

Tallinna Pedagoogikaülikool  
Matemaatika-loodusteaduskond  
Informaatika osakond

Andres Krall

MULTIMEEDIUMIPÕHINE TOOTEDISAINI ÕPIK TÖÖÕPETUSE ÕPETAJAILE  
- PROTOTÜÜBI KAVANDAMINE JA EVALVATSIOON

Magistritöö

Juhendaja:  
Mart Laanpere

Autor: .....“ .....” .....2003  
Juhendaja: .....” .....” .....2003  
Osakonna juhataja: .....” .....” .....2003

Tallinn 2003

<b>Teaduskond</b> Matemaatika-loodusteaduskond		<b>Õppetool</b> Informaatika osakond
<b>Töö pealkiri</b> Multimeediumipõhine tootedisaini õpik tööõpetuse õpetajaile - prototüübi kavandamine ja evalvatsioon		
<b>Teadusvaldkond</b> Informaatika		
<b>Taotletav kraad</b> magistrikraad	<b>Kuu ja aasta</b> November 2003	<b>Lehekülgede arv</b> 100 + lisad
<p><b>Referaat</b> Käesoleva magistritöö pealkirjaks on "Multimeediumipõhine tootedisaini õpik tööõpetuse õpetajaile - prototüübi kavandamine ja evalvatsioon". Töö on kirjutatud Eesti keeles, milles on 44 joonist, 1 tabel, 11 lisa ja 39 allikat.</p> <p><b>Magistritöö probleem:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. kuidas kavandada ja luua multimeediumipõhist õpikut, mille abil õpilane võiks õppida iseseisvalt kasutama tootedisaini tarkvara;</li> <li>2. millised peavad olema selle õpiku funktsionaalsused ja tehniline platvorm.</li> </ol> <p>Töö <b>eesmärgiks</b> on tootedisaini tarkvara multimeediumipõhise õpiku prototüübi väljatöötamine, mis ärataks õpilastes huvi valmistatava tööeseme vastu ja motiveeriks õpilast iseseisvalt välja töötama uusi tehnoloogilisi lahendusi tööeseme valmistamiseks ning ärataks õpilases erihuvisid. Erihuvide all mõistame võimalust eneseteostuseks esinemisega näitustel, koolidevahelistel eseme disainimise võistlustel oma disainitud ja valmistatud tööesemega.</p> <p><b>Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised ülesanded:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. uurida kirjanduslikke allikaid antud teema kohta;</li> <li>2. kavandada disaini tarkvara multimeediumipõhise õpiku prototüüp;</li> <li>3. valmistada disainiülesannete kogu valitud teemade kohta;</li> <li>4. koostada harjutustundide metoodilised käsitlused;</li> <li>5. viia läbi õpikut kasutava sihtrühma analüüs.</li> </ol> <p>Töö tulemina valmis MÕPIKu (multimeediumipõhise õpiku) prototüüp, mis loodi Reigeluthi õpisüsteemide disaini mudelile tuginedes. Õpikus leiduvate ülesannete valikul ja pedagoogilise kontseptsiooni rajamisel lähtuti Lave ja Wegneri situatiivse õppe mudelist. Harjutusülesanded koosnevad esemetest, mis on kasutusel igapäevases elus, õpilasele tuttavas kontekstis. See tagab omakorda õpilase huvi disainitava eseme vastu (pliiatsihoidja, kella sifferplaat, CD pleier jt.). MÕPIKu formatiivne evalvatsioon teostati kvalitatiivseid meetodeid kasutades (s.h. videoülesvõtted ja intervjuud). Evalvatsiooni eesmärgiks oli tuua välja õpiku puudused ja positiivsed omadused ning anda omapoolne hinnang ettepanekute näol. Evalvatsiooni tulemusena viidi MÕPIKusse sisse mitmeid parandusi.</p>		
<b>Võttesõnad:</b> Arvutid tööõpetuses, tootedisain, multimeedium, situatiivne õpe.		
<b>Säilitamise koht:</b> TPÜ Raamatkogu		
<b>Töö autor:</b> Andres Krall		allkiri:
<b>Kaitsmisele lubatud:</b> <b>Juhendaja:</b> Mart Laanpere		allkiri:

<b>Fakultät</b> Mathematik-Naturwissenschaft		<b>Lehrstuhl</b> Informatik
<b>Titel der Arbeit</b> Auf Multimedia basierendes Lehrbuch des Erzeugnisproduktes für Lehrer des Arbeitsunterrichts – das Entwerfen des Prototyps und die Schätzung		
<b>Wissenschaftsbereich</b> Informatik		
<b>Anzustrebender Grad</b> Magistergrad	<b>Monat und Jahr</b> November 2003	<b>Seitenzahl</b> 100 + Beilagen
<p><b>Referat</b> Die vorliegende Magisterarbeit heisst: “Auf Multimedia basierendes Lehrbuch des Erzeugnisproduktes für Lehrer des Arbeitsunterrichts – das Entwerfen des Prototyps und die Schätzung”. Die Arbeit ist in estnischer Sprache und enthält 44 Skizzen, 1 Tabelle, 11 Beilagen und 39 Quellenmaterialien</p> <p><b>Problemstellung</b> dieser Magisterarbeit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wie kann man ein Lehrbuch entwerfen und schaffen, das auf Multimedia basiert und mit dessen Hilfe ein Schüler selbständig Software für Erzeugnisprodukte benutzen kann;</li> <li>2. Welche funktionellen Ziele und technische Plattform das Lehrbuch haben muss .</li> </ol> <p>Das <b>Ziel</b> dieser Arbeit ist: Das Ausarbeiten des Prototyps des Lehrbuches, das auf Multimedia basiert und Software des Designes des Erzeugnisproduktes behandelt. Es weckt gleichzeitig das Interesse der Schüler für das anzufertigende Arbeitsobjekt und motiviert auch zum selbständigen Anfertigen eines neuen Gegenstandes mit Hilfe neuer technologischer Lösungen. Gleichzeitig müsste es auch Sonderinteressen der Schüler wecken. Sonderinteressen – das sind Möglichkeiten zur Selbstverwirklichung, um auf Ausstellungen oder bei Wettbewerben mitzumachen, die zwischen der Schülern der verschiedenen Schulen stattfinden, um mit selbstdesigneten und –gefertigten Gegenständen aufzutreten.</p> <p><b>Aufgaben</b> zum Erreichen des Zieles sind folgende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untersuchen verschiedener literarischer Quellen zu diesem Thema</li> <li>2. Entwerfen des Prototyps des Lehrbuches für Software, die auf Multimedia basiert</li> <li>3. Vorbereiten einer Sammlung von Designübungen für ausgewählte Themen</li> <li>4. Zusammenstellen der methodischen Behandlungen für Übungsstunden</li> <li>5. Durchführen einer Analyse der Bestimmungsgruppe der Schüler, die dieses Lehrbuch benutzte</li> </ol> <p>Als Ergebnis dieser Arbeit wurde der Prototyp des Lehrbuches vorgelegt, das auf das Modell des Designes des Reigeluth-Lernsystems basiert. Eine Auswahl von Übungen im Buch und die pädagogische Konzeption stützen sich auf Modell der Situationslehre von Lave und Wegner. Übungsaufgaben bestehen aus Dinge, die alltäglich benutzt werden und für die Schüler im Kontext bekannt sind. Das garantiert ihrerseits Interesse für Dinge, die sie entwerfen: Bleistifthalter, Zifferblätter, CD-player u.a. Die formative Schätzung des Prototyps des Lehrbuches wurde durch qualitative Methoden geschaffen (darunter Videoaufnahmen und Interviews). Das Ziel der Schätzung ist die Mangelpunkte und positiven Eigenschaften des Buches herauszufinden, um eine eigene Schätzung durch Vorschläge zu geben. Als Ergebnis der Schätzung wurden im Lehrbuch mehrere Verbesserungen gemacht.</p>		
<b>Schlüsselwörter:</b> Computers, Erzeugnisdesign, Multimedia, Situativlehre.		
<b>Aufbewahrungsort:</b> Bibliothek der Pädagogischen Universität Tallinn		
<b>Vorgelegt von:</b> Andres Krall		<b>Unterschrift:</b>
<b>Verteidigung zugesagt:</b> <b>Wissenschaftliche Betreuung:</b> Mart Laanpere		<b>Unterschrift:</b>

<b>Sissejuhatus .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Tööõpetuse seis koolis .....</b>	<b>8</b>
1.1 TÖÖÕPETUSE SISU, MUUTUSTRENDID .....	8
1.2 DISAIN JA SELLE OSATÄHTSUS TÖÖÕPETUSES .....	12
1.2.1 Disaini põhimõtete rakendamine tööõpetuses .....	18
<b>2. Arvuti rakendamine tööõpetuses.....</b>	<b>21</b>
2.1 ARVUTI KUI ÕPETAMISE VAHEND. ....	21
2.1.1 Arvuti kasutamine Eesti koolides .....	22
2.2 ARVUTI KASUTAMINE TÖÖÕPETUSES- TEOORIA JA PRAKTIKA .....	25
2.2.1 Tööõpetuse integratsioon teiste ainetega.....	29
2. 3 IKT LÄBIVA TEEMANA ÕPPEKAVAS JA TÖÖÕPETUSE AINEKAVAS .....	30
<b>3. Disaini tarkvara .....</b>	<b>33</b>
3.1 TARKVARA HINDAMISE KRITERIUMID .....	33
3.2. DISAINI TARKVARA EVALVATSIOON .....	36
3.2.1 Vabavara.....	38
3.2.1.1 Pro/DESKTOP Express .....	38
3.3 KOMMERTSTARKVARA .....	40
3.3.1 Vertex G4.....	40
3.3.2 Pro/DESKTOP 2000i.....	42
3.3.3 2D ja 3D tarkvara funktsionaalsuse võrdlus .....	43
<b>4. Multimeediumipõhise õpiku loomine.....</b>	<b>45</b>
4.1 MULTIMEEDIUMIPÕHISE ÕPIKU LOOMISE ALUSMUDEL .....	45
4.1.1 Vajaduste analüüs.....	46
4.1.2 Õppesisu määratlemine .....	47
4.1.3 Strateegia ja taktika .....	50
4.1.4 Evalvatsioon.....	51
4.2 STORYBOARD.....	57
<b>5. Multimeediumipõhise prototüübi kirjeldus .....</b>	<b>68</b>
5.1 SISSEJUHATUS MÕPIKUSSE .....	68
5.2 TÖÖESEM E VALIK.....	73
5.3 TÖÖESEM E VALIK JA SELLE VALMISTAMISE PÕHIKRITERIUMID .....	76
5.4 HARJUTUSÜLESANDED .....	86
5.5.1 Pro/ Desktop Expressi rakendamine harjutusülesannete lahendamisel.....	89
<b>Kokkuvõte.....</b>	<b>94</b>
<b>Kasutatud kirjandus.....</b>	<b>96</b>
<b>LISAD .....</b>	<b>100</b>

## Sissejuhatus

Tänu Tiigrihüppe programmile on Eesti koolid arvutitega suhteliselt hästi varustatud. Enamus õpetajaist ja õpilastest omab arvutialaseid algteadmisi, millest piisab toimetulekuks lihtsamate ülesannetega nagu tekstitöötlus ja infootsing internetis. Tänu sellele on internet muutunud oluliseks õppematerjalide levitamise ja kasutamise kohaks.

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) vahendite kasutamine avardab märkimisväärselt kättesaadavat infohulka ning selle esitlemise võimalusi. IKT vahendeid kasutavad õpetajad, kes tahavad ajaga kaasas käia, luua õpilastele aine omandamiseks uusi huvitavaid lahendusi ning motiveerides õpilasi ainetunnis aktiivselt kaasa töötama. See teeb õpetamise huvitavaks ja seab õpetajale uusi väljakutseid infotehnoloogia maailmas.

Koolides on olemas arvutiklassid koos sinna juurde kuuluva esitlustehnikaga, kuid õpetajal napib didaktilisi oskusi, kuidas arvutit oma ainetunnis tulemuslikult rakendada. Tihti peale tekitab õpetajates hirmu arvuti ees võõrkeelne õpitarkvara. Paljud õpetajad ei valda võõrkeelseid aine spetsiifikast tulenevaid termineid ja ka õpilastele vajalikku informatsiooni edasiandmine on raskendatud.

Tööõpetus on läbi aegade olnud aine, mida omandatakse peamiselt käelise tegevuse kaudu. Samas võib väita, et ka teadmised ja loominguline lähenemine on väga olulised. Tööeseme valmistamiseks on vaja ese eelnevalt skitseerida paberile joonistena ja seejärel tuleks kujundada tema väljanägemine ehk disainida. Tihti peale nõuab tööeseme valmistamise eeltöö palju aega ja suurt materjali kulu ning mitmesuguseid erivahendeid, mistõttu tööõpetuse õpetaja üldjuhul seda õpilastele ülesandeks ei esita. Seetõttu valmistatakse tööõpetuse tundides aastast-aastasse sarnaseid töid, kõik õpilased peavad järgima sama kavandit. See vähendab õpilaste huvi tööõpetuse kui õppeaine vastu.

Et motiveerida õpilast esemega innukalt tegelema on eelnevalt otstarbekas ese kujundada arvutis, kasutades vastavat disaini tarkvara ja rakendades seejuures õpilase loomingulist lähenemist tööprotsessi.

Käesolevas töös on eseme kujustamiseks (disainimiseks) arvutis soovitatud kasutada tarkvara Pro/DESKTOP Express. Tegemist on jaosvaraga, mida on piiratud aja jooksul õigus tasuta kasutada ja mis seetõttu on kättesaadav kõigile Eesti koolidele.

Eestikeelse kasutajaliidesega tootedisaini tarkvara seni puudub, mistõttu töö arvuti ja käesolevast töös käsitletava tarkvaraga on paljude õpetajate ja õpilaste jaoks raskendatud. Seetõttu on otstarbekas välja töötada multimeediumipõhine õpik, milles leidub õpimaterjali ja juhiseid tarkvara kasutamiseks õpilase emakeeles. Eelnevast tõstatub **probleem**:

- 1) kuidas teha multimeediumipõhist õpikut, mis õpetab õpilast kasutama tootedisaini tarkvara;
- 2) millised peavad olema selle õpiku funktsionaalsused ja tehniline platvorm.

Magistritöö **eesmärgiks** on disaini tarkvara multimeediumipõhise õpiku prototüübi väljatöötamine, mis ärataks õpilastes huvi valmistatava tööeseme vastu ja motiveeriks õpilast iseseisvalt välja töötama uusi tehnoloogilisi lahendusi tööeseme valmistamiseks ning ärataks õpilases erihuvisid. Erihuvide all mõistame võimalust eneseteostuseks esinemisega näitustel oma disainitud ja valmistatud tööesemega.

**Uurimise aineks** on kavandatud disainiõpetuse elementide sisseviimist poiste tööõpetuse programmi.

Töö eesmärgi saavutamiseks lähtutakse eeldusest: disaini tarkvara ja tarkvara õpikeskkonna kasutamine tööõpetuse tunnis äratab õpilases huvi aine vastu ja muudab aine omandamise efektiivsemaks ja kaasajalisemaks (kuulatakse ja uuritakse teooriat, kavandatakse ja konstrueeritakse).

Magistritöö täitmiseks kasutatakse järgmisi uurimismeetodeid: kirjanduse analüüs, ankeetküsitlus, õpikut kasutava sihtrühma analüüs.

Eesmärgi saavutamiseks püstitame järgmised **ülesanded**:

1. uurida kirjanduslikke allikaid antud teema kohta;
2. kavandada disaini tarkvara õpiku prototüüp;
3. valmistada disainiülesannete kogu valitud teemade kohta;
4. koostada harjutustundide metoodilised käsitlused;
5. viia läbi õpikut kasutatava katseisikute analüüs.

## 1. Tööõpetuse seis koolis

### 1.1 Tööõpetuse sisu, muutustrendid

Möödunud sajandi esimesel poolel oli tööõpetusel oluline õpetuslik suunitlus, sest küllalt palju eluks vajalikku tuli valmis teha oma kätega. Koolis omandatud käelised oskused olid elus samavõrd vajalikud kui lugemis-, kirjutamis- ja arvutamisoskus.

Tänapäevaks on inimeste elulaad arenenud riikides sedavõrd teisenenud, et enamik vajaminevaid esemeid on kõigile kättesaadavad tööstustoodetena ja üha rohkem surub ennast peale tehnikamaailm. (Rihvk 2002). Tekib küsimus tööõpetuse vajalikkusest. See aga sõltub, kuidas väärtustatakse nii õpilase kui ka teiste poolt “ise tehtut”. Teadmisest, et luuakse midagi unikaalset ja kordumatut, mida masin ei suuda. Ja arusaamisest, et tööõpetuse tunnis tehtavad tööd virgutavad poiste tehnilist taipu, loovust, algatusvõimet, käelise tegevuse eeldusi ja isiksuseomadusi, mida teised õppeained ei suuda teha kaugeltki sellisel määral.

2003. aastal sai valmis uus tööõpetuse ainekava, mis kannab järgnevat nime – **töö- ja tehnoloogiaõpetus**.

Töö- ja tehnoloogiaõpetus on integratiivne õppeaine, mis loob soodsad võimalused erinevates õppeainetes omandatu loovaks rakenduseks (RT I 2002). Interaktiivsus vähendab kasutajate isoleerituse tunnet, tõstab paindlikust, võimaldab uusi kogemusi, lubab rohkem meeli kasutada peale passiivse lugemise ja kuulamise (Belanger ja Jordan 2000). Integratiivses õppeprotsessis pööratakse olulist tähelepanu õpilaste loovusele ja innovaatilisele käelisele tegevusele, mis õpetab õpilaste kaasaegset maailma tunnetama ja seal toime tulema.

Veel hiljuti oli tööõpetus suunatud konkreetsete oskuste omandamisele. Esmajärguline oli tootlikkus, looming oli teisejärguline. Õpilaste isikupära, valiku- ja otsustusvõimalus oli kolmandajärguline (Rajando jt 2002).

Tänapäeva maailm nõuab aga õpilaselt mitmekülgset valmisolekut nii loovuse osas kui ka oskusi loomingulisi ideid genereerida, nende katsetamist ja rakendamist leiutamisprotsessis.



Kui õpilane kogeb eneseteostuse võimalusi, tugevneb tema usk oma võimetusse, areneb ettevõtlik ja innovaatiline meel (Soobik 2001).

1995. aastal koosnes tööõpetuse programm järgmistest kriteeriumitest ja eesmärkidest (Kulderknup 1995):

- kasvatada õpilases tööks vajalikke isiksuseomadusi (iseseisvust, kohusetunnet, püsivust, eesmärgikindlust jne);
- kujundada töökultuuri harjumusi, esteetilist maitset, säästvat suhtumist loodusvaradesse ja ühiskondlikku omandisse;
- anda eluks vajalikke teadmisi, oskusi ja vilumusi lihtsamate üldlevinud tööde sooritamiseks;
- arendada õpilase füüsilisi ja vaimseid võimeid, loovust ja tehnilist taipu.

Kui eelmises tööõpetuse ainekavas domineeris rahvuslik töötraditsioon ja elementaarsete mootorsete oskuste õppimine, siis praegune seab õpilastele ülesande orienteeruda ning rääkida kaasa homses virtuaalses ja tehnoloogilises maailmas (Soobik 2001).

Erinevalt 1995. aasta programmist on uus programm saanud mõningaid täiendusi seoses tehnoloogia arenguga maailmas.

Töö- ja tehnoloogiaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- omandab tehnoloogia vallas loova mõtlemise, oskuse õpitut uutes olukordades kasutada;
- omandab oskuse kavandada ja teostada oma tehnoloogilisi ideid keskkonda säästvalt, arvestades esteetilisi ja eetilisi väärtusi, kvaliteeti ning otstarbekust;
- kogeb eneseteostust sensomotoorse tunnetuse ja tehnilise tegevuse kaudu, tugevdab usku oma võimetusse, arendab ettevõtlikust ja innovaatilisust;
- õpib valima ja töötleva mitmesuguseid materjale, kasutades sobivaid töövahendeid, olema töötades säästlik ja teadlik tarbija;
- õpib töötama üksi ja rühmas, oma töö eest vastutama;

- õpib tundma ja rakendama ratsionaalseid töövõtteid, kasutama ergonoomilisi tööriistu, juhinduma praktilises tegevuses töötervishoiu ja tööohutuse nõuetest;
- väärtustab, hoiab ja arendab rahvuslikku käsitöö- ja tehnikakultuuri, tunneb vastutust kultuuritraditsioonide säilimise ees;
- arendab tehnilist taipu, omandab üldtehnilisi teadmisi, elementaarse kirjaoskuse ja orienteerumisvõime tänapäeva tehnoloogiamaailmas, hindab kriitiliselt tootmisprotsessi ning tööeset (tööobjekti);
- õpib mõistma igapäevanähtuste olemust, omandab säästliku majandamise põhimõtted;
- omandab positiivse kogemuse tööprotsessist, kasvatab lugupidamist enda ja teiste töö vastu;
- tutvub kutseõppe võimalustega, kujundab valmisoleku elada ja töötada tänases ja tuleviku kiirelt muutuv tehnoloogiamaailmas (Nagel, Rihvk, Soobik 2000).

Uue ainekava kasutuselevõtt esitab praegusele tööõpetusele koolis suuri nõudmisi kaasaegsete õppevahendite osas. Selle alla kuuluvad tingimata infotehnoloogilised vahendid. Kuid kahjuks pole paljud koolid veel valmis vastu võtma suuri uuendusi, kuna napib selleks vahendeid ja raha. Tööõpetuse õpetamine tänapäeval tasemel nõuab suuri kulutusi.

