiveerimine soodustab järjepidevuse realiseerimist nii vaimsete kui praktiliste

toimingute kujundamisel ja arendamisel. Tulevaste inseneride koolitamisel on tähtis arendada üliõpilaste tehnilist mõtlemist, mille eritunnuseks on sõlmede ja protsesside väljendamine matemaatiliste mudelitega. Mida keerulisem on õpitav süsteem või protsess, seda suuremat abstraherimise taset vajavad matemaatilised mudelid, millede koostamine (süntees) ja tõlgendamine (analüüs) nõuab spetsiifilist teaduslik-tehnilist mõtlemist.

Kuidas konkreetseid õpitavaid tegevusi jaotada etappideks ja vaheetappideks, sõltub üliõpilaste ettevalmistusest ja õppejõu pedagoogilisest ja erialasest kompetentsusest. Üldiselt kehtib haridusvõrgus selline seos didaktika ja õpetatava aine tundmise vahel, et mida madalamal kooliastmel õpetamine toimub, seda suurem tähtsus on didaktikal, samas kui kõrgemal tasemel õpetamisel tõuseb esiplaanile pigem erialaga seotud spetsiifilisem sisu. Joonisel 5 on kujutatud õppeaine ja aine didaktika osatähtsuse tase erinevatel koolituse astmetel.



Joonis 5. Õppeaine ja selle didaktika osatähtsuse tase sõltuvalt koolituse astmest

4. Ootused insenerile

Et tagada tulevaste inseneride tõhus koolitamine, on kõrgkoolis vaja jälgida, et kõik insenerile vajalikud teadmised, oskused ja hoiakud oleksid kooli lõpetanutel kujundatud ja arendatud õppekava nõuete tasemel. Spetsiifilisi teadmisi kujundatakse vastavas kõrgkoolis, kuid on mitmeid insenerile vajalikke oskusi ja hoiakuid, milliseid kujundab ja arendab põhikool ning gümnaasium. Üldhariduskoolis on võimalik luua nii kasvatusprotsessis kui erinevate õppeainete õpetamisel perspektiivseid seoseid insenerile vajalike teadmiste, oskuste ja hoiakutega. See soodustab järjepidevuse tagamist üldharidus- ja kõrgkooli vahel. Oluline on, et õpilane oskaks oma tegevust ise planeerida ja juhtida sellisel tasemel, mis võimaldab tal paremini kohaneda kõrgkooli õpikeskkonnaga.

Olulised erialased ja sotsiaalsed teadmised, oskused, võimed ja hoiakud, mida nõutakse tänapäeva insenerilt, on esitatud tabelis 1. Võrdluseks on lisatud tulp, milles kajastub gümnaasiumi roll inseneriks kujunemisel. Eristatakse ainepädevusi kui ka gümnaasiumi riikliku õppekava üldpädevusi.

Tabel 1. Ootused insenerile ja selle kandev roll gümnaasiumis^{16,17}

Ootused insenerile	Kandev roll gümnaasiumis		
	Matemaatika	Loodusained	Üldpädevused
Võime loovalt mõelda. Hea tehniline mõtlemine, mis tugineb ruumilisele ettekujutusele.	X	X	X
Mehaanikaoskused, mehaanika oluliste mõistete ja protsesside mõistmine, oskus kasutada oma kutsetöös vajalikke seadmeid ja tööriistu.		X	
Head teadmised ja oskused matemaatikast, matemaatiline analüüs, arvutused uue loomiseks ja tehniliseks diagnostikaks.	X		X
Digitaalne kirjaoskus, teadmised ja oskused riist- ja tarkvara vallas, sidevahendite kasutamise oskus.			X
Probleemide püstitamise ja nende lahendamise oskused, oskus leida probleemide tekitajat ja oskus luua ja testida probleemi lahendusi.	X	X	X
Meeskonna- ja koostööoskus.	X	X	X
Kuulamis- ja suhtlemisoskus.	X	X	X
Oskus enda tegevust juhtida ning projektijuhtimise oskused: projektide läbiviimine nõuab võimet korraldada oma aega, inim- ja materiaalseid ning rahalisi ressursse.	X	X	X

¹⁶ Pantoya, M. L.; Aguirre-Munoz, Z.; Hunt, E. M. 2015. Developing an Engineering Identity in Early Childhood. – American Journal Of Engineering Education, Vol. 6(2), pp. 61–68.

¹⁷ Yue, J. 2008. Spatial Visualization by Realistic 3D Views. – Engineering Design Graphics Journal, Vol. 72, pp. 28–38.

Tehnikaalase suhtlemise keeleks on kujunenud insenergraafika (skeemid, diagrammid ja piktogramm) ning matemaatika, millede õpetamine tulevasele insenerile on vajalik. Tehnilise mõtlemise protsessis on olulisel kohal teoreetilised ja praktilised komponendid, mis tulenevad teooria õppimisest ja selle õppimisega seotud praktilisest tegevusest, mis toetab õpitavat teooriat. Tulevasel inseneril on vaja välja arendada abstraktse ja kujundliku mõtlemise ühendamine. Selle saavutamisel on oluline osa kujutaval geomeetrial, mis arendab ruumilist mõtlemist. Ruumiline ettekujutus võimaldab opereerida abstraktsete ja kujundlike mudelitega ning luua uusi konstruktsioone¹⁸.

Tulevasel inseneril, nagu ka paljude teiste ametite puhul, sõltub tema töö tulemus väljakujunenud töökultuurist. Erialase töökultuuri kujundamine ja arendamine on pikaajaline protsess ning selle järjepidevalt kulgemiseks on vajalik, et saaks tugineda väljakujunenud üldisele töökultuurile, mis on omandatud enne kõrgkooli. Sestap on oluline järjepidevalt toetada inseneri töökultuuri kujunemist juba tema õpitee algusest.

Töökultuur on tihedalt seotud töö tulemuslikkuse ja kvaliteediga – see kehtib nii tööstuses, teeninduses kui ka õppeasutuses. Seega kui me soovime defineerida, mida me mõistame töökultuuri all mingis valdkonnas, siis peaksime lähtuma neist tegureist, mis tagavad töö tulemuslikkuse ja kvaliteedi selles valdkonnas. Töökultuur on erinevate mõtlemise liikide (näiteks tehniline mõtlemine), meetodite, vahendite, väärtushinnangute ning hoiakute ja käitumise vormide kogum, mis on omane mingis kindlas kutsetegevuse valdkonnas töötavatele inimestele. Töökultuuris kannab olulist rolli ka sisemine motivatsioon antud töö tegemisel ja inseneridele vajalik loomingulisus. Siit tuleneb, et õppuri töökultuuri hindamiseks õppeasutuses võib kasutada järgmisi näitajaid (indikaatoreid), mis iseloomustavad õppuri motiveerituse taset:

- valmidus eriala õppeülesannete iseseisvaks täitmiseks;
- loominguline lähenemine õppetööle;
- töö tähtjaline ja kvaliteetne täitmine;
- vastutustunne töö teostamisel;
- õigete töövõtete omandamine, ohutustehniliste ja muude ettekirjutuste täitmine.

¹⁸ **Wai, J.; Lubinski, D.; Benbow C. P.** 2009. Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance. – *Journal of Educational Psychology*, Vol. 101, pp. 817–835.

Üldise töökultuuri kujundamine noortel algab kodus ja üldhariduskoolis, kus tuleb jälgida ja nõuda, et õppeülesanded täidetak스 tähtaegselt ja nõuetekohaselt. Õpikeskkond, mis on õpilase töökeskkond, peab vastama ergonomika ja ohutustehnika nõuetele ja peab olema alati korras. Tuleb jälgida, et õpilase isiklikud ja kooli töövahendid oleksid korras.

Kõrgkoolis kujundatakse üldise töökultuuri alusel välja õpitavale kutsele või erialale omane töökultuur. Selle kujundamisel on õppejõule abiks ülaltoodud indikaatorid, mille järgi saab hinnata üliõpilaste töökultuuri nii teoreetiliste kui praktiliste õppeülesannete täitmisel ning välja selgitada parandamist vajavad toimingud ja tööloigud. Mistahes inseneeria valdkonna töökultuuri saab kõrgkoolis järjepidevalt kujundada ja arendada, kui üliõpilasel on juba varem kujunenud üldine töökultuur.