Käesoleval ajal kannatab tööõpetus töökodade puudulikku seisu all. Normaalse töötingimuste puudumine vähendab nii õpilase kui ka õpetajate huvi. Õppevahendite soetamiseks napib raha. Nii mõneski koolis on töökodade sisseseade ja töövahendid pärit eelmisest sajandist ja amortiseerunud (Soobik 2002).

Vaatamata töökodade seisukorrale tuleb leida mitmesuguseid alternatiive, mis aitaksid tundi edukalt läbi viia. Kindlasti aitaks palju eestikeelsete materjalide ja multimeediumi- või veebipõhiste õpikute olemasolu, mis tutvustaksid maailmas levinud efektiivseid õpetamise võimalusi. Käesolevas magistritöös ongi kesksiks teemaks sellise multimeediapõhise õpiku väljatöötamine.

Tööõpetuse ainekava on ehitatud üles teemaplokkidena. See annab võimaluse arvestada kohapealseid tingimusi ja vältib peitumist puuduvate õppevahendite taha. Ainekava sõltub suuresti õpetaja oskusest teemaplokke loominguliselt kombineerida ja kokku sobitada (Soobik 2001).

Eelnevalt nimetatud teemaplokid on järgmised:

1. tehnika ajalugu;
2. tehniline kirjaoskus;
- 3. kujustamine ja tehnikalooming;**
4. materjalide töötlemine;
5. katteviimistlus;
6. elektrikäsitööriistade käsitlemine.

Käesolev magistritöö hõlmab teemaplokkidest 3ndat, mis sisaldab endas eseme valmistamise erinevaid võtteid. Oluliseks peetakse eseme loomist läbi loomingulise mõttemaailma.

Töö- ja tehnoloogiaõpetuse üheks eesmärgiks on õpilase käelise tegevuse arendamine. Läbivad teemaplokid tuleks valida erinevaid tegevusliike arvesse võttes, mis hõlmaks endas ka eseme kujundamisprotsesse. Tööõpetuses on eseme kujundamine lahutamatu osa. Kujundamise all võib mõista eseme disainimist, mis on koolis suhteliselt uus suund.

Kooli õppekavas on aset leidmas mitmesugused uuendused, kus pööratakse suuremat tähelepanu õpilase loovusele ja iseseisvale tööle, sealjuures ka eseme kujustamisele.

Enamus ainekavas loetletud tööliikide puhul on otstarbekas esmane ettekujutus oodatavast lõppresultaadist, fikseerides seda kavandi või tööjoonisena. Suundumus mis tahes tehnilist ideed sõnade asemel graafiliselt kirjeldada peaks kujunema töö- ja tehnoloogiaõpetuse tundides valdavaks. Tehnilise graafika põhitõdede omandamine töö- ja tehnoloogiaõpetuse tundides on hädavajalik, sest tehnika- ja tehnoloogiateabe edastamine pole tänapäeval graafilise kirjelduseta mõeldav. Kui kooli võimalused lubavad, peaks see temaatika seonduma arvutiga, st õppurid peaksid omandama

elementaarsed teadmised ja oskused arvuti kasutamisest tehnoloogiliste protsesside tundmaõppimisel, tööesemete projekteerimisel jms. (Nagel, Rihvk, Soobik 2000).

Tööõpetuse ainekava peab olema paindlik ja võimaldama alternatiivseid lahendusi. Paindlikkuse all mõistame arvuti kasutamist tunni läbiviimisel ja integratsiooni võimalusi teiste õppeainetega.

Käeoleval ajal on õppetöösse lülitunud arvutigraafika. Tööõpetuse õpetaja koolitusprogrammi on integreeritud joonestamise arvutiprogrammi Vertex G4 kasutades. Kuid üldharduskoolides arvutitarkvara kasutust teatavasti ei leia, peamiselt suhteliselt kõrge hinna ja tundide ajalise nappuse tõttu. Koolis on leidnud vähesel määral rakendust Corel Draw vektorgraafika, mille abil õpitakse joonestama lihtsamaid jooniseid ja joonestamise põhitõdesid. Tarkvara õpitakse kasutama arvutitundides. Õpitud teadmisi ja oskusi võib rakendada tööõpetuses eseme loomisel. Järgnevalt vaatleme kujustamise (disaini) olulisust tööõpetuses.

## **1.2 Disain ja selle osatähtsus tööõpetuses**

Läbi aegade on orienteeritud töödele, mis leiavad loovuse ja õpilase fantaasia rakendamist eseme kujundamisel, kuid samas on suurt rõhku pööratud tööstusmasinate ehituse tundmisele. Oluline roll on õpilase esteetilisel kasvatusel, see et õpilane tajub esemelise maailma välist külge ja ilu.

“Esteetilised vajadused on vaimsed vajadused, nende rahuldamine tugineb vaimsete väärtuste omaksvõtule inimese poolt ja harmoniseerib inimese suhteid ümbritseva maailmaga”(Noor 1986).

Tihti peale nõuab eseme kujundus õpilaselt suurt esteetilist pingutust ja aega, mistõttu jääb aega väheseks tööõpetustunni läbiviimiseks. Ese valmistatakse näidise alusel ja õpilasel ei ole tarvis seda ise välja mõelda. Õpetaja näpunäidete abil valmistatud esemed kujundavad õpilasest inimese, kes on harjunud käsku täitma ja ise seejuures mitte kaasa mõtlema.

Läbiviidud tööõpetuse tundide analüüsi põhjal selgub, et tunnis esinevad kavandite ja töö valmistamisel järgmised moodused (Kurik 1969):

1. töö valmistatakse ilma kavandita;
2. töö valmistatakse õpetaja poolt valmistatud kavandi järgi;
3. õpilased kopeerivad kavandi ajakirjast, raamatust jms.;
4. õpilased valmistavad kavandi näidismaterjali alusel.

Käesoleval ajal on paljugi samaks jäänud (matkitakse näidismaterjali), kuid tänu mitmesuguste võimaluste olemasolule tunni efektiivseks läbiviimiseks on hoogu võtmas eseme valmistamine tööõpetuses eelnevalt eset disainides (kujundades) iseseisvalt õpilase poolt, arvestades nii funktsionaalsust, ergonoomilisust kui ka esteetilisust.

Tsiteerides Peeter Põldu: “Töökoolis peab laps isetegevuse läbi tõe äratundmisele jõudma ning õpetajal on siin ainult aitaja ja nõuandja osa”.

Uues ainekavas on rohkesti tähelepanu pööratud kujustamisele, mille all mõeldakse eseme loovat ja fantaasiaküllast kavandamist ja valmistamist töövahendite ja seadmete abil. Tehnilise kirjaoskuse osas tulevad vaatluse alla eseme joonestamine ja disainimine arvutigraafikat rakendades. Siinjuures mõeldakse disainitarkvara kasutamist tunnis.

Enam ei ole õpetuse eesmärgiks täpselt näidise kohase esemete valmistamine; suundumuseks on, et õpilane ise mõtleks eseme välja, kogeks tehnoloogilisi protsesse ning looks nende varal kvalitatiivselt uusi tooteid (Nagel, Rihvk, Soobik 2000).

Eelnevalt kui ese valmistatakse, koostatakse eskiisid ja kavandid, mille alusel tehakse joonis. Vastavalt joonise täpsusele ja korrektsusele valmib ese vastavalt püstitatud nõudmistele. Ainekava näeb ette, et 9. klassi lõpetaja peab suutma kavandada ja kvaliteetselt valmistada lihtsa eseme, kaasates seejuures info- ja kommunikatsiooni-vahendeid (IKT).

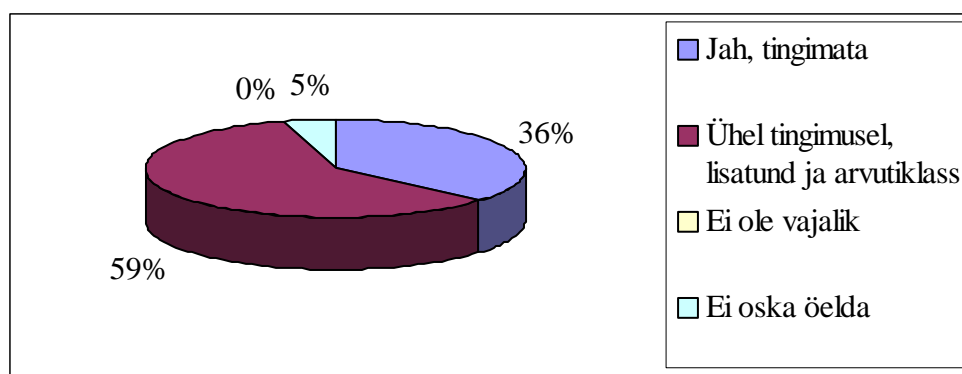
Disaini mõistet ei saa tõlgendada üheselt, kuna see jaguneb paljudeks alaosadeks ja on laialivalguv. Tööõpetuse tunni rakendamisel on aluseks võetud disaini üks osa, milleks on tootedisain.

Kas aga disain kui selline, leiab rakendust koolitingimustes?

Disaini osatähtsuse selgitamiseks viidi läbi tööõpetuse õpetajate seas küsitlus, millele vastas 21 õpetajat.

Läbiviidud ankeetküsitluses on kasutatud mõistet tootedisain, mis on uudne ja pole ulatuslikult veel “kanda” kinnitanud tööõpetuses.

Esimese küsimusena küsiti õpetajatelt, kas tootedisaini õpetamine tööõpetuse tunnis on vajalik (vt joonist 1)?

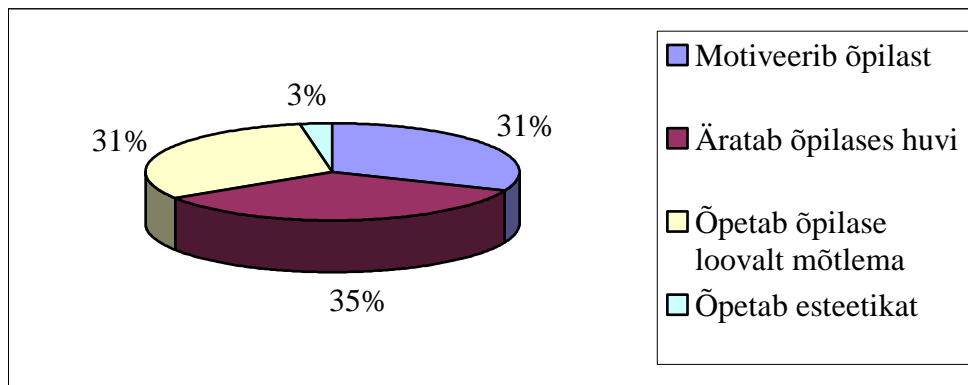


Joonis 1. Tootedisaini õpetamise vajalikkus tööõpetuses

Tihti peale kujuneb tootedisaini õpetamise takistuseks tööõpetuse tunnis just lisatundide ja tehniliste vahendite puudus. Tööõpetuse jaoks pole lisaarvuteid ja juurdepääs arvutiklassile on raskendatud peamiselt klassi suure koormuse tõttu. Kui eelnevad probleemid saaks lahendatud, siis ei oleks takistusi tootedisaini õpetamisel.

IKT pädevust saab kujundada integreeritult erinevates ainetundides. Näiteks tootedisaini tarkvara võib õppida kasutama arvutiõpetuse tundides arvutigraafika nime all, millest oli juttu punktis 1.1. See aitab aega kokku hoida tarkvara kasutamise pealt tööõpetuses eseme kujundamisel, kuna niigi on tundide maht piiratud. Õpilased rakendavad arvutitunnis õpitut tööõpetuse tunnis toote kujundamisel. Loovus ja esteetiline lähenemine rakendatakse eset disainides ning multimeediumipõhist õpikut rakendades.

Teise küsimusena küsiti, miks oleks vaja tootedisaini õpetada (vt joonist 2)?

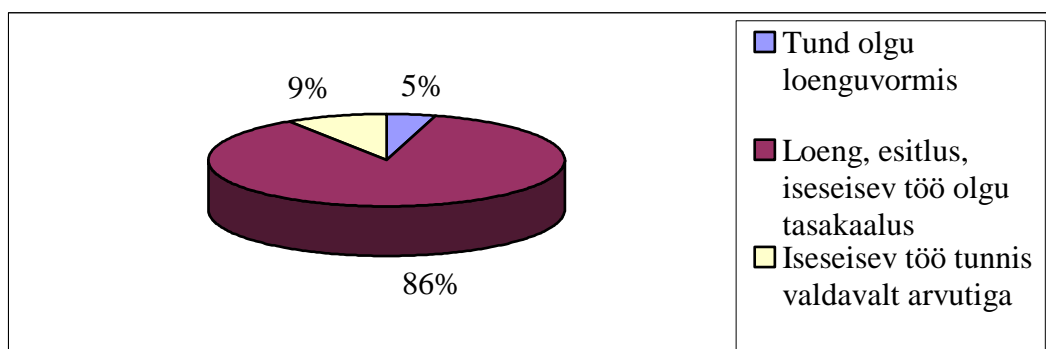


Joonis 2. Tootedisaini õpetamise mõju

Küsitlus näitas, et tootedisaini õpetamine on vajalik ja äratab õpilaste huvi tööeseme vastu. Õpilane tahab mõelda iseseisvalt ja luua esemeid oma äranägemise järgi. Tänapäeva esemeline maailm on ju orienteeritud suuremalt jaolt noortele inimestele ja kaasaja trendidele. Eset võib kujundada kõige paremini tema kasutaja, sest ta teab, kus ja millal mängivad rolli eseme funktsionaalsus ja esteetiline külge. Näiteks pliiatsihoidja saab kujundada just sellise, mis täidab mitut funktsiooni. Tingimata tuleb esikohale seada põhimõte, milleks pliiatsihoidja loodi. Seejärel tuleb mõelda ka esteetilisele küljele. Ese olgu ka ilus vaadata (vt näidet peatükis 1.2.1 Pliiatsihoidja).

Eseme kujundaja loominguline vabadus viib selleni, et valmib toode, mis on kordumatu ja isikupärane. Siinjuures tuleb anda rohkem vabadust õpilasele oma eseme kujundamisel, mille läbi ei omandata mitte ainult tehnilised oskused vaid ka näha esemelist maailma laiemas aspektis.

Milline peaks olema tunni ülesehitus, kus on teemaks tootedisain (vt joonist 3)?

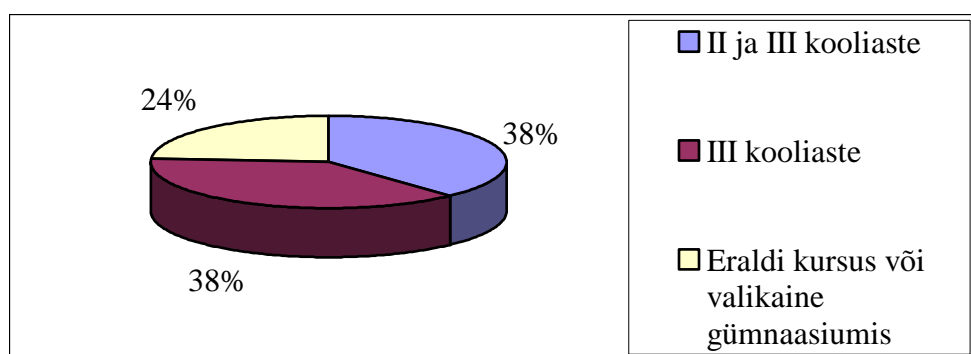


Joonis 3. Tunni ülesehitus teemal tootedisain

Graafikult näeme, et domineerivaks on loeng, esitlus, iseseisev töö ja nende omavaheline tasakaal. Sellist õpetamist on tööõpetuses kasutatud juba kaua aega, mis

seega leidis 86 % ulatuses vastukaja. Uurimuses anti võimalus õpetajal lisada oma arvamusi. Kahjuks jäeti küsimus kommenteerimata. Uuringu kohaselt ei ole arvuti kasutamine iseseisvas töös domineeriv. Arvutit loetakse teisejärguliseks. Esmalt püütakse jälgida sisseharjutatud traditsioone, esitletav materjal- näidised- eseme frontaalne valmistamine. Ilmselt mängib suurt rolli ka piiratud tundide maht, mis ei võimalda õpilasel iseseisvalt ja oma äranägemise järgi eset arvutil kujundada. Kui on olemas arvutikasutamise võimalused, siis kipub arvuti jääma vahendiks, mida kasutatakse peamiselt esitluseks. Tootedisaini raames eseme kujundamine kasutust ei leia peamiselt mõiste tootedisaini uudsuse ja tundmatuse tõttu. Samas võib lisada õpetaja teemakohase koolituse puuduse. Sellest tulenevalt ei toetata tundmatut valdkonda.

Millises kooliastmes võiks tootedisaini õpetada (vt joonist 4)?

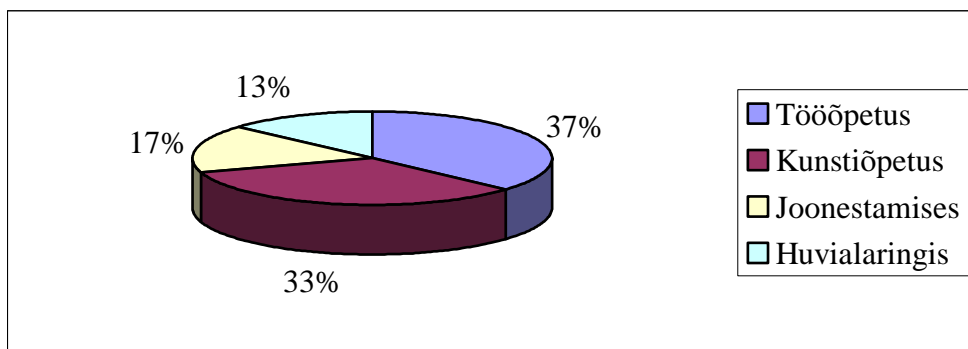


Joonis 4. Tootedisaini õpetamne koolis

Tootedisaini õpetamine eeldab, et õpilasel on eelnevalt omandanud teadmised geomeetriast ja ta tunneb põhilisi joonestusvõtteid (jooniste lugemine, vaated ja eseme mõõtmestamine). Õpetajate arvates sobib II (4-9 klass) ja III (10-12 klass) kooliastmes tutvustada õpilastele disaini elemente ja neid rakendada eseme kujundamisel. Kuigi II kooliastmes alles õpitakse joonestamist, võib paralleelselt disaini ja joonestamist omavahel kombineerida. III astmes sobib tootedisaini õpetada ka eraldi kursusena või valikainena. 10-12 klassi õpilane omab teatavaid kogemusi ja nende põhjal on ta võimeline efektiivselt osalema tootedisaini kursusel-konstrueerides ja avastades.

Millise õppeaine raames tuleks teie arvates õpetada õpilasi tootedisaini tarkvara kasutama (eeldusel, et selleks on võimalused koolis loodud ) (vt joonis 5)?





Joonis 5. Tootedisaini tarkvara kasutamine õppeaineti

Arvuti kasutamine tootedisaini õppimiseks leiaks küsitluse tulemusena kõige enam kasutust just tööõpetuses, eeldusel et kõik võimalused selleks on loodud. Tööõpetus on õppeaine, kus on kõige enam räägitud loovusest, kujustamisest, esteetikast, tehnoloogialoomingust, esemelisest keskkonnast, mida rakendatakse eseme loomisel. Tööõpetus on integratiivne õppeaine, mis loob soodsad võimalused erinevates õppeainetes omandatu loovaks rakendamiseks.

Tööõpetus üheks õppe-eesmärgiks on et, õpilane omandab oskuse kavandada ja teostada oma tehnoloogilisi ideid keskkonda säästvalt, arvestades esteetilisi ja eetilisi väärtusi, kvaliteeti ning otstarbekust. Seejuures peetakse väga oluliseks õpilaste endi loomingulisi ideid ja lahendusi, nende katsetamisi ja rakendamisi leiutamisprotsessis. Kunstiõpetuses arendatakse õpilase loovtegevuse kogemusi, loovust ja fantaasiat. Õppeülesanded lahendatakse loovtöödena. Samuti omandatakse põhiteadmisi värvustest, kompositsioonist ja perspektiivist, mis on väga olulised eseme valmimisel.

Eelnenud aineid (st. kunstiõpetust, joonestamist ja tööõpetust) saab omavahel edukalt kombineerida toote loomisel arvuti tarkvaraga. Arvutis on loodud kõik võimalused eelpool kirjeldatud ainete integreerimiseks, tuleb leida vaid tarkvara, mis võimaldab tegeleda nii toote disainimisega, joonestamisega kui ka värvi ja kompositsiooni lahenduste leidmisega.

Käesoleva töö raames on valitud selleks disainitarkvara, mis võimaldab rohkemal või vähemal määral eelnenud tegevustega tegeleda. Tarkvaraks on valitud Pro/DESKTOP, mis sisaldab endas 2D ja 3D modelleerimist ja on kasutajale lihtne kasutada. Milliseid kriteeriume on tarvis jälgida eseme disainimisel, sellest tuleb juttu järgmises punktis 1.2.1.

### 1.2.1 Disaini põhimõtete rakendamine tööõpetuses

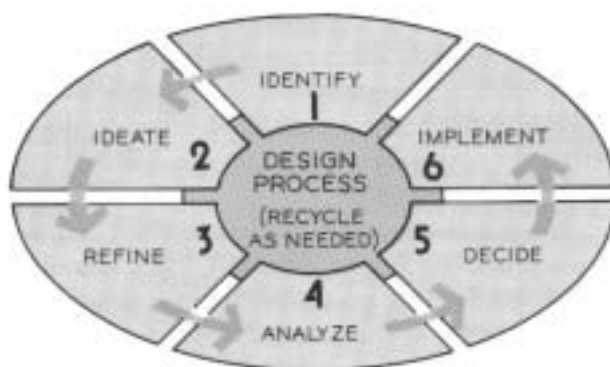
Tööõpetuse tundides on kesksel kohal konkreetse eseme loov ja fantaasiaküllane kavandamine, kujustamine ja valmistamine töövahendite ja seadmete abil.

Enam ei ole õpetuse eesmärgiks täpselt näidise kohaste esemete valmistamine; suundumuseks on, et õpilane ise mõtleks eseme välja, kogeks tehnoloogilisi protsesse ning looks nende varal kvalitatiivselt uusi tooteid (Nagel, Rihvk, Soobik 2000).

Kõige olulisemaks disainiõppe juures on disainerliku mõtlemisviisi kujundamine.

Tänu disainiõppele õpib laps märkama halvasti kujundatud või hoopiski kujundamata jäänud esemeid ja ümbrust ning pakub olukorra parandamiseks välja ka oma lahendusi (Linnuste 2002).

Disaini protsess koosneb J. H. Earle mudeli järgi järgmistest sammudest:



Joonis 6. Disaini protsessi põhilised sammud (Earle 1990)

Disaini protsessi keskmeks on disaini protsess, mis toetub järgmistele teguritele:

1. vajadus;
2. idee;
3. idee täiustamine;
4. analüüs (toote funktsionaalsus ja otstarbekus);
5. otsus (milline peab olema toode);
6. kavandi valmistamine;
7. tööriista valik.

Eseme disainimisel tuleb lähtuda järgmistest nõudmistest (Kammal, Tihase 1978):

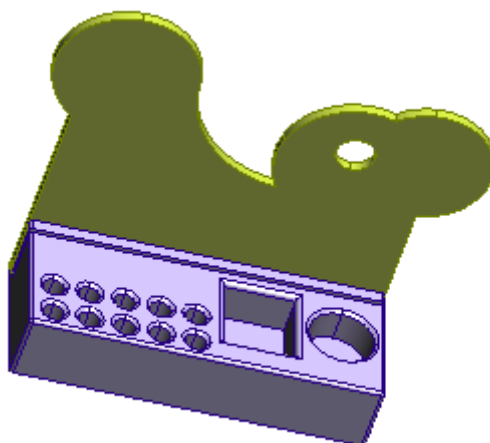
- sotsiaalsed nõuded – ese toodetakse tarbija nõudmistest lähtudes;
- utilitaarne nõue – eseme funktsionaalsusest ja otstarbekusest lähtudes;
- ergonoomiline nõue- eseme kasutusmugavus, ohutu kasutamine (inimene-ese);
- eesteetiline nõue – tarbevormi väline ilu.

Iga ese, mida tööõpetuse tunnis valmistatakse läbib eelpool nimetatud tsükli.

Otstarbekas on iga genereeritud idee õpilastega diskussiooni vormis läbi arutada, mis tagab ülevaate eseme vajalikkusest ja valmistamise võimalikkusest.

Vaatleme näitena lihtsat eset, mille juures tuleks jälgida eelpool nimetatud kriteeriume.

### **Pliiatsihoidja**



Joonis 7. Pliiatsihoidja

### **Sotsiaalsed nõuded**

Kõigepealt tuleks lähtuda vajadusest, milleks on tarvis sellist eset?

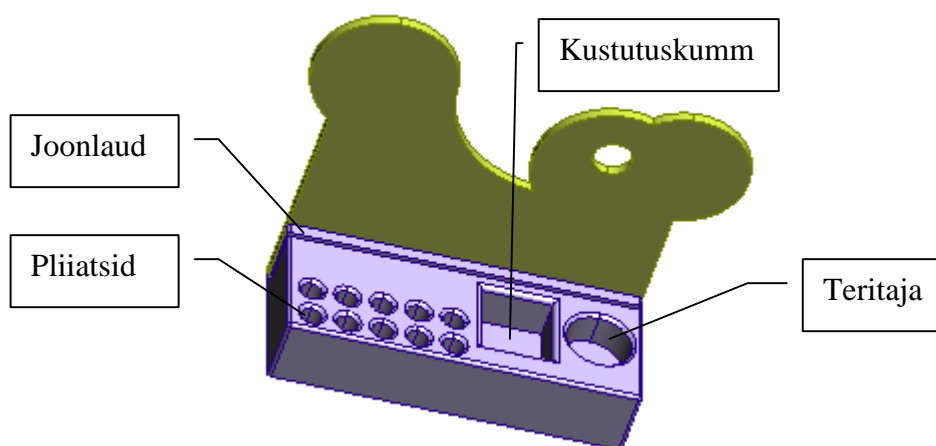
Näiteks: Jukul on pliiatsid laual ühtelugu laiali, alati. Kui ta vajalikku pliiatsit otsima hakkab on pooled kusagile kadunud. Seepärast tuleb leida lahendus, kuidas sellist olukorda vältida. Tekib vajadus luua või muretseda pliiatsihoidja, kuhu kadunud pliiatsid panna.

### Utilitaarsed nõuded

Kui palju on vaja pliitseid korraga lauale panna? Sellest oleneb pliatsihoidjas olevate pliatsiaukude arv. Kuid kui kasutusel on pliatsid, siis on tarvis ka kustutuskummi ja pliatsiteritajat. Vahel tuleb ette, et on tarvis tõmmata ka sirgeid jooni, mille jaoks läheb tarvis joonlaud. Seega on tarvis kujustada pliatsihoidja, kus on ühes kohas nii pliatsid, kustutuskumm, pliatsiteritaja ja joonlaud.

### Ergonoomiline nõue (inimene-ese)

Kuidas oleks otstarbekas paigutada vajaminevad vahendid, et neid oleks mugav ja ohutu pliatsihoidjast võtta? Pliatsid tuleb paigutada vasakule, sest Juku on vasakukäeline ja nii on tal alati mugav pliitseid võtta ja tagasi panna. Ülejäänud tarbed paigutatakse vastavalt kasutamistiheduse järgi.



Joonis 8. Pliatsihoidja funktsioonid

### Esteetiline nõue- tarbevormi väline ilu

Iga ese, mis on valmistatud vastavalt vajadustele, omab isikupära ja esteetilist külge. Seepärast kujundab Juku pliatsihoidja tagumise poole ja annab sellele orava kujutise. Laua peale pliatsihoidja sobib tänu oma lihtsatele ja ilusatele vormidele.

Pliatsid on alati nüüd õiges kohas ja kättesaadaval, enam ei tule neid otsida. Ka ülejäänud tarbed on leidnud oma koha Juku poolt kujustatud ja tööõpetuse tunnis valmis tehtud pliatsihoidjas.

Järgnevalt vaatleme, kui suurt rakendust leiab arvuti tööõpetuse õpetaja ja õpilase igapäevatoos.

## **2. Arvuti rakendamine tööõpetuses**

### **2.1 Arvuti kui õpetamise vahend.**

Arvuti leiab koolitöös võrdlemisi laialdast kasutusala. Alljärgnevalt on välja toodud põhilised valdkonnad, kus arvutit kasutatakse.

Arvuti kasutamise viisid õpetaja töös (Luik, Tago 2000):

#### **1. Üldtöövahendina:**

- tekstide ja jooniste kujundamine trükiks või slaidideks;
- esitlusvahendina;
- materjalide säilitamine, modifitseerimine ja kombineerimine;
- sidevahend;
- info otsimine (entsüklopeediad, WWW);
- õppetöö administreerimine (hinded, tööde esitamine).

Kasutatakse enamasti üldtarkvara (Word, Excel, Powerpoint, mingi e-posti süsteem, Netscape).

#### **2. Ainevaldkonna töövahendina:**

- arvutuste mehhaniseerimine (valemite järgi arvutamine, tabelid vms);
- näidete genereerimine ja läbiarvutamine;
- abi tõlkimisel.

Kasutatakse üldtarkvara (tabelarvutus, graafika-paketid) ja valdkonna tarkvara (atlased, sõnastikud, kompuuteralgebra paketid).

#### **3. Õpetamisvahendina:**

- Loengudemonstratsioonid;
- iseseisev uue materjali õppimine;
- harjutused arvutil;
- testid ja kontrolltööd;
- kordamine.

Kasutatakse enamasti ainevaldkonna tarkvara ja spetsiaalset õpitarkvara.

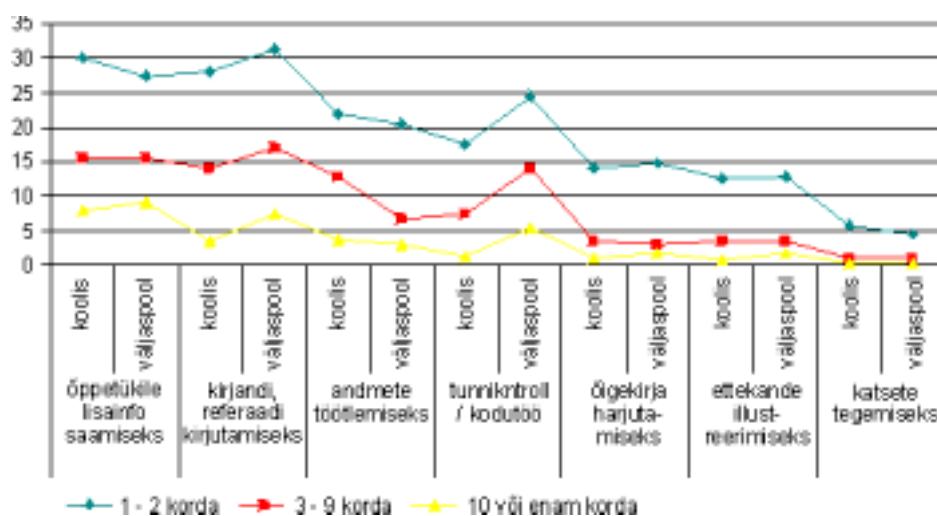
Wang ja Sleeman märgivad, et kuigi uurimustulemused on erinevad, võib väita, et arvutitel põhinev õpe:

- motiveerib õpilast;
- õpetab loogikat;
- aitab rakendada klassis omandatud teadmisi;  
testib õpilase maksimaalset võimekust;
- valmistab ette ja arendab eksamiteks;
- pakub täiendavalt harjutusvõimalusi aeglasematele õppijatele;
- haarab õpilase õppeprotsessi aktiivselt kaasa .

### 2.1.1 Arvuti kasutamine Eesti koolides

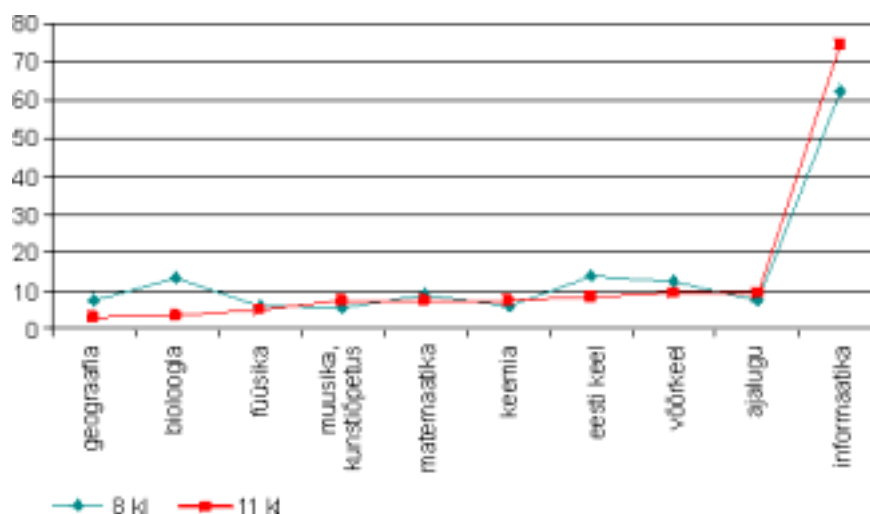
Nagu selgub 2000 aasta Tiiger Luubis uuringust, teenib arvuti infoallika rolli, mille abil hangitakse lisa õppetükkidele. Üle poolte lastest kasutab koolis arvuteid ka kirjandi või referaadi kirjutamiseks. Väga vähe on arvutid abiks presentatsioonide või tunnikontrollide/testide tegemisel. Enamik kasutajaid on arvutilt abi saanud 1-2 korda jooksva õppe-poolaastal. Üle 10 korra on koolis arvuti vahendusel lisainfot hankinud 8% ja referaate kirjutanud vaid 3% õpilastest.

Arvutite õppeotstarbeline kasutamine koolis ja väljaspool kooli jälgib sarnaseid mustreid (joonis). Tegevused, mis on levinud koolis, on seda reeglina ka väljaspool kooli. Ligi pooled küsitletutest teevad arvuti abil oma kodutööd, kusjuures 6% on arvuti nelja kuu jooksul appi võtnud enam kui kümnel korral (Tiiger Luubis 2000).



Joonis 9. Arvuti õppeotstarbeline kasutamine koolis ja väljaspool kooli ( %).

Küsitluse tulemustest selgub veel, et arvuti kasutamine õppetundides on veel väga vähe levinud. Enim on arvuti kasutust leidnud matemaatika tunnis (vt joonis 10).



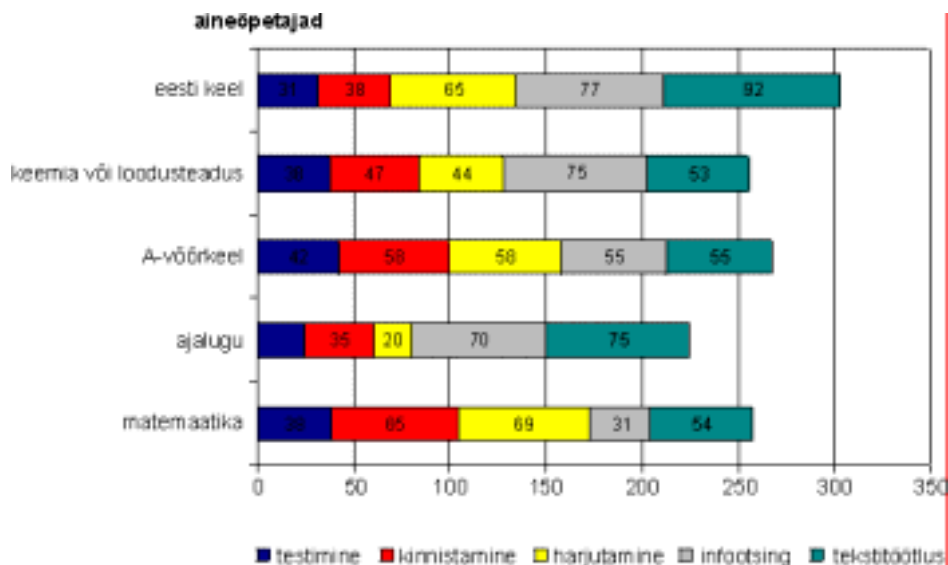
Joonis 10. Kooliaastal arvuti kasutamine ainetundides klasside lõikes (%)

Tiiger luubis uuringus võeti eraldi vaatluse alla ka õpetajad. Neilt küsiti nende arvuti kasutamissageduse ja kasutamise eesmärkide kohta, samas uuriti ka probleeme infotehnoloogia kasutamisest koolis.

Vastanutest 50%-l on koolis kasutada vaid üks õpetajatele mõeldud arvuti, kolmandikul 2 – 4 arvutit. 41 %-l on kodus endal arvuti, kuid vähem kui pooltel neist on interneti ühendus. 63% õpetajatest ei jää enda arvates hätta üldiste arvutikasutamise oskustega.

Ühe küsimusena küsiti õpetajatelt, et milleks nad arvutit kasutavad. Uuringu aluseks võeti juba eelnevalt väljaselgitatud ainetunnid, kus arvutit kasutatakse enim.

Leiti, et erinevate aineõpetajate arvutite kasutamise eesmärkide pingeread on küllaltki sarnased. Esimese viie hulka mahuvad kõik need tegevused, mis olid ka üldiselt eelistatumad. Viiendal kohal on kõigil aineõpetajatel, väljaarvatud ajalooõpetajad, testimine st tunnikontrollide /kontrolltööde sooritamine arvutil. Neljandal kohal on matemaatikutel infootsing, ajalooõpetajatel testimine, võõrkeele õpetajatel võrdselt infootsing ja tekstitöötlus, keemia õpetajatel harjutamine ja eesti keele õpetajatel kinnistamine.



Joonis 11. Aineõpetajate viis esimest eelistust, milleks nad tundides arvuteid kasutavad.

Infotehnoloogia intensiivset kasutamist võivad mõjutada erinevad kitsaskohad ja probleemid, millede tundmaõppimine ja neile lahenduste leidmine parandab olukorda koolis.

Probleemide väljaselgitamiseks esitati vastavasisuline küsimus ja leiti, et peamisteks murepunktideks on:

- arvutite nappus;
- ajapuudus arvutipõhiseid tunde ette valmistada;
- arvutiklassid on ülekoormatud;
- keeruline on tundides arvuteid kasutada;
- vähe emakeelset õpitarkvara;
- aeglane internetiühendus.

“Tiiger Luubis, 2000” kajastab peamiselt eesti keelt, keemia -või loodusteadust, võõrkeelt, ajalugu ja matemaatikat. Siinjuures on puudutamata jäetud poiste tööõpetus ja selle IKT alased vajadused. Järgnevat vaatlemegi arvuti kasutamise võimalusi tööõpetuses.



## 2.2 Arvuti kasutamine tööõpetuses- teooria ja praktika

Arvutite tulekuga kooli on avanenud uued võimalused õppetöö läbiviimiseks. Tihti peale saadab õpilast ükskõiksus aine vastu, kuid IT vahendite kasutuselevõtt motiveerib õpilast tunnis kaasa lööma. Samas ei tohi unustada õpetajat, kes peab õpilasele kõik uudse lahti mõtestama. Siinjuures on tööõpetuse õpetajad äraootaval seisukohal- soovitakse asjakohast väljaõpet. See näitab, et õpetajad ei pruugi olla pädevad IT vahendite kasutamise valdkonnas. Arvuti ulatuslikuma kasutuselevõttuga tööõpetuses on tõenäoline, et hakatakse õpetajatele korraldama lühikursusi antud teema valdkonnas.

Mõni aeg tagasi käivitus projekt, mille põhjal luuakse TPÜ tööõpetuse lektoraadile uus õppelabor, mis sisustatakse tänapäevaseks automaatikaõppeks. Klass on varustatud arvutitega, mis omakorda juhivad erinevaid seadmeid. Tööõpetuse vajalikkust on hakatud tunnustama ja selle arengut toetama. Ei ole kaugel aeg, kui arvuti on tööõpetuse ainekavas lahutamatu osa.

Antud magistritöö raames pakutakse välja võimalus, kuidas kasutada arvutit eseme väljamõtlemisel, kujustamisel ja lõppprodukti loomisel igapäevaste tööõpetuse klassis olemasolevate tööriistadega.

Eelnevalt lähtudes, ei oleks otstarbekas arvuti seada tööõpetuses esikohale, sest tööõpetus toetub suuremalt jaolt käelisele tegevusele, arvuti peab jääma abivahendiks. Ühinenud Euroopas oleme hakanud häbenema käsitööoskusi ja püüame seda asendada millegi vaimsega (Kõrbe 2003).

Arvutite olemasolu ainetunnis laiendab võimalusi tundi efektiivsemaks muuta ja suurendab huvi ka valmistatava eseme vastu. Kasutades arvutigraafika tarkvara, on õpilasel võimalik disainida valmistatav ese vastavalt teemale ja otstarbele, sealjuures läheneda loomeprotsessile isikupäraselt.

Arvuti tarkvara rakendades saab eset luua esialgse joonisena arvutis ja näha eset ruumiliselt (projektsioonis), ilma et see nõuaks kallite materjalide kulutamist

proovitööde tarbeks. Vastavalt sellele on II kooliaste tööõpetuses läbiva teemana tehniline kirjaoskus, mis on vajalik eseme proportsioonide määramiseks.

9 klassi lõpuks peab õpilane teadma järgmistest valdkondadest (RT I 2002, 20, 116):

1. ruumilise eseme kujutamine tasandil;
2. ristprojektsioon ja piltkujutis;
3. vaated (kaks ja kolmvaade);
4. geomeetriliste kehade kujutamine kaks -ja kolmvaates;
5. pinnalaotuse joonestamine ruumilisest detailist;
6. jooned ja nende tähendus joonisel;
7. mõõtkava;
8. mõõtmete kandmine tehnilisele joonisele;
9. eskiis lihtsast tehnilisest detailist;
10. lihtsa mõõtmestatud tehnilise joonise lugemine.

Tihti peale on arvuti kasutamine eseme disainimiseks raskendatud piiratud oskuste ja sobiliku tarkvara puudumise tõttu. Seetõttu on otstarbekas välja töötada tarkvara kasutamiseks õpik, mis lihtsustaks ja julgustaks õpilaste arvutit kasutama eseme disainimisel.

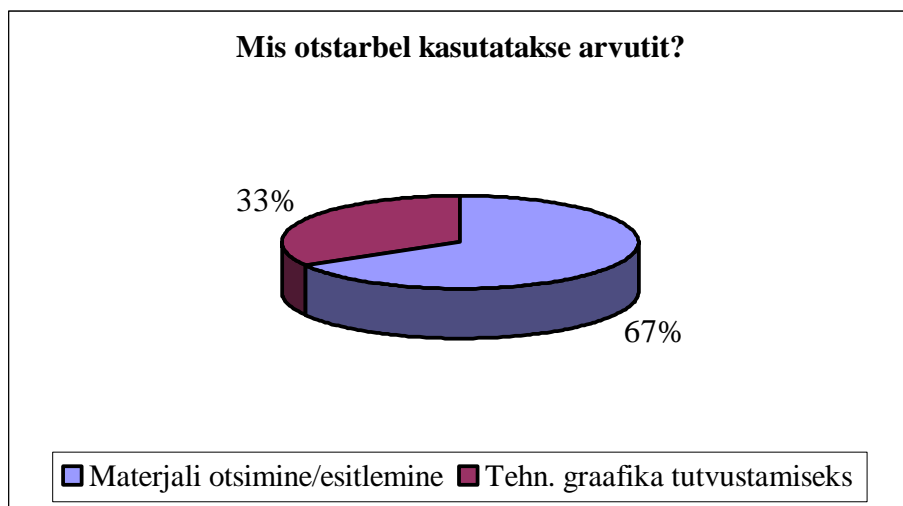
Magistritöö raames viidi tööõpetuse õpetajate seas läbi ankeetküsitlus, mis hõlmas arvuti kasutamist ja seda takistavaid tegureid tööõpetuse tunnis.