Ülaltoodud töökultuuri põhimõisted ja hindamise kriteeriumid on empiiriliselt välja kujunenud ja neid on kasutatud juba aastakümneid. Erinevates valdkondades on loetletud näitajate rõhuasetused erinevad. Näiteks lennunduses õhusõiduki hooldustööde läbiviimisel eelistatakse enamasti rutiinset eeskirjade täitmist, mitte loomingulist lähenemist antud tööle. Ei ole olemas universaalset töökultuuri, mis sobiks igas valdkonnas¹⁹.

Kokkuvõte

Käesolevas artiklis on keskendutud peamiselt gümnaasiumi ja kõrgkooli vahelise järjepidevuse tagamisele tulevaste inseneride kasvatamisel ja koolitamisel. Autorid on juurelnud antud teemat inseneriõppe kontekstis ning on püüdnud lähtuvalt sellest välja pakkuda erinevaid viise, kuidas järjepidevust tagada.

Kokkuvõtvalt toovad autorid välja järgmised soovitusel, mis aitaksid oluliselt gümnaasiumi ja kõrgkooli vahelist järjepidevust toetada:

- üliõpilase enesejuhtimise toetamine õppetegevuse kaudu – õppejõud peaksid rohkem suunama üliõpilasi oma tegevusi planeerima, jälgima, hindama;
- uurimusliku õppe rakendamine inseneriõppes ja selle seostamine enesejuhtimisega – aitab kaasa õpilase oskustele probleeme lahendada teadusliku mõtteviisi abil;

¹⁹ **Umborg, J.; Vanker, S.** 2004. Järjepidevus töökultuuri kujundamisel ja arendamisel üldhariduskooli ja kõrgkooli vahel. Rahvusvaheline konverents „Töö- ja koostöökultuur koolis/ Culture of Work and Cooperation at School”. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, Pärnu Kolledž, lk 187–193.

- gümnaasiumiõpetaja ja kõrgkooli õppejõu tihedam kontakt – tagamaks mõistmine ja arusaam sellest, mida teeb üks ja mida teeb teine;
- asjakohaste (gümnaasiumitasel arvestavate) õppematerjalide koostamine ja rakendamine – toetab eelmist punkti, kuid rõhub rohkem aine- ja üldpädevuste kontekstile;
- õpilaste ja üliõpilaste õpi- ja töökultuuri, millest kujuneb välja noore inseneri spetsiifiline töökultuur, järjepidev kujundamine ja arendamine.

Ülaltoodust väärib eraldi esiletõstmist gümnaasiumiõpetajate ja kõrgkoolide õppejõudude tihedam koostöö gümnaasiumi ja kõrgkooli vahelise järjepidevuse tagamiseks. Seni on rohkem organiseeritud seminare ja konverentse eraldi nii üldhariduskooli õpetajatele kui kõrgkoolidele, kuid on otstarbekas korraldada koolidevahelisele järjepidevusele pühendatud üritusi, kus osalevad nii üldhariduskooli kui kõrgkoolide esindajad. Kõrgkoolide õppejõududel on võimalus vahetult tutvuda gümnaasiumi õppetöö ja õpetajatega, kui nad kasutavad kodanikualgatusel põhinevat liikumist „Tagasi kooli”.

Kõrgkoolis tuleb rohkem tähelepanu pöörata selliste õpikute koostamisele, mis on mõeldud kasutamiseks noorematel kursustel ning tuginevad suurel määral gümnaasiumis õpitule. See aitaks kaasa järjepidevuse tagamisele ka inseneride koolitamisel. Praegused kõrgkoolide inseneeria valdkonna õpikud on sageli üle koormatud matemaatiliste valemite ja mudelitega, millest arusaamine on raske ka üliõpilasele – seepärast peaks just kõrgkooli esimestel kursustel kasutatama õpikuid, kus on rohkem selgitavat teksti.

Lõpetuseks soovivad autorid rõhutada, et kõige tähtsam, mida üldharidus- ja kõrgkool peavad noortel järjepidevalt kujundama ja arendama, on teadmised ja oskused, mis toetavad loogika arendamist ja korrektset keelekasutust. Kui see tingimus on täidetud, siis on võimalik kõrgkoolis üliõpilastel efektiivsemalt arendada mistahes erialast mõtlemist – inseneridel on selleks tehniline mõtlemine.