Küsitluses osales 21 tööõpetuse õpetajat. Alljärgnevalt saab näha, milliseid vastuse variante pakuti.

Üks ankeetküsitluse küsimustest kõlas järgmiselt:

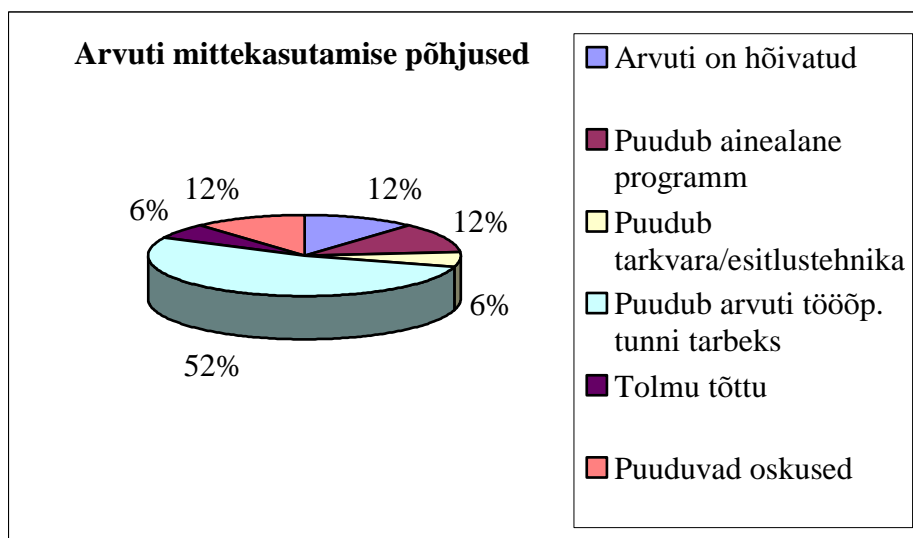
Mis otstarbel Te kasutate oma ainetunni läbiviimiseks arvutit? Kui ei, siis miks?(vt jooniseid 12, 13).

Järgnevad joonised iseloomustavad tööõpetuse õpetajate vastuseid (vt järgnevalt lehelt).



Joonis 12. Arvuti kasutamine tööõpetuses.

1. 33 % õpetajatest on kasutanud arvutit tehnilise graafika tutvustamiseks.
2. 67 % õpetajatest kasutab arvutit peamiselt ainealaste materjalide otsimiseks internetis ja võimaluse korral esitlemiseks (PowerPoint).



Joonis 13. Arvuti mittekasutamise põhjused tööõpetuses

1. 6 % leidis, et arvutit ei saa tööõpetuse tunnis kasutada peamiselt seal leiduva tolmu tõttu.
2. 12 % küsitletutest teadvustas ainealast programmi puudumist toote disainimiseks, arvutiklassi suurt koormust, mis takistab arvuti kasutamist. Samas tõdeti, et arvutialased oskused jätaavad soovida.
3. 52 % õpetajatest oli seisukohal, et tööõpetuse tunni tarbeks puuduvad arvutid. See oli ka peamiseks probleemiks, miks arvuti ei ole leidnud laialdast rakendust.

Tööõpetus on olnud läbi aegade õppeaine, kus on suurt rõhku pööratud käelisele tegevusele traditsioonilisi tööriistu kasutades. Arvuti integreerimine ainekavasse ja tööõpetuse tundi on aeglane protsess. Et arvutit edukalt kasutada, tuleb korraldada tööõpetuse õpetajatele teemakohaseid koolitusi, mis võtaksid õpetajatelt hirmu uute vahendite kasutuselevõtu ees ainetunnis.

On teada, et arvutit on kasutatud elektrotehnika tunni läbiviimiseks tööõpetuse tunnis Eesti koolis. Tööõpetuse klassis on üks päevi näinud arvuti, millega õpilased kujundavad elektriskeeme vastava tarkvara abil, et hiljem need trükiplaadi peale söövitada vastavate vahendite abil. Hiljem joodetakse skeemile komponendid ning valmis skeem hakkab täitma ettenähtud funktsiooni (Näiteks: majaka mudeli vilkuv tuli).

Sageli on IKT vahendite mittekasutamise põhjuseks õpetaja vähene informeeritus arvuti kasutamise võimalustest mujal maailma koolis või siis õpetaja keeleline barjäär. Enamus kasutatav tarkvara on inglise keelsed, mis raskendab arvuti kasutamist tunnis. Samas puudub eesti keelne tööõpetuse multimeediumipõhine, mida õpetaja saab edukalt rakendada tööõpetuse kaasajastamiseks.

Käesolevas magistritöös kavandatakse ja valmistatakse multimeediumipõhise õppevahendi prototüüpi tööõpetuse tarbeks. Siinjuures peetakse silmas esemete kujustamise võimalusi arvutigraafikat rakendades.

Uues tööõpetuse ainekavas on kesksel kohal kujustamises ja tehnikaloomingus disaini seaduspärasuste arvestamine lihtsate esemete kavandamisel arvuti abil (RT 2002, 20,116).

Kavandatav MÕPIK on integratiivne ja toetub Lave ja Wegneri õpipoisi- selli- meistri mudelile (vt peatükk 4.1). Järgnevas peatükis vaatleme õpetamise teoreetilisi lähtekohti, mida rakendatakse tööõpetuse tunnis integratiivse õpikeskkonna MÕPIKu kasutamisel.

### 2.2.1 Tööõpetuse integratsioon teiste ainetega

Ainekava sissejuhatuses nähakse tööõpetuse ühe üldeesmärgina eri õppeainetega seonduvate pädevuste arendamist.

Interaktiivse õppeainena hõlmab tööõpetus lisaks eri eluvaldkondadele kõiki õppeaineid, loob õpilasele soodsad võimalused eelnevalt omandatu loominguliselt rakendada. Õpitakse mõistma ja kriitiliselt hindama tehnoloogia ja inimkonna suhteid ning nende arengut. Luuakse visioon tulevikuühiskonnast ja inimese rollist kiirelt muutuvast tehnoloogilisest maailmast (Soobik 2001).

E-S. Sarv on öelnud integratsiooni kohta järgmist: “Integratsioon on kõige lihtsamalt öeldes uute muljete, kogemuste, teadmiste imbumine juba olemasolevatesse muljetesse, kogemustesse, teadmistesse. Nii kujunevad uued arusaamad, oskused, käitumisviisid” (RÕK 2001:21).

Matemaatika, füüsika, loodusõpetus, kunstiõpetus, joonestamine, kodulugu jne, on tööõpetusega väga tihedalt seotud. Teadmised, mis omandatud eelpool nimetatud ainetes leiavad rakendust tööõpetuses. Näiteks:

- kunstiõpetus ja tööõpetus- täieneb vaatlusoskus, värvuste õpetamise seostamine võimaldab arendada õpilasi tajuma looduse värvirikkust, joonistada, voolida, kleepida loomi, taimi;
- joonistamisel toob õpilane esile kehade olulised omadused ja nähtuste olulised tunnused. Jooniste järgi esemete valmistamine ja eskiisi valmistamine;
- loodusõpetuses õpivad õpilased tundma puuliike ja neid määrama, tööõpetuses on neid teadmisi tarvis eseme materjali valikul. Õpitakse hoidma loodust ja materjale säästlikult kasutama;
- füüsika tunnis õpitakse mitmesuguste kehade füüsikalisi omadusi;
- koduloos rahvuslikke tähtpäevad ja sellega seoses tööõpetuses rahvuslikke esemete valmistamine (küünlajalad, koonlalaud jne);
- informaatikas õpitud teadmiste rakendamine tööõpetuse tarbeks loodud õpikeskkonna kasutamisel (MÕPIK);

- matemaatika teadmiste integreerimine tööõpetuse tundi, eseme mõõtmete määramine mõõtevahenditega ja hulknurkade arvutamine valemite abil (näiteks silindri ruumala arvutamine);
- ajalugu, tööõpetuses on kasutusel tänapäevalgi veel läbi ajaloo tuntud tööriist-rööbits. Esiisade loodud tööriistade tundmine (puksvatssaag).

Joonestamine, matemaatika jne, on tihedalt seotud tööõpetusega, ilma milleta ei saa ühtki tööset kavandada ega valmistada.

Käesoleva töö raames õpitakse kasutama disaini tarkvara, mis on ülesehitatud peamiselt joonestusalastele põhimõtetele. Nende kahe aine omavaheline integratsioon hõlbustab looma uusi esemeid arvutigraafika kaasabil.

Järgnevas peatükis vaatleme IKT läbiva teemana tööõpetuse ainekavas.

## **2. 3 IKT läbiva teemana õppekavas ja tööõpetuse ainekavas**

1996. a leidis riiklikus õppekavas (RÕK) aset muudatus, kus nimetati “arvutiõpetus” ümber “informaatikaks”. Arvutiõpetus hõlmas endas eelkõige arvutikäsitlemise praktiliste elementaaroskuste arendamist. Informaatika hõlmab juba laiemat valdkonda, mille eesmärgiks on kujundada õpilastes infoühiskonna tehnoloogilises elu- ja töökeskkonnas toimetulekuks ja eneseteostuseks vajalikud pädevused. Need IKT- pädevused hõlmavad lisaks arvutikäsitlemise oskusele ka IKT-l põhineva suhtlemis- ja koostööoskusi (*Collaboration*), info loomise, leidmise korrastamise, kriitilise analüüsi ja esitamise oskusi, meedia ja tehnoloogia rolli mõistmist ühiskonnas.

IKT-pädevusi on võimalik arendada mitmel moel: ainetevaheliste õpiprojektide kaudu, ainekavu läbiva teemana (integreerituna teistesse ainetesse), eraldi õppeainena, huviringina, koolivälistelt – koolile peab jääma vabadus valida oma tee, kuid nõutud pädevused tuleb tagada. See eeldab just selgelt sõnastatud IKT-pädevusi, mitte detailset informaatika ainekava (Laanpere 2001).

Praegu kehtivas riiklikus õppekavas on informaatikal kahene roll (Tipp 2003):

- 1) IKT kui gümnaasiumi **valikaine**, mille sihtrühmaks on tehniliste huvide ja kalduvustega õpilased. Selle õppeaine valiku eelduseks on arvuti käsitlemise oskused põhikooli lõpetaja IKT-pädevuste tasemel. Valikaine sisu muutub varasemaga võrreldes rohkem informaatikateadusel põhinevaks (infosüsteemid, algoritmid, andmestruktuurid, programmeerimine). Valikaine eesmärgid, sisu ja meetodid fikseeritakse täpsemalt ainekavas. Koolid võivad sellele lisaks pakkuda ka informaatika erikursusi, nt arvutigraafika, veebidisain, digitaalfotograafia, videotöötlus, esitlusvideo, digitaalne helitöötlus, tehnilise joonestamine arvutis jms.
- 2) IKT kui **õppekava läbiv teema**, mis integreeritakse nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis erinevate õppeainete ainekavadesse. Läbiva teema raames õpitakse IKT vahendusel oma tööd paremini ja efektiivsemalt korraldama, kaaslastega suhtlema ja koostööd tegema, ühtlasi omandatakse ja arendatakse IKT-pädevusi. IKT kui ainekavu läbiva teema eesmärgid on reglementeeritud riiklikus õppekavas loetletud põhikooli lõpetaja IKT-pädevuste abil. Et varem pole sellelaadseid pädevusnõudeid põhikooli lõpetajatele kehtestatud, pole kõigil praegustel gümnaasiumiõpilastel sellel tasemel arvutikäsitlemise oskusi. Seetõttu tegi informaatika ainenõukogu ettepaneku esialgu (aastail 2001–2004) rakendada samu pädevusnõudeid nii põhikooli kui ka gümnaasiumi lõpetajatele.

Õppetegevuses on peetud oluliseks õpilase endi loomingulisi ideid ja lahendusi, nende katsetamist ja rakendamist leiutamisprotsessis.

Uues tööõpetuse ainekavas II kooliastmes on leidmas aset IKT vahendite kasutus ainetunnis, kuid seda esmalt tehnilise graafika õpetamisel. Siiski pole veel arvuti ulatuslikku rakendust leidnud, kuna puudub programm arvuti kasutamisest tööõpetuses. Käesoleva magistritöö raames läbiviidud küsitlus näitab, et tund viiakse läbi arvutit rakendamata. Peamiseks põhjuseks on IT vahendite puudumine tööõpetuse tunni tarbeks ja arvutiklasside liigne koormus.

Arvutit on mainitud tööõpetuse ainekavas esmakordselt tehnilise kirjaoskuse alljooniste valmistamine arvuti abil. Loomulikult ei pea arvutit rakendama ainult joonestamises.

Kujustamise ja tehnikaloomingu all mõistetakse ühe osana disaini seaduspärasusi lihtsate esemete kavandamisel. Siinjuures oleks otstarbekas rakendada IKT vahendeid teemaplokki läbiviimisel. IKT saab integreerida efektiivselt tööõpetusse eseme kujustamise õpetamisel. Magistritöö üheks eesmärgiks on välja töötada multimeediumipõhine õpik, mis õpetab õpilast kasutama disaini tarkvara oma loominguliste võimete realiseerimisel tööeseme idee rakendamisest kuni valmistooteni. Siinjuures on tähtsal kohal õpilaste omavaheline arutlus ja meeskonnatöö.

Tarkvara valikul tuleb lähtuda kriteeriumitest, mis tagavad disaini tarkvara efektiivse kasutamise õppetöös. Järgmises punktis 3. vaatleme, millistele kriteeriumitele peab valitud tarkvara vastama.



### **3. Disaini tarkvara**

#### **3.1 Tarkvara hindamise kriteeriumid**

Tunnis arvutit kasutades peab valima eelnevalt sobiva tarkvara. Õpitarkvara juures peab jälgima järgmiseid kriteeriume (Hughes 1998):

1. Tarkvara peab olema lihtsalt kättesaadav ja käsitletav (kiputakse alla andma, kui esimese korraga tulemusi ei tule).
2. Tarkvara peab olema täielikult integreeritud käsitletava teemaga ja selgelt vajalik.
3. Tarkvara eesmärgi edukas saavutamine peab olema seotud hinnetega.
4. Selle kasutamisel peavad olema määratud sobivad õpieesmärgid.
5. Tarkvara roll nende eesmärkide saavutamiseks peab olema õpilasele selge.
6. Õpilased peavad leidma, kuidas kasutada materjali, mis ulatuses teadmisi nõutakse, millistele materjali osadele nad peavad enam tähelepanu pöörama ja kuidas tarkvara teadmiste omandamiseks kasutada.

Tarkvara saab liigitada erinevalt, näiteks hankimisviisi järgi. Hankida saab tarkvara kas legaalselt või illegaalselt. Legaalse tarkvara all mõistame ostetud tarkvara, millega on kaasas kasutaja õigused (litsents). Paraku on haridusasutustele tarkvara ostmine tihtipeale ülejõu käiv. Haridusasutusi on korduvalt mitmesuguste projektidega toetanud Tiigrihüppe sihtasutus.

Tarkvara on saadaval ka Internetis nii tasuta kui ka tasu eest. Tihtipeale tasuta levitatav tarkvara võib osutuda täiesti kasutajasõbralikuks ja peaaegu samaväärseks kui sarnane tasuline versioon. Tihtipeale on tasulised versioonid täiendatud teatud lisadega, mida tavakasutaja ei pruugigi kasutada. Tavakasutaja kasutab ära tarkvara võimalustest vaid 5 %.

Haridusasutuses kasutatav tarkvara ei pea olema täisfunktsionaalne, vaid sobib ka tarkvara, millel puuduvad teatud lisafunktsioonid. Antud töö käigus uuritakse tasuta disaini tarkvara Pro/Desktop Expressi ja tema kasutamise võimalusi tööõpetuses.

Õppetöös kasutatavat tarkvara saab liigitada järgmiselt:

- üldtarkvara (teksti- ja andme- ning tabelitöötlusvahendid, joonistuspaketid jpm);
- spetsiaalsed õpiprogrammid;
- spetsiaalsed erialaprogrammid;
- programmeerimissüsteemid.

Eesti koolides enim kasutatav tarkvara on MS OFFICE kontoripakett. MS Wordi kasutatakse tekstitöötluses, MS Excelit tabelarvutuse ja MS PowerPointi graafika õpetamiseks. Antud tarkvara pakett on suhteliselt kallis ja õpilane ei vaja kõiki tarkvaras leiduvaid funktsioone. Samas on olemas eelnevalt nimetatud tarkvarale ka tasuta alternatiive (Open Office), mis sisaldavad samu teksti, tabeli ja graafikatöötlus programme ja seda täiesti tasuta. Samuti on ka Pro/Desktop Expressi tasuline versioon Pro/Desktop 2000i. Sellest räägime järgnevates peatükkides.

Üksikasjalikumalt on haridusliku tarkvara hindamise kriteeriumid lahterdanud V. Tipp.

Haridusliku tarkvara hindamise kriteeriumid (Tipp 2003):

1. Ülevaade õpetamisest selle programmiga

- Milliseid õppekava osasid see tarkvara toetab?
- Kas see tarkvara aitab kaasa õppimisele viisil, mida ei saa sama hästi realiseerida teiste (arvutil mitte põhinevate) vahenditega?
- Kuidas seda programmi kasutada õppetunnis?
- Kuidas seda programmi on klassis kõige parem kasutada?
  - individuaalselt
  - paarides
  - väikestes rühmades
  - kogu klassiga

## 2 Sisu

- Kas sisu on korrektne, usaldusväärne ja kaasaegne?
- Kas kasutatav keel ja/ või stiil sihtgrupi eale sobilik?
- Kas programmis on erinevaid raskusastmeid?
- Kas kasutaja saab juhtida esitluse kiirust ja raskusastmeid?
- Kuidas on info struktureeritud õppimise toetamiseks?

## 3. Disain ja navigeerimine

Kas tarkvara disainimisel on arvesse võetud erinevaid õppimisviise (nt nägemis-, kuulmis- ja lingvistiline)?

- Kas abi- info on kasulik ja igal hetkel kättesaadav?
- Kas kasutajaliides on piisavalt lihtne, et seda saaks kasutada ka vähe või üldse mitte manuaali lugemata?
- Kas soovi korral võib sissejuhatavast osast üle hüpata?
- Mil moel pakub programm õpilastele tagasisidet?
- Kas on olemas tulemuste register või tulemuste salvestamine, ja kas neid saab välja trükkida?

## 4. Installeerimine ja kasutamine

- Kas programm käivitub automaatselt või tuleb seda käsitsi installeeria?
- Kas programm käivitub õppetöös kasutamiseks piisavalt kiiresti?
- Kas programm reageerib piisavalt kiiresti õpilase sisestusele?
- Kas programmist on olemas võrguversioon?
- Kui jah, siis kas on võimalik töötada programmiga võrgus minimaalsete tehniliste oskustega?

## 5. Juhendid ja dokumentatsioon

- Kas juhendmaterjalides on selgesti eristatud need osad, mis tegelevad tarkvara kasutamisega, ja need osad, mis tegelevad õppetööga?
- Kas käivitamis- ja kasutamishandid on selged?
- Kas info on piisav, et kasutaja saaks aru, mida programm teeb ja kuidas käitub, ilma et peaks programmi käivitama?
- Kas ideed, mida programm kannab, on kooskõlas heade õpetamisvahenditega?

Sellist tarkvara, kus oleks täidetud kõik nõutavad kriteeriumid ning mis suudaks leida rakendust mitmes aines, leidub harva. Seega tuleb valida tarkvara, mis muudaks efektiivseks esialgu ühe aine plokki õpetamise tööõpetuses. Käeoleva töö raames on valitud selleks tarkvaraks tasuta levitatav disaini programm nimega Pro/DESKTOP Express. Tarkvara hõlmab eseme kujustamise vahendeid, millega on võimalik luua ese otse arvutiekraanile. Seoses sellega on loodud tööõpetuse tarbeks tarkvara õpetamiseks multimeediumipõhine õpik. MÕPIK on interaktiivne õpik, mis on mõeldud eseme kujustamise õppimiseks alates II kuni III kooliastmele. Samas sobib kasutada MÕPIK-ut eraldi kursusel, mis hõlmab disainiõpetuse elemente.

Magistritöös on korduvalt viidatud disaini tarkvara PRO/Desktop Expressi kasutamisele tööõpetuses. Kuid tarkvara funktsionaalsusi ja puudusi saab välja tuua võrreldes teda teiste sarnaste disaini programmidega. Järgmises peatükis 3.2. tuleb juttu disaini tarkvara evalvatsioonist, ilma milleta ei ole otstarbekas tarkvara kasutusele võtta.

### **3.2. Disaini tarkvara evalvatsioon**

Joonestus –ja disainitarkvara jaotatakse kategooriasse, mida tähistatakse üldlevinud lühendiga CAD (computer –aided design or drafting). Otsetõlkes tähendaks see arvuti ideede disaini või joonestamist. Järgnevalt vaadatakse tarkvara kuulub nimetatud kategooriasse.

CAD tarkvara on saadaval väga palju. Igaüks on oma spetsiifikaga. Et leida selle rohkuse hulgast sobiv, tuleks lähtuda järgmistest asjaoludest:

1. Programmi funktsionaalsus.
2. Tarkvara hind.
3. Kasutajasõbralikkus.
4. Vastavus sihtrühmale.

### **Tarkvara liigitus litsentsi järgi:**

- vabavara (Freeware);
- jaosvara (Shareware);
- kommertstarkvara (Commercialware).

Käesoleva töö käigus õnnestus leida CAD tarkvara, mis olid internetis saadaval tasuta ehk vabavarana:

1. JustCAD.
2. Design Workshop 1.8.
3. Pro/DESKTOP Express.

Jaosvara kategooriasse kuulusid järgmised:

1. SoftCAD.
2. TurboCAD V8.
3. CADMax Solid master.

Kommertstarkvara, millel pole demoversioone on: Vertex G4 ja Pro/DESKTOP 2000i.

Paraku on tänu vabavara kategooriasse kuuluvuse tõttu tarkvaral ka mõningad puudused. Peamiselt on vabavarana saadaval olev tarkvara 2D või ainult 3D jooniste tegemiseks, puudub kas 3D või 2D jooniste tegemise võimalus. Erandiks siinjuures on Pro/DESKTOP Express, millega saab luua 2D ja 3D mudeleid.

Käesolevas töös võrdleme omavahel vabavara: Pro/DESKTOP Express, kommertstarkvara: Vertex G4 ja Pro/DESKTOP 2000i. Eelnimetatud tarkvara valikul lähtuti sellest, et Vertex G4 on kasutusel Tallinna Pedagoogikaülikooli Tehnika lektoraadis tudengite koolitamisel, Pro/DESKTOP Express on paljude funktsioonidega vabavara ja Pro/DESKTOP 2000i leidnud laiaulatuslikku kasutuse Inglismaa disaini õpetajate seas. Samas räägiti Tiigrihüppe aastakonverentsil 2002 “Arvutiõpetus koolis- vahend või eesmärk?” Pro/DESKTOP 2000i kasutamise otstarbekusest Inglismaa koolides.

Maailmas on levinud palju erinevaid tarkvara pakette, mis oma hinnalt ja funktsionaalsuselt on leidnud kasutust koolis. Üks tuntumaid ja Eesti koolis vähem

tuntum 2D, 3D disaini tarkvara on PRO/ Desktop 2000i (PRO/ Desktop Express vabavarana).

Wickham Schoolis Inglismaal kasutatakse Pro/ Desktopi disaini ja tehnoloogia tunnis. Tarkvara õpetatakse kasutama alates 11-ja lõpetades 18-aastaste õpilastega. Eset ei hakata kohe disainima, vaid sellele eelneb klassis õpilaste ühine arutelu, millised on eseme iseärasused ja milliseid võtteid eseme disainimisel kasutada.

Seejärel tehakse tarkvaraga joonised ja siis alles antakse esemele isikupärane välimus kasutades tarkvara disainimiseks ettenähtud võimalusi.

Koolis on olemas CNC milling machine (kõrgtehnoloogiline tööpink, vt näiteks <http://www.cncauto.com>), 2D ja 3D disainitarkvara, millega saab disainitud eseme otse arvutiekraanilt valmis teha.

Theophilus Gibb Wickham kooli füüsikaõpetaja on veendunud 3D disaini ja tootmisprotsessi harivas efekti- see annab õpilastele võimaluse töötada iseseisvalt ja loomingiliselt ning samal ajal saavad nad väga vajalikke oskusi edasiõppimiseks, mis on oluline tööturule sisenemist silmas pidades (Theophilus Gibb 2002).

Vaata ka õpilaste poolt PRO/ Desktop tarkvaraga valmistatud esemeid lisas.

### **3.2.1 Vabavara**

#### **3.2.1.1 Pro/DESKTOP Express**

PTC (Parametric Technology Corporation ) toodab CAD tarkvara, mis on mõeldud peamiselt professionaalidele ja haridusasutustele. Tasuta versiooniks on Pro / Desktop Express, mis on tasulise versiooni Pro/ ENGINEER eelkäia ja on paljude funktsioonidega programm.

Olemas on ka Pro/DESKTOP , mis on mõeldud haridusasutustele mõõduka tasu eest (150 naela 24 litsentsi).

Pro/DESKTOP Express on esimene 3D CAD vabavara, mis on arendatud spetsiaalselt ettevõtte disainerile /insenerile, kes ei vaja täisfunktsionaalset Pro/ENGINEER

programmi. See keskpärane CAD toode suudab võistelda kõigi keskpäraste CADi versioonidega 80% ulatuses.

Tasuta disaini tarkvara omadused:

1. Vabavara. Siin ei ole maksmist. Koopia saab oma arvutisse laadida tasuta iga disainer (iga huviline), on olemas ka ekstra koopia ka kodukasutajale.
2. Lihtne on tarkvara kasutada ja õppida. Muudab iga tunni produktiivseks.
3. Tõestatud on 3D modelleerimise jõudlus. Pro/DESKTOP Express on PTC loodud tarkvara, mis oli Pro/ENGINEER i eelkäija.
4. Ühildub CNC seadmega (masin, mis on võimeline tegema kindlasid operatsioone. Masin saab oma käsklused arvutist tarkvara vahendusel ).
5. On võimalik teha koostööd otse on-line (Collaboration) ehk nn koostöö keskkonnas kõigi maailma disaineritega, saab jagada mõtteid ja ideid koostöö keskkonna kasutamiseõigustega disainerite vahel. On võimalik levitada projekte töövõtjate ja töö teostajate vahel üle maailma. Koostöö keskkond töötab Pro/DESKTOP is.
6. Pro/ENGINEER ja Pro/DESKTOP i omavahelise integratsiooni tulemusena on loodud töökindel kernel. Mõlemad programmid ühilduvad teineteisega.
7. Programm ei vaja arvutit, millel on suured jõudluse näitajad. Pro/DESKTOP Express nõuab arvutilt ainult 64 MB RAM-i, mis on soovituslik 3D objektidega töötamiseks.

Pro/DESKTOP Express on võetud kasutusele MÕPIK õpikeskkonnas olevate ülesannete lahendamisel. Tarkvara eeliseks tuleb pidada seda, et tarkvara on tasuta allalaaditav ja selle eest pole tarvis midagi maksta. Peale iga 6 kuu möödudes on tarvis ainult litsentsi pikendada ja tarkvara võib legaalselt edasi kasutada.

Tarkvara saab kasutada igas tööjaamas eraldi, mis tähendab iga tarkvara koopia eraldi registreerimist.

Eelpool nimetatud koostöö keskkonna kasutamine on sellel versioonil piiratud. On võimaldatud siseneda keskkonda, kuid projekte hallata ei saa. (vt joonist 14).



Joonis 14. Pro/DESKTOP Express koostöö keskkond

MÕPIKusse on integreeritud need omadused, mida saab kasutada funktsioneeriva Collaborate keskkonnas (failide üleslaadimine, projektide käivitamine, valminud tööd jne). Suureks eeliseks on MÕPIK õpikeskkonna kasutamise lihtsus ja emakeelne menüü.

### 3.3 Kommertstarkvara

#### 3.3.1 Vertex G4

Vertex G4 (edaspidi G4) on Soome firma Vertex Systems Oy poolt toodetud tarkvara, mis on mõeldud 2D ja 3D jooniste valmistamiseks. Tegemist on proffesionaalse insenerigraafika tarkvaraga, mis võimaldab luua detailseid jooniseid ja mudeleid.

Programmi on võimalik kasutada soome -ja inglise keeles, tuleb teha valik klikates vajalikku keele peal. Emakeele kasutamine programmis muudaks selle kasutamise tunduvalt lihtsamaks, kuna joonestusalased terminid on eesti koolis ikka emakeelsed. Tulevikus planeeritakse lisada programmi ka eesti keelne liides, mis muudaks programmi kasutamise tunduvalt lihtsamaks.

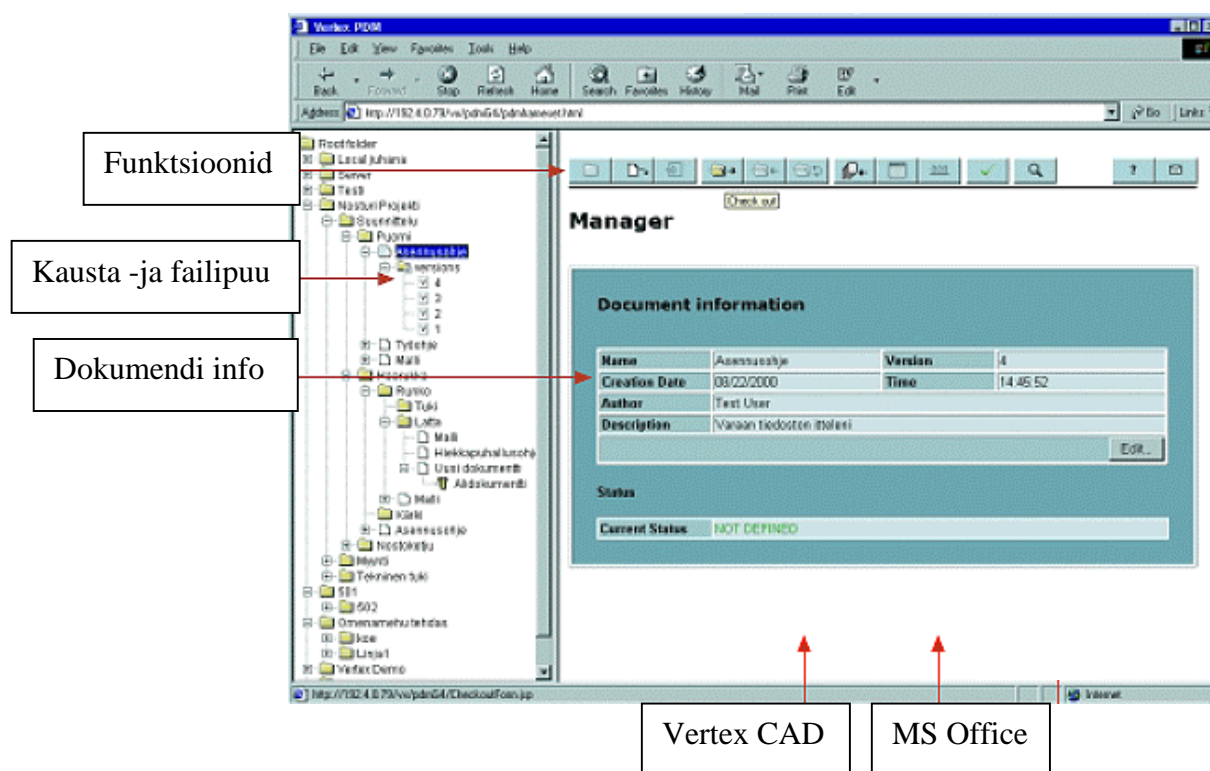
Programm omab sisseehitatud ja veebipõhist abimaterjali, mis on suhteliselt üksikasjalik ja omab palju näiteid. Näited on loodud peamiselt masina detailide valmistamise põhjal (vt lisa 2).



Programmi käivitamisel kuvatakse hulk aknaid, millesse tuleb sisestada loodava objekti vastavad parameetrid. Kõigepealt küsitakse kasutaja käest tegevusi, mis võimaldavad avada uut dokumenti või pooleli olevat tööd (vt lisa 3).

Peale New Document valikut kuvatakse programmi tööaken, mis jaguneb kolmeks osaks: tegevused, tööriistad ja tööväli (vt lisa 4).

Loodud 2D jooniseid ja 3D objekte on võimalik üles laadida keskkonda mis kannab nime VERTEX PDM (vt joonist 15).



Joonis 15. Tsentraliseeritud dokumentide haldus

Et programmi kasutada, on vajalik tutvuda põhjalikult abimaterjalidega või läbida asjakohane kursus. Peale oskuste omandamist programmiga töötamiseks on vajalik muretseda kooli vähemalt 5 litsentsi, et ka õpilased võiksid programmiga tutvust teha ning kasutada programmi 2D jooniste ja 3D objektide valmistamiseks ainetunnis (tööõpetus).

G4 on tasuline programm ja suhteliselt kallis. Haridusasutustele maksab üks litsents ca 3000 krooni, mis teeb programmi hankimise keeruliseks peamiselt rahaliste vahendite puudumise tõttu.

Kui paljusid CAD programme saab proovida 15-30 päeva, siis G4 puudub prooviversioon, mis võib tekitada huvilise (õpetaja, õpilane) teadmatust ja umbusaldust programmi vastu. G4 omab lühikest tutvustust online demo põhjal (vt <http://195.197.188.71/g4/suomi/index.html>)

Erinevalt teistest CAD programmidest on G4 illegaalset kasutamist teistes tööjaamades on piiratud vastava seadmega, mis ühendatakse tarkvara litsentsi omava masina paralleelporti. Ilma seadmeta ei ole programmi kasutamine võimalik. Hulgi litsentside olemasolul installeeritakse serverisse programm, mis kontrollib programmi käivitamist ja kasutamist teistes arvutites. Sellel puhul ei ole vajalik seadet iga arvuti paralleelporti ühendada, vaid piisab seadme ühendamisest ainult serveri paralleelporti.

G4 on arvuti suhtes suhteliselt nõudlik. G4 vajab arvutilt vähemalt 128MB RAM ja vähemalt 500 MHz protsessorit ning vähemalt operatsioonisüsteemi Windows NT või 2000 olemasolu arvutis.

Peamiseks G4 puuduseks on tema kõrge hind, mis ei soodusta programmi kasutamist eest koolides.

G4 on leidnud kasutust Tallinna Pedagoogikaülikooli tööõpetuse tudengite ja kaugõppijate joonestuskursuse täiendamisel kaasaegse vahendina. Samas oleks otstarbekas õpetada G4 kõrval ka teisi 2D ja 3D programme, näiteks tasuta levitatav programm Pro/Desktop Express ja tasuline versioon Pro/Desktop 2000i, millest tuleb juttu järgmises punktis. Selline lähenemine loob mitmeid võimalusi programmide kasutamiseks koolis ning avardab teadmisi 2D ja 3D programmide kohta.

### **3.3.2 Pro/DESKTOP 2000i**

Pro/Desktop on tasuline tarkvara. Haridusasutustele on võimalik tarkvara hankida suhteliselt soodsalt.

Õpetaja võib õpilasele tarkvara koju anda ning õpilane saab seda seal katsetada ja oma esemeid disainida. Õpilasel on võimalik osaleda projektides selleks ettenähtud koostöökeskkonnas (vt joonist 14).

Tiigrihüppe aastakonverentsil 2002 “Arvutiõpetus koolis- vahend või eesmärk?” üheks külalisesinejaks oli disaini ja tehnoloogia õpetaja Catherine Barnes (St.Thomas

More School), kes tutvustas disaini tarkvara kasutamist koolis. Catherine arvates on see aine õpilaste seas väga populaarne, kuna õpilane saab kujundada ja disainida tööeseme ise. Pole materjali kulusid, mis võivad kaasneda makettide ja tööjooniste visandamiseks. Disaini tarkvara võimaldab kõik ära teha arvuti ekraanil, alates 2D joonistest ja lõpetades 3D joonistega. St.Thomas More School'is kasutatakse disaini tarkvara Pro/DESKTOP , mis aitab õpilastel ainet paremini omandada. Rõhutati asjaolu, et kui kasutada tööeseme disainimiseks arvuti abi, siis saavad tööeseme disainimisega hakkama õpilased, kellel puuduvad oskused jooniseid visandada käsitsi (pliiatsiga paberile).

### **Miks valiti just selline tarkvara?**

Pro/DESKTOP maksab Inglismaal ca.150 naela ja litsents lubab installeerida tarkvara 24 arvutisse. Sealjuures rõhutati, et õpilane saab tarkvara installeerida ka oma koduarvutisse ja oma projektiga kodus edasi töötada.

Tarkvara kasutamine ja õppimine on lihtne ka algajale. Oluliseks peetakse kasutajasõbralikkust ja programmi võimalusterohkust. Kui enamus CAD tarkvara nõuab arvutilt suuri ressursse, siis Pro/DESKTOP vajab normaalseks tööks minimaalselt 100MHZ protsessorit, 64 MB mälu ja ca. 64MB arvuti kõvaketta ruumi. St.Thomas More Schoolis kasutatakse seda tarkvara ca, 7 aastat ning vastavalt sellele on saadud kogemusi nii õpetamisel kui tarkvara kasutamise kohta.

Põhiliseks läbivaks teemaks oli arvuti ainetevaheline integratsioon.

Et tarkvara saaks ainetunnis tulemuslikult kasutada, peab kasutusel olema hea kasutusjuhend (tutorial) või multimeedumipõhine õpik. Selleks, et juhendit või õpikut luua, peavad olema täidetud mitmed tingimused. Käesolevas töös räägitakse õpikeskkonna MÕPIK disainiprotsessist Reigeluthi mudeli järgi, millest tuleb juttu järgnevas peatükis 4.

### **3.3.3 2D ja 3D tarkvara funktsionaalsuse võrdlus**

Järgnevalt võrdleme eelpool nimetatud (Pro/Desktop Express, Vertex G4 ja Pro/Desktop 2000i) ja kirjeldatud CAD programmide funktsionaalsust (vt tabel 1), mille põhjal teeme valiku, millist programmi kasutatakse MÕPIK õpikeskkonnas.

Funktsioonid	Pro/DESKTOP Express	Pro/DESKTOP	Vertex G4
2 D kavand	On	On	On
2 D kinemaatika	On	On	On
Modelleerimine erinevate parameetritega	On	On	On
Monteerimine	On	On	On
3 D kinemaatika	On	On	On
Konfiguratsioon	On	On	On
Animatsioonide loomine	On	On	On
Pro/ENGINEER interaktsioon	On	On	On
Pro/COLLABORATE interaktsioon	On	On	On oma keskkond (VERTEX PDM)
Pro/COLLABORATE projektide haldamine	Ei ole	On (koos sisestuste võimalustega)	On oma keskkond (VERTEX PDM)
Saadaval oleva toe ostmise võimalus	Ei	On	On
Ruumilise kujundi import (eelmisel Pro/DESKTOP 2000i versioonil ruumilise kujundi eksport)	Ei	On	On
Pro/INTRALINK tugi	Ei	On	On oma keskkond (VERTEX PDM)
Fotorealistlik esitus ja animatsioon	On	On	On
Hind	Tasuta	3600 krooni 24 litsentsi	3000 krooni 1 litsents

Tabel 1. CAD programmide funktsionaalsuse võrdlus

Eelnevate põhiliste funktsioonide põhjal võib järeldada, millist CAD programmi oleks otstarbekas kasutada tööõpetuses esemete disainimisel. Peamiseks puuduseks osutus programmide kõrge hind, mis käib paljudele koolidele üle jõu. Võrdluse põhjal saab järeldada, et parima hinna ja funktsionaalsuse suhtega on Pro/Desktop 2000i, mille ühekordse ostmise käigus saab tarkvara installeerida 24 arvutisse.

Käesolevas magistritöös on kasutatud tasuta versiooni Pro/Desktop Expressi MÕPIK õpikeskkonna ülesannete lahendamiseks. Tasuta versiooni puuduseks on mitteühilduvus tasulise versiooniga (Pro/Desktop 2000i) ja intraneti puudumine. Intraneti puudumise kompenseerib MÕPIK, kuhu on sisse ehitatud jututuba ja oma tööde üleslaadimise võimalus.

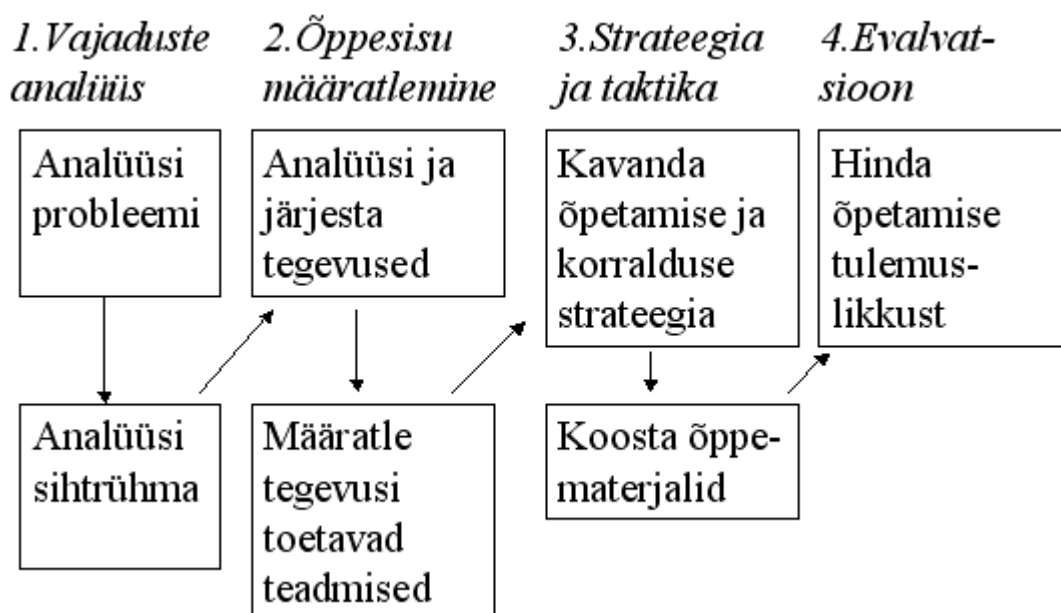
## 4. Multimeediumipõhise õpiku loomine

### 4.1 Multimeediumipõhise õpiku loomise alusmudel

Õpikeskkonna (MÕPIK) disainiprotsessi aluseks võtame Reigeluthi poolt välja pakutud mudeli, sest see mudel vastab kõige enam õpikeskkonna disainiprotsessile (vt joonis 16).