Kirjandus

- Aaver, A; Roio, A; Umborg, J; Vanker, S.** 2015. Õpimotivatsiooni suurendamise võimalustest tehniliste ainete õpetamisel kõrgkoolis. – Tõhus õpe kõrgkoolis. KVÜÖA toimetised, 20. Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus, lk 135–147.
- Ahmed, N.; Kloot, B.; Collier-Reed, B.** 2015. Why students leave engineering and built environment programmes when they are academically eligible to continue. – European Journal of Engineering Education, Vol. 40(2), pp. 128–144. <doi:10.1080/03043797.2014.928670>.

- Jong, T. de; Joolingen, W. R. van** 1998. Scientific discovery learning with computer-simulations of conceptual domains. – *Review of Educational Research*, Vol. 68, pp. 179–201. <doi:10.3102/00346543068002179>.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava.** Vaadatud aadressil: <<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021>>.
- Manlove, S.; Lazonder, A. W.; Jong, T. de** 2006. Regulative support for collaborative scientific inquiry learning. – *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 22, pp. 87–98. <doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00162.x>.
- Marks, H. M.; Jones, S. R.** 2004. Community Service in the Transition: Shifts and Continuities in Participation from High School to College. – *The Journal of Higher Education*, Vol. 75(3), pp. 307–339.
- Mäeots, M.; Pedaste, M.; Sarapuu, T.** 2011 (6–8 July 2011). Interactions between inquiry processes in a Web-based learning environment. Paper presented at the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, USA. <doi:http://10.1109/ICALT.2011.103>.
- Paas, F.; Renkl, A.; Sweller, J.** 2004. Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. – *Instructional Science*, Vol. 32, pp. 1–8. <doi:10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>.
- Pantoya, M. L.; Aguirre-Munoz, Z.; Hunt, E. M.** 2015. Developing an Engineering Identity in Early Childhood. – *American Journal Of Engineering Education*, Vol. 6(2), pp. 61–68.
- Pedaste, M.; Mäeots, M.; Siiman, L. A.; Jong, T. de; Riesen, S. A. van; Kamp, E. T.; Tsourlidaki, E.** 2015. Review: Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. – *Educational Research Review*, Vol. 14, pp. 47–61.
- Pedaste, M.; Sarapuu, T.** 2010. Uurimuslik õpe loodusainetes. Koppel, L. (Toim.). Valdkonnaraamat põhikooliõpetajatele. Loodusained. Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus, lk 80–91.
- Schraw, G.; Crippen, K. J.; Hartley, K.** 2006. Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. – *Research In Science Education*, Vol. 36(1–2), pp. 111–139.
- Sitzmann, T.; Ely, K.** 2011. A meta-analysis of self-regulated learning in work-related training and educational attainment: What we know and where we need to go. – *Psychological Bulletin*, Vol. 137, pp. 421–442.
- Umborg, J.; Vanker, S.** 2004. Järjepidevus töökultuuri kujundamisel ja arendamisel üldhariduskooli ja kõrgkooli vahel. Rahvusvaheline konverents „Töö- ja koostöö-kultuur koolis/ Culture of Work and Cooperation at School”. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, Pärnu Kolledž, lk 187–193.
- Venezia, A.; Jaeger, L.** 2013. Transitions from High School to College. – *Future of Children*, Vol. 23(1), pp. 117–136.
- Zimmerman, B.; Schunk, D. H.** (Eds.) 2011. *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New York: Routledge/Taylor & Francis.

- Wai, J.; Lubinski, D.; Benbow C. P.** 2009. Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance. – *Journal of Educational Psychology*, Vol. 101, pp. 817–835.
- White, B. Y.; Frederiksen, J. R.** 1998. Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. – *Cognition and Instruction*, Vol. 16, pp. 3–118. <doi:10.1207/s1532690xci1601_2>.
- Yue, J.** 2008. Spatial Visualization by Realistic 3D Views. – *Engineering Design Graphics Journal*, Vol. 72, pp. 28–38.

Dr MARIO MÄEOTS

TÜ haridusteaduste instituudi haridustehnoloogia teadur ja programmijuht

Dr JAAK UMBORG

Eesti Lennuakadeemia professor