Mudel koosneb neljast faasist: vajaduste analüüs, õppesisu valik ja järjestamine, ülesannete ja õppematerjalide loomine, õpissüsteemi hindamine (evalvatsioon).

Mudel on mõeldud rakendamiseks eelkõige tööalases täienduskoolituses, kuid sobib teatud mõõndustega ka üldhariduse õpissüsteemide kavandamiseks.



Joonis 16. Reigeluthi õpissüsteemide disaini mudel (Laanpere 1999)

Reigeluthi ŐSD (õpissüsteemide disain) mudeli puhul on õppesisu struktureerimise aluseks Süvenemisteooria (Elaboration Theory): ala asjatundjate tegevusi analüüsidest järjestatakse need lihtsamast juhtumist keerulisemani. Õppijale esitatakse kõigepealt lihtsaim juhtum ning selle sooritamiseks vajalikud teadmised. Seejärel lisatakse tingimusi, mis muudavad ülesande keerukamaks jne. Seega struktureeritakse Reigeluthi mudelis õppesisu eelkõige tegevustest lähtudes, õpetatavad teadmised valitakse välja eelkõige lähtuvalt sellest kuidas need olulisi tegevusi toetavad. See loogika vajab ilmselt meie oludes pisut harjumist, sest nõukogude pedagoogika õpetas

meile ju otse vastupidiselt: eelkõige õpitakse teadmisi, mis siis praktikas rakendudes kujundavad oskused ja vilumused (Laanpere 2001).

Järgnevalt vaatleme MÕPIKu disainiprotsessi erinevat nelja etappi.

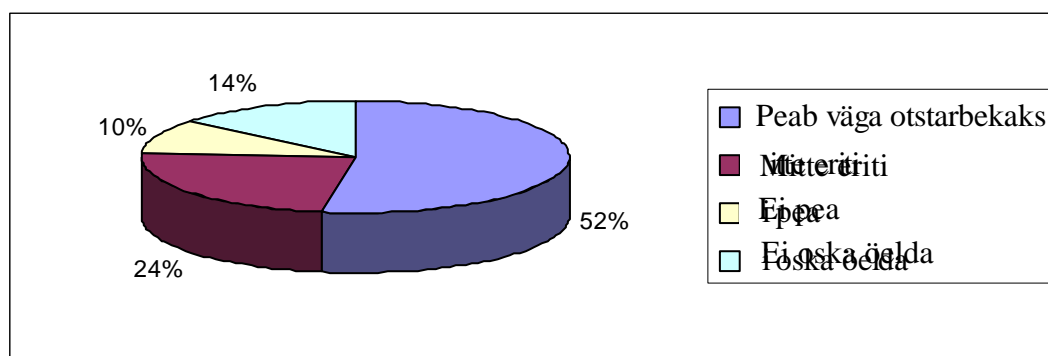
#### 4.1.1 Vajaduste analüüs

Õpisüsteemi disaini esimene faas, vajaduste analüüs, on ühenduslüliks sihtrühma vajaduste ja koolitustoote loomise vahel. Just esimene faas loob kriitilised eeldused tulemusliku õpisüsteemi kavandamiseks. Siin langetatud otsused määravad kogu õpisüsteemi loomise edukuse. Vajaduste analüüsi faas koosneb kahest sammust:

1. probleemi analüüs, mille käigus selgitatakse välja sihtrühma koolitusvajadus (st kas koolitus on vajalik või mitte).
2. valdkonna analüüs, mille käigus selgitatakse välja sihtrühma töölase või akadeemilise soorituse puudujäägid.

Enne MÕPIKu disainiprotsessi algust viidi läbi sihtrühma analüüs ankeetküsitlusena (vt lisa 1 küsimustik). Sihtrühmaks olid tööõpetuse õpetajad.

Küsimusele, kuivõrd otstarbekaks peate arvutite kasutamist tööõpetuse tunnis, vastas 52 % õpetajatest, et arvuti kasutamine tunnis on vajalik, sest ainetund muutub huvitavamaks (joonis 17).

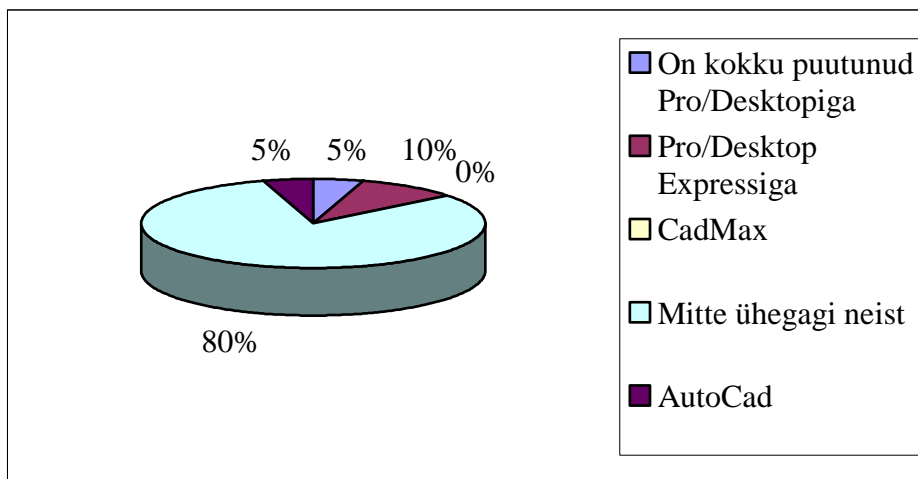


Joonis 17. Arvuti kasutamise otstarbekus tööõpetuses

Tulemuse põhjal võib järeldada, et arvuti kasutamiseks tunnis tuleb välja töötada multimeediumipõhine õpik, mis aitab arvutit tööõpetusega siduda.

Küsitluse tulemusena selgus veel, et õpetajad ei kasuta oma ainetunni läbiviimiseks arvutit ja tarkvara. Üheks põhjuseks oli, et õpetajad pole piisavalt pädevad arvutit

tööõpetuse tunnis kasutama, puuduvad joonestus ja disaini tarkvara käsitlemisoskused. Järgnevas graafikus näeme, kui paljud on tuttavad järgneva tarkvaraga (joonis 18).



Joonis 18. CAD tarkvara kasutamine tööõpetuse õpetajate poolt

80 % õpetajatest ei ole ühegi neist pakutud tarkvaradest kokku puutunud. Ülejäänud õpetajad on uurinud tarkvara omal käel, kuid paraku ainetunnis need teadmised ei rakendu. 10 % õpetajatest on kokku puutunud käesolevas töös käsitletava tarkvaraga Pro/Desktop Express.

MÕPIKusse on integreeritud ülesanded, mida teostatakse eelpool nimetatud tarkvaraga.

#### 4.1.2 Õppesisu määratlemine

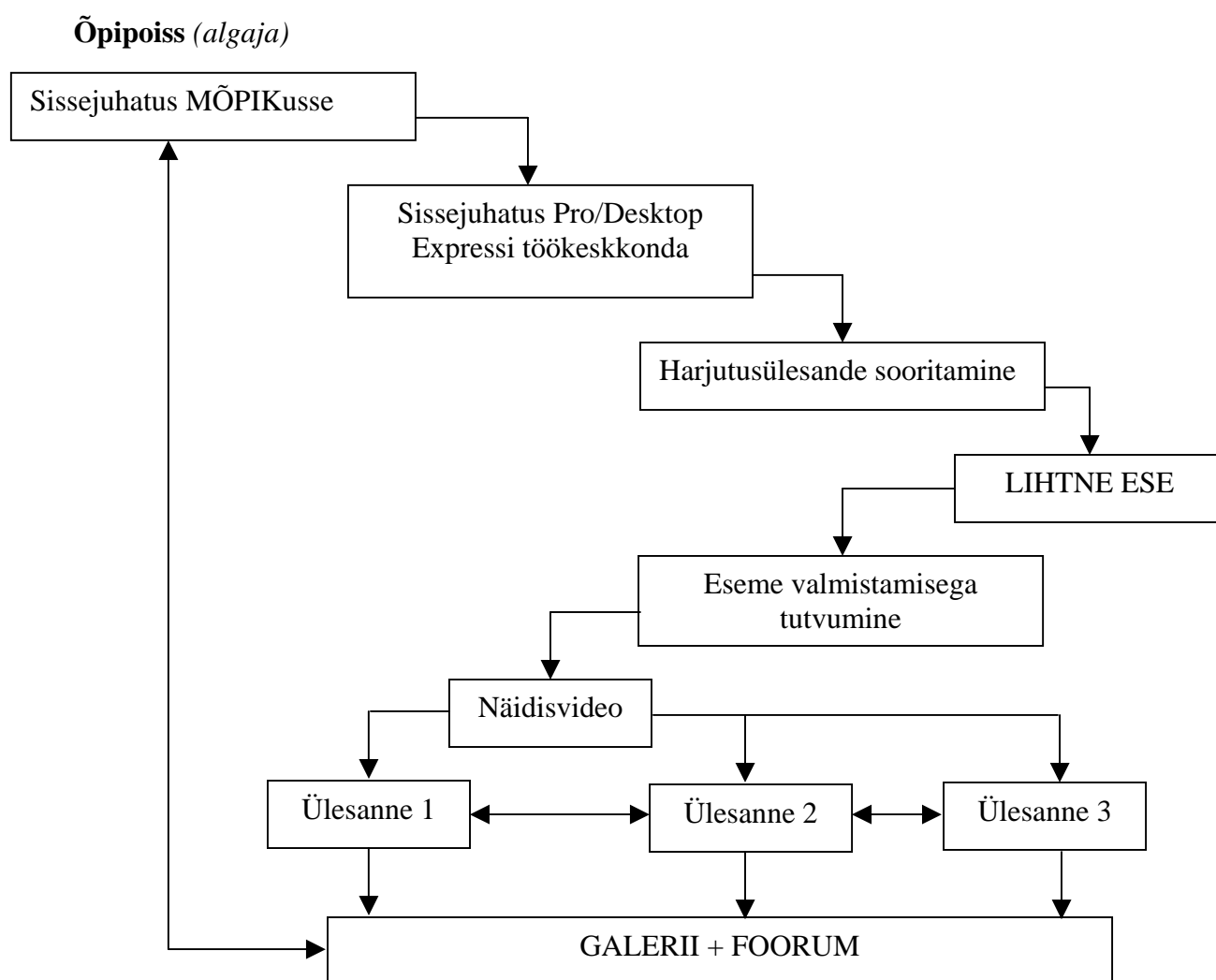
Õppesisu määratlemise eesmärgiks on saada võimalikult täielik ülevaade õpikeskkonnale esitavatest nõuetest enne kodeerimise algust.

MÕPIKu õppesisu määratlemisel lähtuti tööõpetuse ainekavas olevatest õppeeesmärkidest, mille peamiseks sisuks on:

- õpilase loov mõtlemine;
- tehnoloogiliste ideede kavandamise ja teostamise oskus;
- tarbeesemete kujustamine disaini seaduspärasusi arvestades;
- jooniste valmistamine arvuti abil;
- koostööoskus.

Vastavalt nendele punktidele töötati välja MÕPIKu prototüüp, milles on ülesandeid ja näidiseid, mis toetuvad Lave ja Wegneri õpipoisi-selli-meistri mudelile (vt peatükki 5.1). Õppesisu määratlemisel lähtuti ka õpetajate arvamusest tootedisaini õpetamise võimalikusest tööõpetuse tunnis. 59 % õpetajatest oli arvamusel, et tootedisaini õpetamine on vajalik arvuti ja lisatunni olemasolul (vt joonist 1 punktis 1.2).

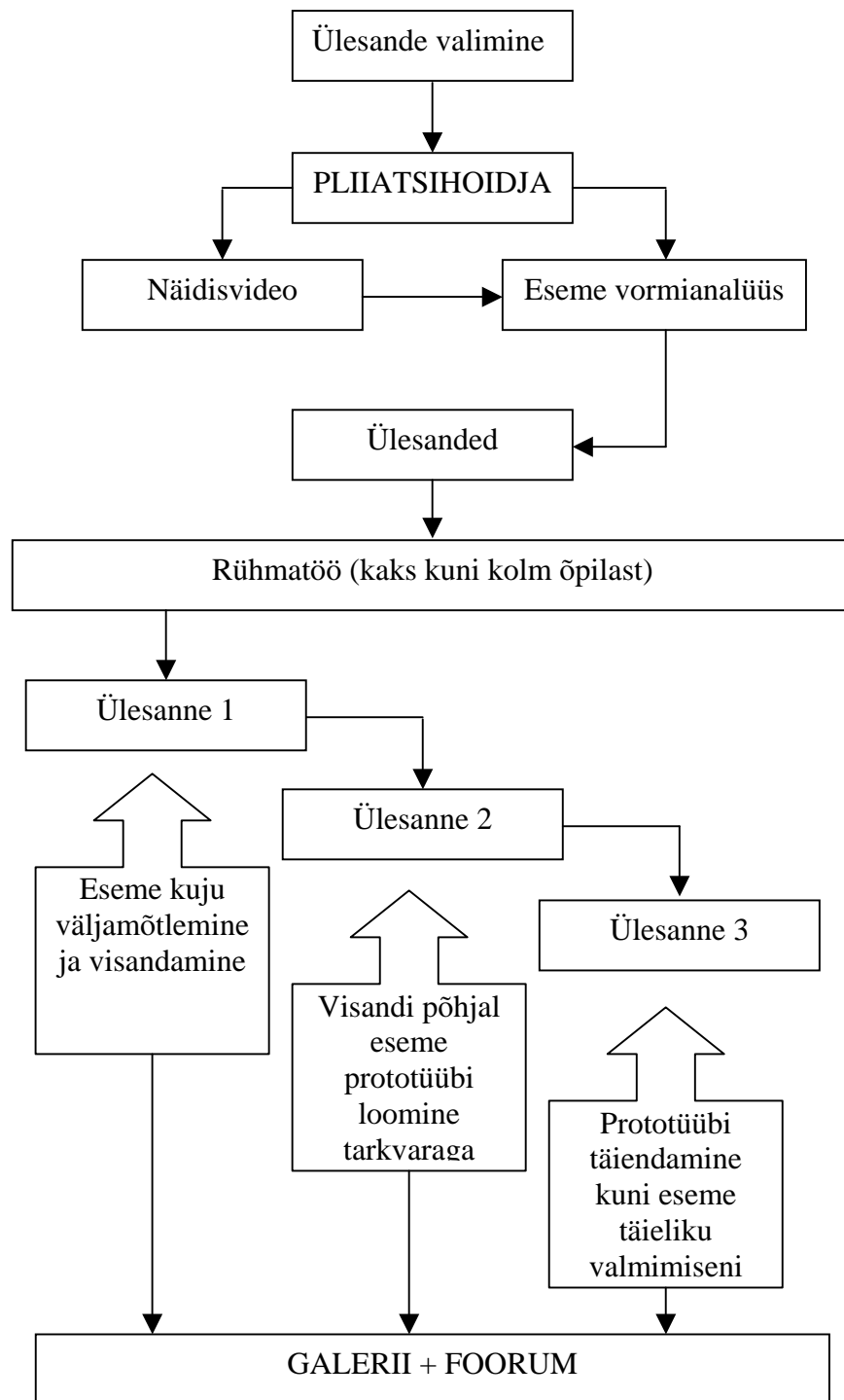
Õpiülesanded on jaotatud raskusastmeti kaheks- õpipoiss ja sell. Järgnevalt vaatleme ülesannete hargnemist plokk skeemina õpipoisi -ja selli staatuses oleva õpilasel.



Joonis 19. Õpipoisi staatuses oleva õpilase ülesannete hargnemine MÕPIKus

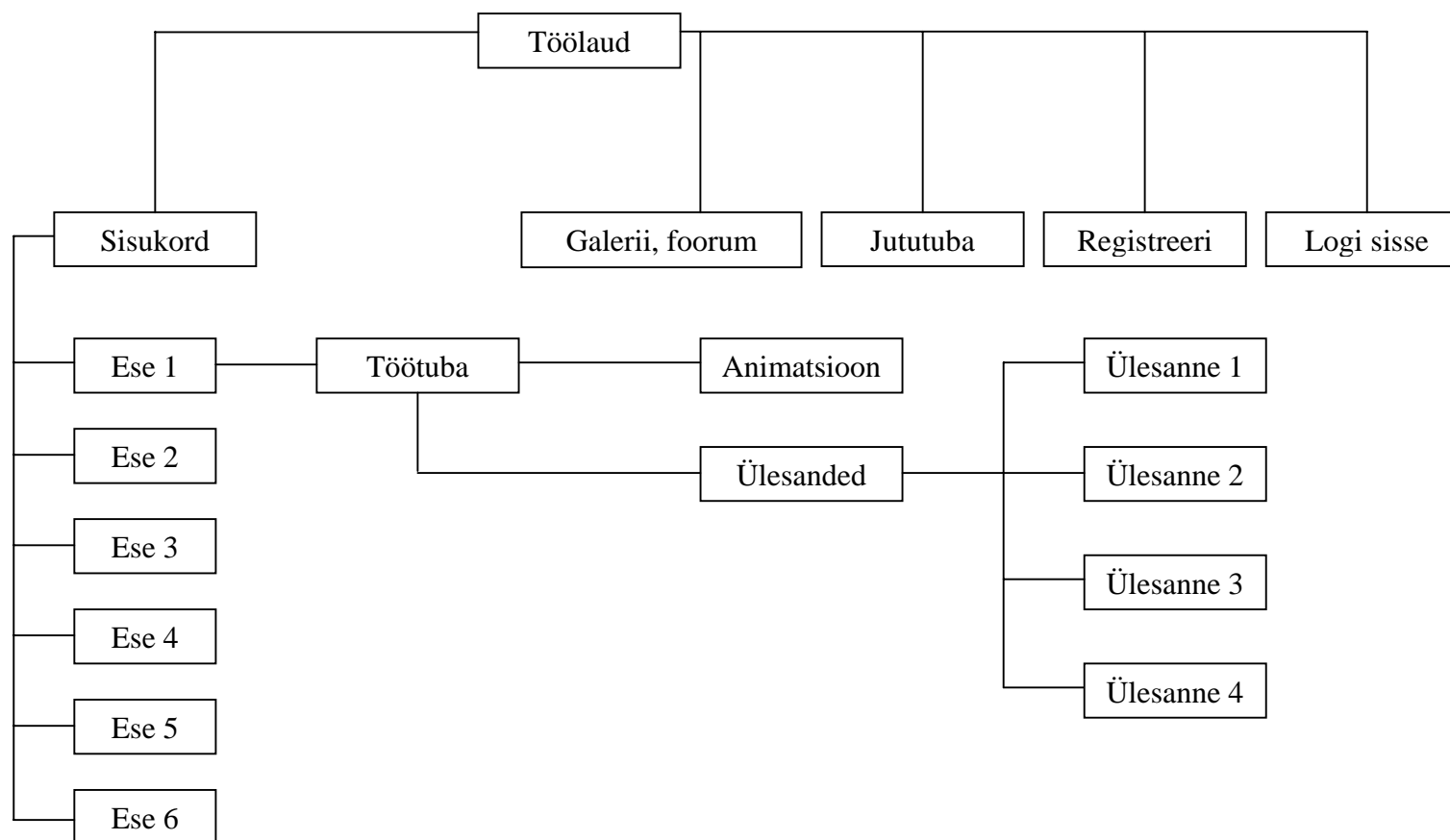


**Sell** (*edasijõudnu*)



Joonis 20. Selli staatuses oleva õpilase ülesannete hargnemine MÕPIKus

#### 4.1.3 Strateegia ja taktika



Joonis 21. MÕPIKu struktuur

#### 4.1.4 Evalvatsioon

Evalvatsioon ehk hindamine on iga süsteemi loomisel väga oluline, sest:

1. Inimesed usuvad, et oma kogemustele toetudes mõistavad ja näevad nad ette ka teiste käitumist.
2. Selline uskumine kaob ainult läbi ennustamise ja mõõtmise (kasutuskõlblikkuse testid).
3. Kogemused muudavad igäihe arusaamist maailmast (on peaaegu võimatu unustada kogemust ja asetada end kellegi teise olukorda, kellel sama kogemus puudub).
4. Süsteemi autorite arvates on nende loomingut väga lihtne kasutada. Enamasti on intuitsioon ekslik (Rinde 2002).

Evalvatsiooni võib jaotatakse kahte ossa (Strickland 2002):

- 1) **Formatiivne** (kujundav) evalvatsioon – rakendatav iga õpisüsteemi loomise faasi puhul, määrates iga etapi efektiivsuse ja kvaliteedi ning aidates kaasa süsteemi (p)arendamisele ja valmimisele.
- 2) **Summatiivne** (arvestuslik) evalvatsioon – viiakse läbi peale rakenduse valmimist ning selle eesmärgiks hinnata valmisrakendust ja saada tagasisidet.

On olemas terve hulk erinevaid evalveerimise meetodeid, millest osa on rakendatavad juba varases disainistaadiumis, osa hiljem, kui on olemas mingisugune töötav mudel. Erinevad meetodid keskenduvad ka loodava süsteemi erinevatele aspektidele (Rinde 2002).

Evalveerimiseks valmistumisel on otstarbekas koostada evalvatsiooni kava:

- määratleda eesmärgid;
- evalvatsiooni objektid;
- valida meetodid.

## Formatiivne evalvatsioon

Multimeediapõhise õpikeskkonna MÕPIK prototüübi evalvatsiooni eesmärgiks on:

- 1) välja selgitada MÕPIKu kasutajate subjektiivne **üldine arvamus** õpikeskkonnast ja seal leiduvatest ülesannetest;
- 2) hinnata **MÕPIKu kasutatavust** (kasutajasõbralikkus ja paindlikkus – orienteerumise lihtsus, struktuuri hoomatavus );
- 3) hinnata **MÕPIKu rakendatavust** (õpikeskkonna kasutamine tööõpetuse tunnis eseme disainimisel).

Evalvatsiooni meetodina kasutatakse MÕPIKu katseisiku tegevuste filmimist ja audio kommentaare. Evalvatsioonis osaleb 9 klassi õpilane, tööõpetuse õpetaja ja arvutiõpetaja.

Õpikeskkonnas on kolm erineva raskusastmega ülesandeid, millele vastavalt valitakse katseisikud, kellel on järgmised oskused:

1. **Õpipoiss**- puuduvad eseme disainimiseks vajalikud teadmised. Teadmised ja oskused omandab ülesande lahendamise käigus. Õpilane lahendab ülesande 1;
2. **Sell**- õpilane, kes on kokku puutunud eseme disainimisega mingi disaini tarkvaraga ja oskab ülesanne 1 iseseisvalt lahendada, tuginedes MÕPIK õpikeskkonnas olevatele näidetele.
3. **Meister**- õpilane, kes oskab iseseisvalt toime tulla õpikeskkonnas olevate ülesannetega ja luua omanäolisi esemeid vastavalt ülesannetes nõutud kriteeriumitele.

Antud evalvatsiooni algfaasis omistati katseisikutele vastavalt nende kogemustele ja kujutletavatele oskustele järgmised staatused:

1. **Õpipoiss**- õpilane.
2. **Sell**- tööõpetuse õpetaja.
3. **Meister**- arvutiõpetaja.

Kuid katse käigus tuli staatused oskuste, ülesannete lahendamise kiiruse ja tehtud vigade kohaselt ümber tõsta. Sellest räägitakse alljärgnevalt.

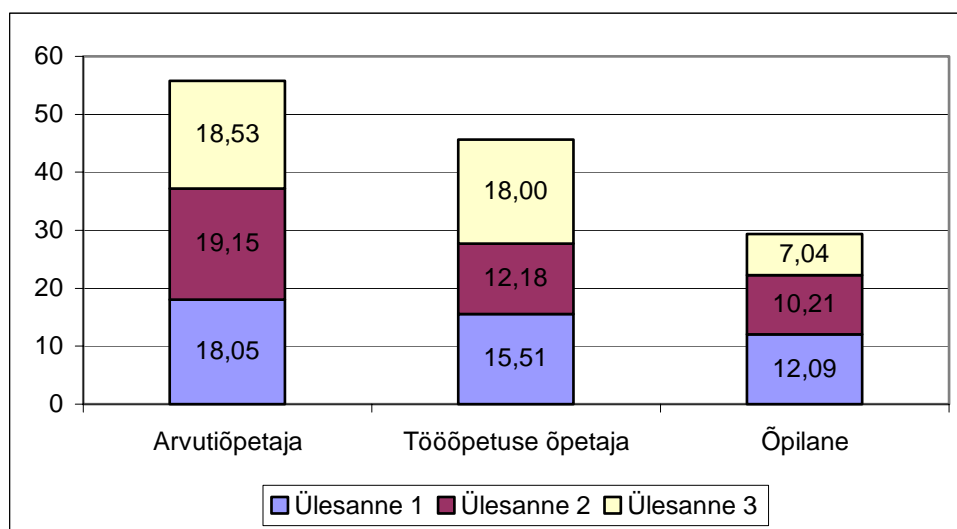
Enne katset võimaldatakse katseisikutel tutvuda MÕPIK õpikeskkonnaga ja teha läbi ülesanded.

Seejärel teevad valitud katseisikud läbi MÕPIK õpikeskkonnas oleva esimese ülesande ja kommenteerivad oma tegevust. Ülesannete sooritamist filimitakse. Hiljem analüüsitakse tekkinud pause ja vigu, mis tekkisid ülesande lahendamise käigus.

Nende tulemuste põhjal tehakse kvantitatiivne analüüs, mis selgitab välja õpikeskkonna MÕPIK plussid ja miinused.

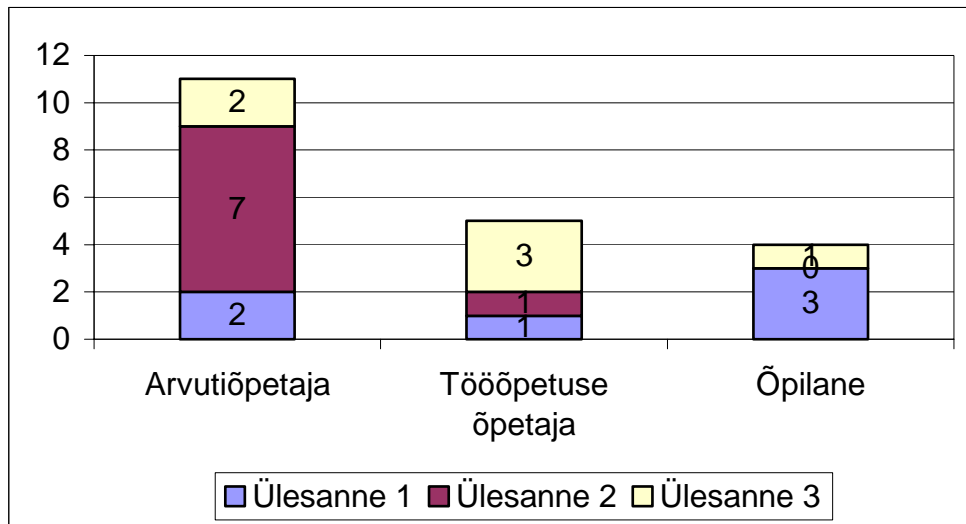
Katse tulemusena selgus, et kõige väiksemate vigade arvuga ja ajakuluga sai ülesandega hakkama õpilane, järgnesid tööõpetuse õpetaja ja arvutiõpetaja. Eelpool nimetatud õpipoiss, sell ja meister jaguneisd seega järgmiselt vastavalt ülesande lahendamise käigus tekkinud vigade rohkusele ja ülesande lahendamiseks kulunud ajale (vt joonist 22):

1. **Õpipoiss**- arvutiõpetaja (palju vigu ülesannete lahendamisel ja suur ajakulu).
2. **Sell**- tööõpetuse õpetaja (mõningad vead viimase ülesande lahendamisel, väike ajakulu).
3. **Meister**- õpilane (vigade arv minimaalne ja ülesannete lahendamise aeg lühike).



Joonis 22. Ülesande lahendamiseks kulunud aeg minutites

Keskmiselt arvestati iga ülesande lahendamiseks ca 15 minutit koos näidisvideode vaatamisega ja tööjuhiste lugemisega. Ülesannete lahendamise aeg pikenes peamiselt tehtud vigade või veateadete tõttu Pro/Desktop Expressi töökeskkonnas. Harvemal juhul mängis rolli näidisvideode puudulikkus (vt joonist 23)



Joonis 23. Tehtud vigade arv ülesannete lahendamisel

Peamisteks probleemideks ülesannete lahendamisel kujunesid järgnevad tegevused:

1. Ei süvenetud piisavalt tööjuhistesse ja näidisvideodesse, millest lähtuvalt kuvati korduvalt veateateid:
  - uue joonise jaoks ei loodud töövälju, vaid uus joonis loodi vanale tööväljale, mistõttu tekkinud silinder või risttahukas paigutati valele tööväljale;
  - kasutati valesid töövahendeid vajalikku operatsiooni teostamiseks.
2. Liigne kiirustamine ülesannete lahendamisel:
  - tähelepanu hajumine;
  - tööoperatsioonide vale järjekord.
3. Ülehinnati oma oskusi ülesannete lahendamisel:
  - ülesannet hakati lahendama ilma näidismaterjalita;
  - veateated ja ülesande uuesti algusest alustamine.

4. Töö salvestamisel tekkinud vead:
  - valiti vale salvestamisrežiim;
  - kolmanda ülesande lõpus salvestati teine ülesanne kolmanda ülesandega üle (kolmandat ülesannet võis alustada valminud teise ülesandega).

Samas pöörati tähelepanu õpikeskkonna nõrkadele külgedele.

Töö MÕPIK õpikeskkonnaga võib palju vigade vabamaks muuta kui on täidetud järgmised tingimused:

1. Näidisvideod peavad olema korrektsed (kui näidisvideos räägiti raadiusest, siis samas näidati diameetrit) ja sisaldama audiosalvestist tehtava ülesande kohta (esimesel ülesandel oli audiosalvestis puudu).
2. Näidisvideod võiks olla kahes formaadis:
  - Avi;
  - Flash.
3. Ülesanded peavad olema raskemalt keerulisemale (teise raskusastmega ülesannet oli lihtsam teha, kuna ese koosneb samadest tegevustest, mis eelnev ülesanne, juures on mõned uued operatsioonid).
4. Tööriistade asetus peab olema kasutaja programmis sama, mis näidisvideos (tööriistu on raske vastasel juhul leida).
5. Esitlusvideo peaks olema veidi lühem, ei tohi olla mõttetult pikk.
6. Võiks olla rohkem informatsiooni kasutatavate tööriistade kohta Pro/Desktop Expressis.
7. Pro/Desktop Expressis tekkinud vigade seletuste olemasolu ja vigade parandamine (kuidas toimida teatud vea tekkimisel).
8. MÕPIKu linkide järjestus võiks olla loogilisem (“Registreeri nupp peaks olema enne jututuba või galeriid”).

Kuid samas osutati õpikeskkonna MÕPIK tugevatele külgedele.

Ülesannete lahendamise ja sealjuures MÕPIK õpikeskkonna kasutamise muudavad meeldivaks järgmised tegurid:

1. Ülesandeid on lihtne lahendada näidisvideode põhjal.
2. Ülesanded sisaldasid töö faili, mis muutsid ülevaate ülesandest väga heaks (des fail).

3. Galerii olemasolu tekitab õpilastes võistlusmomenti (nt: koolidevaheline esemete disainimise võistlus, koolid hindavad võistluskooli töid ja vastupidi).
4. Pro/Desktop Expressi on lihtne kasutada seoses näidiste olemasoluga MÕPIK õpikeskkonnas.
5. Näidisvideod flashi formaadis avanevad otse veebis ja on lihtne hallata.
6. MÕPIK on lihtsa ülesehitusega ja lihtne kasutada Pro/Desktop Expressi õppimiseks.
7. Ülesannete kohta on piisavalt informatsiooni, et ülesannet lahendada.
8. Peale ülesande lahendamist on õpilane võimeline iseseisvalt kujundama lihtsa eseme.
9. Pro/Desktop Express on tasuta programm ja allalaaditav kõigile (õpetaja, õpilane, huviline).
10. MÕPIK õpikeskkonna tarbeks valitud värvid on sobivad ja ei väsita (ei ole kirju).

MÕPIKu evalvatsiooni käigus jõuti õpikusse sisse viia esimesed parandused õpilase arvamuse põhjal.

Esialguses MÕPIKus olid näidisvideod avi formaadis. Seda ja uut versiooni katsetas ja võrdles õpilane ning tema arvamus oli:

1. Näidisvideode vaatamine oli raskendatud, kuna video tuli salvestada eelnevalt arvutisse ja seal avada.
2. Tuli installeerida spetsiaalne codec, et saaks avi formaadis näidisvideosid vaadata.
3. Eelnev protsess võtis väga palju aega, sest aeglase interneti ühenduse korral kulub liialt palju aega, see kahandab huvi tehtavate tööde vastu.

Seoses õpilase arvamusega näidisvideode kohta viidi sisse parandused MÕPIK õpikeskkonna evalvatsiooni käigus:

1. Asendati avi formaadis olevad videod flashiga, mis tagas näidisvideode avanemist otse veebis ja kiire kasutamise.
  - 1.1 Näidisvideot on lihtne hallata (edasi ja tagasi kerida, taaskäivitada).
  - 1.2 Kahanes failide maht (MÕPIKu kogumaht enne 101 MB ja pärast 31 MB).
  - 1.3 MÕPIK võttis tänu flash esitlusvideodele vähem ruumi veebi serveris.



Parandatud MÕPIKut rakendati järgnevate katsete läbiviimiseks tööõpetuse ja arvutiõpetajaga.

## 4.2 Storyboard

Multimeediapõhine õpiku (MÕPIK) prototüübi loomisel on tuginetud Reigeluthi poolt välja pakutud mudelile.

MÕPIKu loomisel lähtuti vajadusest luua poiste tööõpetuse tarbeks multimeediumipõhine õpik, mis õpetab õpilasi kasutama kujustamise tarkvara, omavahel ideid arutama ja koostööd tegema. Tööõpetuse tund on suuremalt jaolt üles ehitatud eseme ideede kavandamisele ja eseme kujustamisele, lõpp-produktiks on omanäoline ese.

Disaini tarkvara kasutamine tööõpetuses ei leia rakendust peamiselt töövahendite ja oskuste puudumise tõttu. Peatükis 1.2 on toodud välja õpetajate küsitluse alusel peamised arvuti ja disaini tarkvara mittekasutamise põhjused.

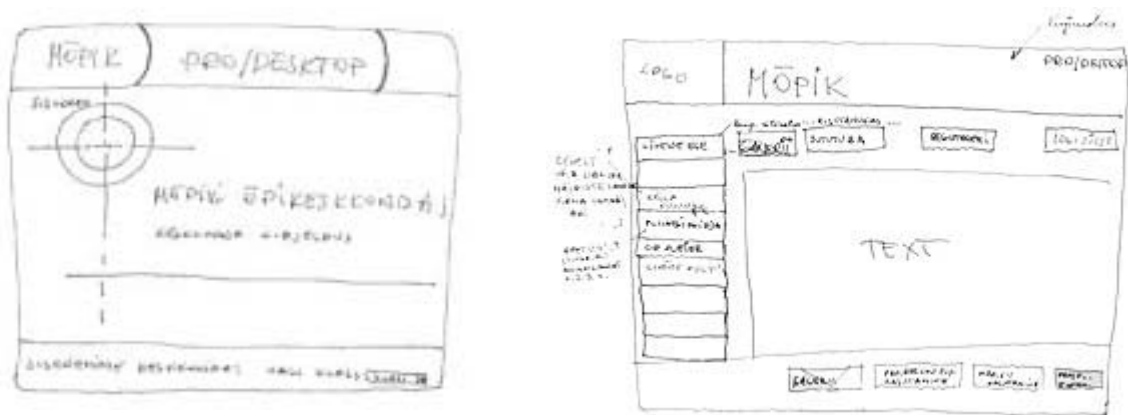
MÕPIKu loomise käigus läbiti mitu etappi:

- valmis MÕPIKu struktuur;
- koostati esialgsete prototüüpide visandid;
- loodi HTML koodis 2 prototüüpi, millest valiti sobiv välja ja arendati edasi.

MÕPIKu loomiseks on kasutatud mitut erinevat tarkvara:

- HTML koodi kirjutamiseks kasutati Dreamweaver 4.0.
- Graafilist liidest kujundati Adobe Photoshop 6.0 ga.
- Esitlusvideod esemetest loodi Camtasia Studio 1.1.1 ga.

Kuidas midagi töölauale paigutada, läbis pika arutluse ning üldkokkuvõttes jõuti tulemuseni, mis on näha teisel joonisel 24.



Joonis 24. MÕPIK prototüübi visandid

Prototüüpide valmistamine nõuab palju aega, samas on HTML keeles loodud prototüüpi lihtne muuta ja lihtne interneti üles panna.

Järgnevalt vaatleme, milline näeb välja prototüüp ja töövahendite paigutus.

#### Sisukord

1	2			
3	4			
	5			
	6			

- 1 siin paikneb MÕPIKu logo, mis asetseb igal tiitlireal.
- 2 MÕPIKU tiitel, igal lehel on teemakohase kujundusega tiitel.
- 3 erinevate näidisülesannetega graafilised viited, mille aluseks on erineva kujundusega ja raskusastmega esemed.
- 4 graafilised viited interaktiivseks suhtlemiseks.
- 5 MÕPIKut tutvustav tekstiala.
- 6 graafilised viited disaini tarkvara ja õpikeskkonna kasutamiseks.

## Kasutatud värvid ja fondid

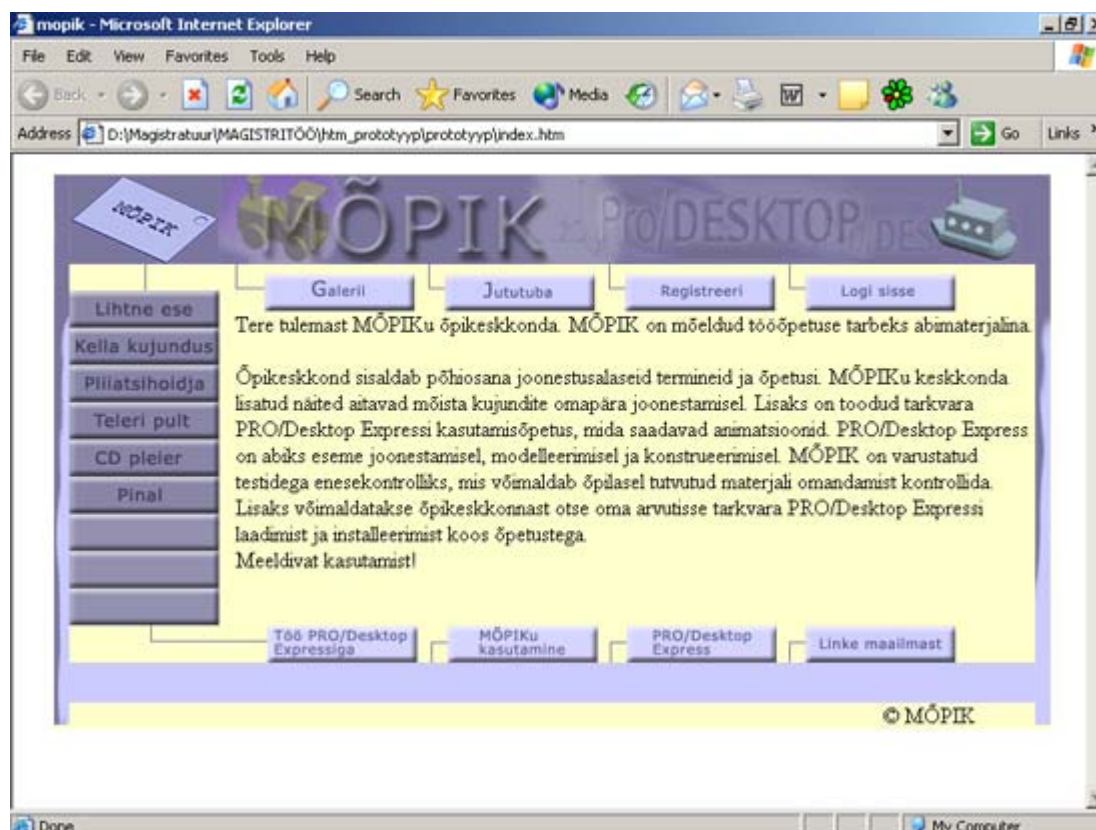
Taust: kollane (#FFFFCC)

Teksti värv: # 666666

Font: nuppudel Tahoma 5pt ja tekst Times New Roman 3pt

Nuppude taust: # 999999

Kuvanope sisukorrast on joonisel 25.



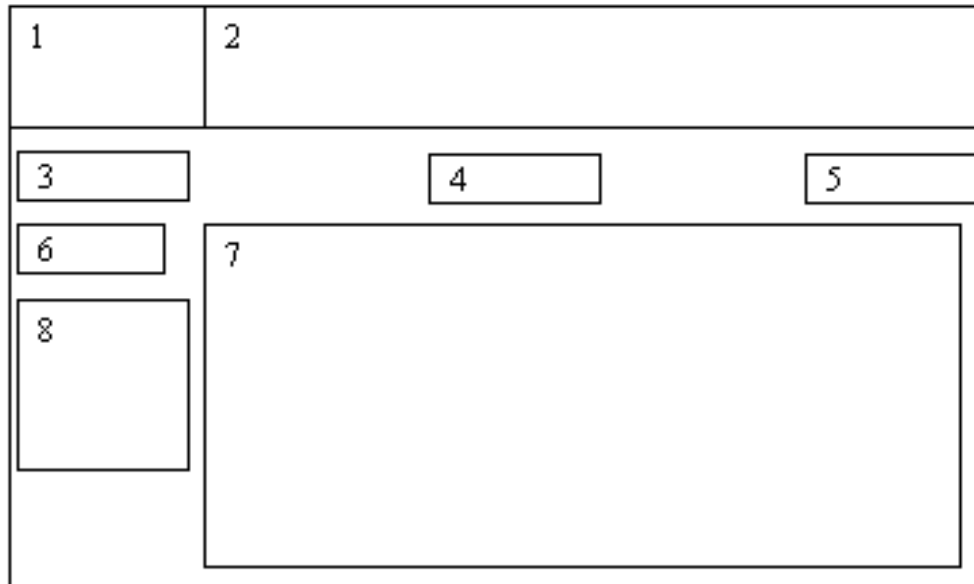
Joonis 25. Sisukord

Sisukorra värvid on valitud vastavalt Pro/Desktopis Expressis kasutatud värvidele.

## Töötuba (Meistrituba)

Klikkides eseme lingil, kuvatakse kasutajale teemakohane töötuba. Töötoas avaneb võimalus vaadata eseme loomise ja kujustamise etappe ning vaadata millised on eseme pinna põhielemendid. Klikkides esitlusvideo nupul, avaneb teemakohane lehekülg, kus asetseb eseme piltkujutis ja samas ka Pro/Desktop Expressis valminud tööese failina. Klikkides eseme pildid, küsitakse, kas salvestada esitlusvideo arvutisse

või avada kohe. Peale esitlusvideo käivitamist avaneb olenevalt arvutisse installeeritud meediapleieris esitlusvideo. Parema kuva kvaliteedi saamiseks peab meediapleier olema häälestatud täisekraanile (fullscreen). Esitlusvideo on resolutsiooniga 800x600 pixelit. See lihtsustab kasutajat mõistma eseme valmimise etappe.



1 MÕPIKu logo

2 teemakohane tiitel

3-5 graafilised viited (esitlusvideo, ülesanne, sisukord)

6 tekstiline viide eseme pinna põhielementidele (avaneb lisaaken eseme pildiga, millel on ära toodud eseme põhielemendid)

7 tekstiala eseme loomise põhitõdedest

8 eseme pilt

Kõikidel lehtedel on kasutatud sama fonti ja värve, seega on eelpool juba ära nimetatud font ja värvid.

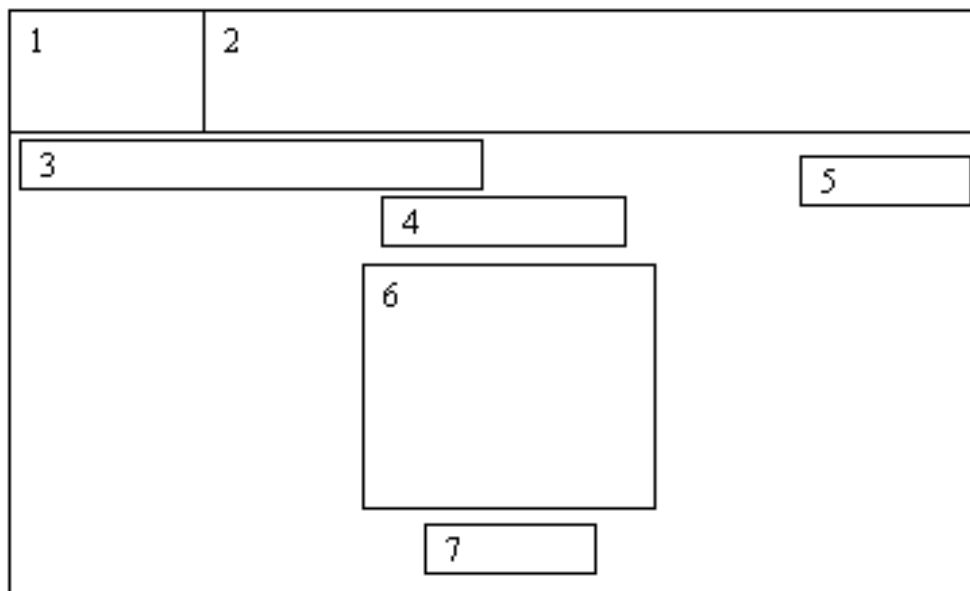
Töötoa taust: #FFFFFF

Viitel 1 ja 2 on MÕPIKus Logo ja teemakohane tiitel. Järgnevalt ei tooda neid eraldi välja.



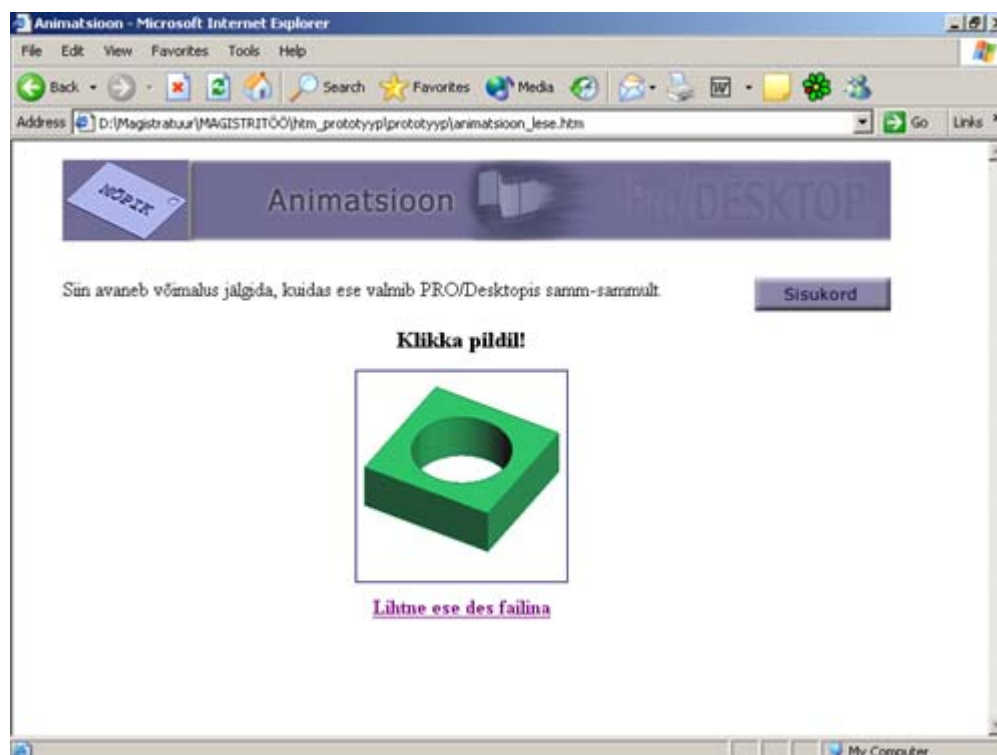
Joonis 26. Töötuba

## Esitlusvideo



- 3 lühike tekstiline tutvustus
- 4 tekstiline juhend (kliki pildil)
- 5 graafiline viide (sisukord)
- 6 eseme kujutis pildina
- 7 ese Pro/Desktop Express failina

Kuvanope esitlusvideo lehest asub joonisel 27.



Joonis 27. Animatsioon eseme loomisest disaini tarkvaraga

## Ülesanne

Ülesannete leht koosneb neljast ülesandest. Iga ülesanne on koostatud põhimõttega lihtsalt keerulisemale. Ülesannete lahendamisel on toetutud esitlusvideodele, kuidas ese on valmistatud, millised on tema iseloomulikud jooned jne. Eseme valmimisel ülesande tulemusena saab õpilane oma tehtud tööd kaasõpilastega arutada foorumis.

1	2				
3	4		5		
6	7	8	9	10	
11	12				

3-5 graafiline viide (esitlusvideo, tagasi eelmisele lehele, sisukord)

6 tekstiline viide (eseme pinna põhielemendid)

7-10 tekstilised viited (ülesanne1-4)

11 eseme kujutis pildina

12 tekstiala (ülesande kirjeldus)

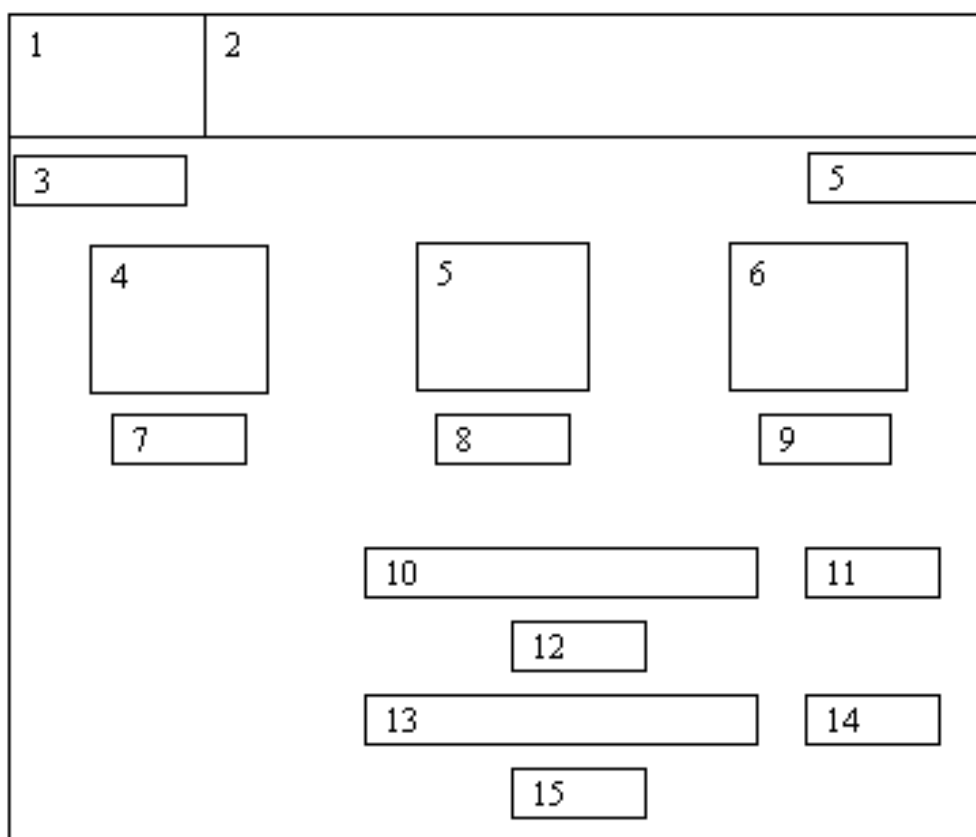
Kuvanope ülesannete lehest asub joonisel 28.



Joonis 28. Ülesannete leht

## Galerii

MÕPIK on veebipõhine ning vastavalt sellele on õpilasel võimalik oma tehtud tööd üleslaadida õpikusse ka koolist eemal olles (Näiteks: kodus olles). Et kaasõpilased saaksid vaadata, millises järjekorras on ese valmistatud, selleks lisatakse eseme pildile Pro/Desktop Expressi fail, mida õpilased saavad avada oma programmis ja seda isegi vajaduse korral täiendada. Loodud esemeid on võimalik kommenteerida kaasõpilaste poolt foorumis, kuhu pääseb eseme pildi all olevast tekstilisest viitest. Lisades kommentaari ja ideid töö paremaks teostamiseks, saab eseme autor tagasiside oma tehtud tööle. Samas õpivad foorumi lugejad nii mõndagi kasulikku oma tulevaste tööde tarvis.



3 graafiline viide (logi välja)

5 graafiline viide (sisukord)

4-6 pildid esemetest (galeriisse üleslaaditud esemetest)

7-9 tekstilised viited (lisa kommentaar)

10 ja 13 fail otsimise ala (üleslaaditava failitee)

11 ja 14 graafiline viide (otsi)

12 ja 15 graafiline viide (lisa fail)



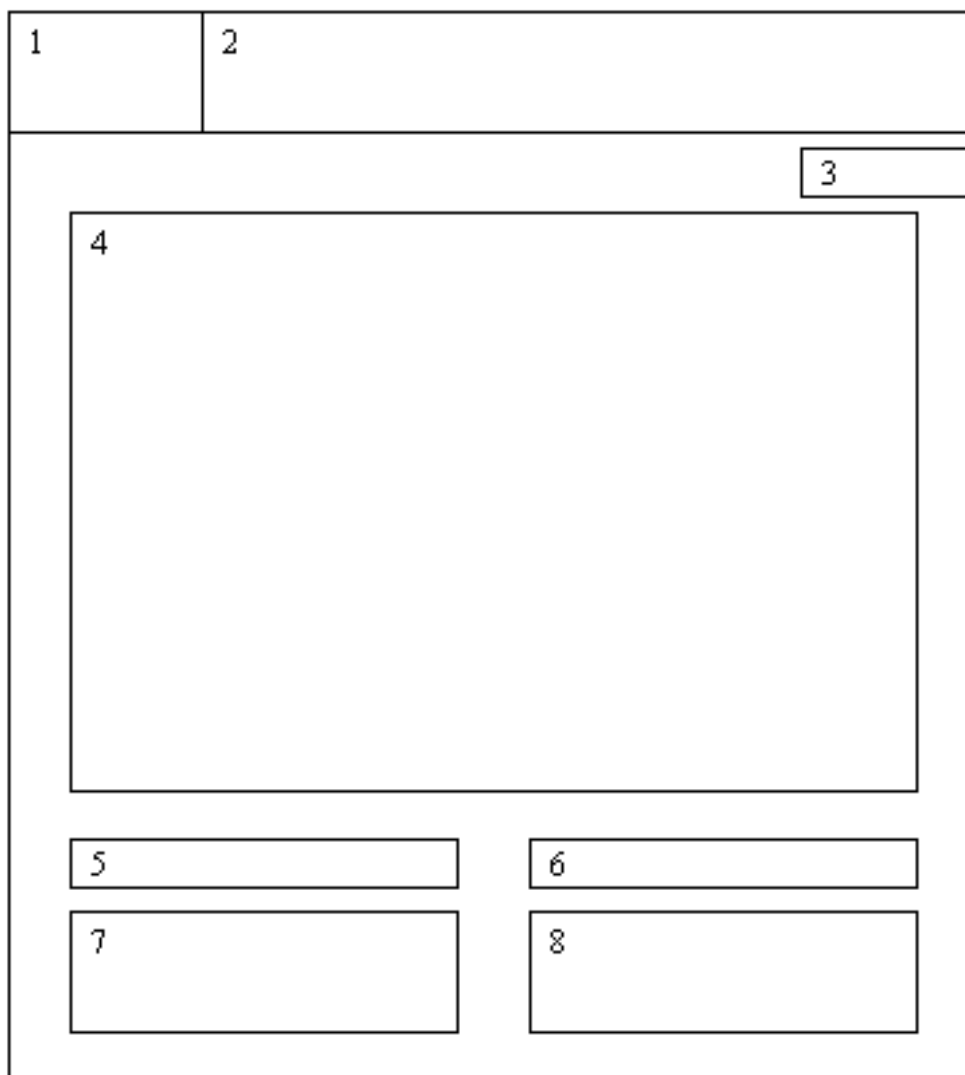
Galerii kuvanope asub joonisel 29.



Joonis 29. Tööde galerii koos foorumi ja Pro/Desktop Express failidega

## Tööaken

Tööaken on abiks disaini tarkvara kasutama õppimisel. Siin on üksikasjalikult räägitud Pro/Desktop Expressis kasutusel olevatest tööribadest, käsklustest jne. Kõigepealt räägitakse tööväljast ja seal asetsevatest vahenditest. Seejärel vaadeldakse põhilisi käsklusi ja töövahendeid, mida läheb tarvis lihtsa eseme loomiseks.



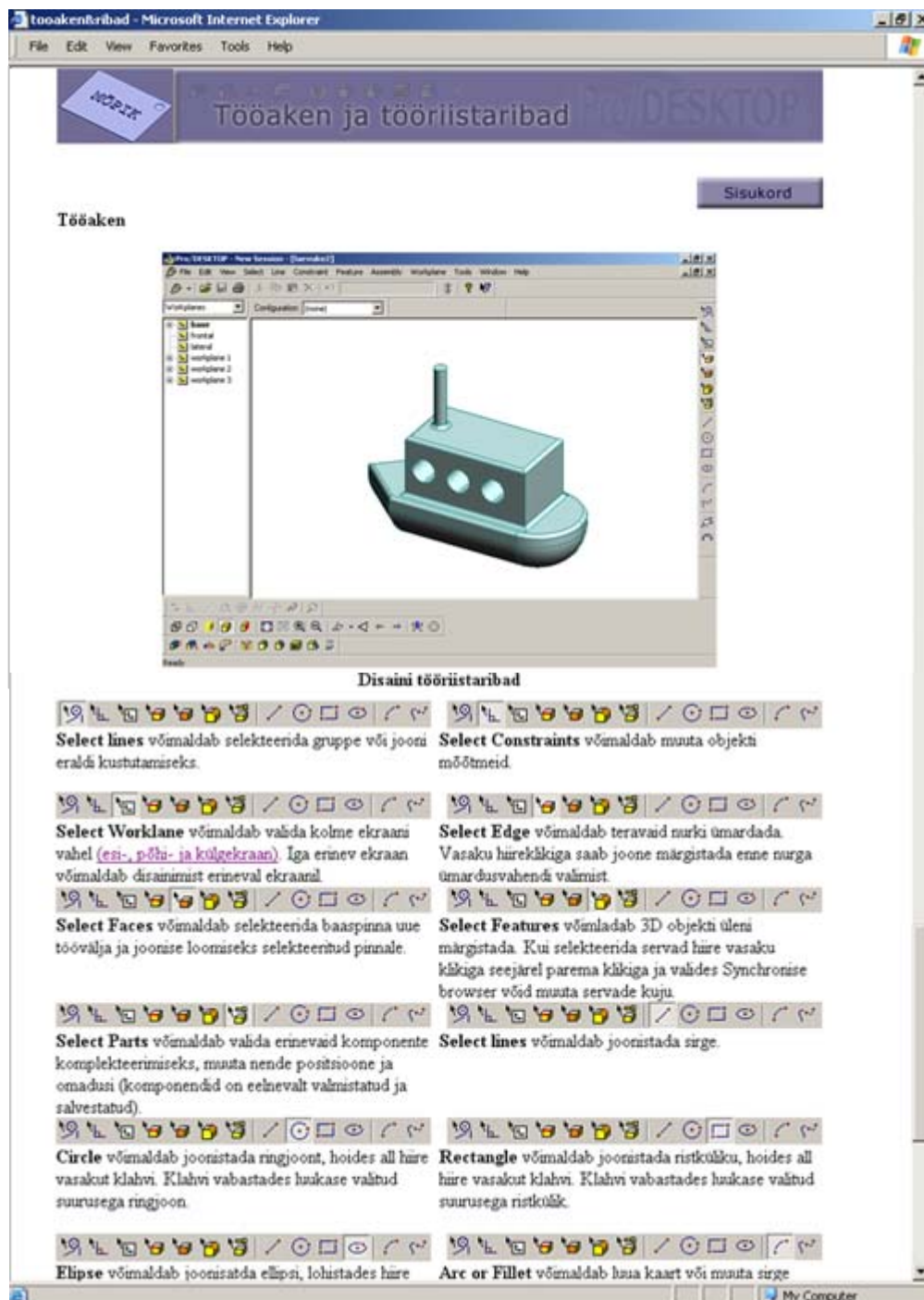
3 graailine viide (sisukord)

4 tööväli pildina

5-6 tööriistaribad pildina

7-8 tekstiala (selgituseks tööriistaribade juurde)

Kuvanope tööaknast asub joonisel 30.



Joonis 30. Pro/Desktop Expressi kasutamist abistav abimaterjal

## 5. Multimeediumipõhise prototüübi kirjeldus

### 5.1 Sissejuhatus MÕPIKusse

Tunni ülesehitusel tuleb ära hoida oht, et interneti põhine õpe keskendub üksnes aineteadmiste omandamisele. Sellele ohule näib teatud määral vastu töötavat konstruktivistlik õpiteooria, mis defineerib õppimist endale iseseisvate uute teadmiste konstrueerimisena. Konstruktivismi lähtekoht on, et inimest õpetades tuleb pöörduda eelkõige tema sisemaailma poole, sest just seal konstrueeritakse õppijale olulisi tähendusi ja teadmisi (internet, konstruktivism ja väärtushoiakud).

Õpilased omandavad teadmisi efektiivselt, kui on hõivatud nende loomisega. Õpetaja roll ei ole teadmiste väljaselgitamine, vaid õpilastele teadmiste ülesehitamiseks võimaluste pakkumine. Konstruktivism julgustab õpilasi uurima võimalusi, välja mõtlema alternatiivseid lahendusi, tegema koostööd teiste õpilastega, pakkuma ideid ja hüpoteese ning parimat lahendust, mille nad tuletasid (konstruktivismist).

Multimeediumipõhine õpik (MÕPIK) pakub õpilastele mitmeid erinevaid võimalusi. MÕPIK toetub õpilastel ideede rakendustele interaktiivses keskkonnas. Õpilane ei pea toetuma juba valmis lahendustele ja ideedele, vaid avastab ja loob ise, tuginedes oma elukogemustele ja eelnevatele teadmistele. Integratiivsed vahendid õpikeskkonnas viivad õpilase keskkonda, kus toimub arutlus ja uute ideede genereerimine rühmatööna teiste õpilastega. Mitmetele näidistele, mis leiduvad MÕPIK õpikeskkonnas aitab õpilasel rakendada oma ideid väljamõeldud eseme juures. Samas on näited ka abistava iseloomuga.

Olulist rõhku on pööratud õpikeskkonnas individuaalsele tööviisile. Õpilane on siin õpipoisi staatuses, teda juhendavad ja abistavad nn meister (õpetaja) ja sellid (kaasõpilased, kellel on teadmisi ja oskusi kujustamise valdkonnast). Mida rohkem õpipoiss õppis, seda rohkem suutis ta iseseisvalt oma eset kujundada.

Arvutialane õppimine õpikeskkonnas MÕPIK on efektiivne, see tugineb konstruktivistlikule teooriale. Järgnevalt vaatleme, millele toetub õppetöö efektiivne organiseerimine.

Konstruktivistlikul meetodil on õppetöö organiseerimisel arvutiga mitmeid plusse (Jõesalu 2001):

- individualiseerimine – iga õpilane rakendatakse arvutit ja interneti kasutades tööle. Kui tihti on klassid suured ja kõigile arvuteid ei jätku, siis poiste tööõpetuse tunnis seda probleemi pole, sest õpetaja töötab ainult poolega kogu klassist (poisid)
- õppijal on rohkem vabadust – virtuaalõppe korral saab õpilane õppimisega tegeleda ka väljaspool kooli, talle sobival ajal ja kohas: ta võib teha seda hommiku- või õhtupoolikul, koolis, kodus, raamatukogus või mujal.

Ka MÕPIKu töölerakendamist planeerides mõeldi, et õpilane saab koolitööd teha väljaspool tööõpetuse tundi. Nimelt võib õpilane oma küsimuste või kahtluste korral saata poolelioleva töö õpetajale, kes töö üle vaatab ja juhendab arvuti kaudu õpilast. Selleks on kokku lepitud kindlad töö ajad, millal õpetaja viibib õpikeskkonnas. Näiteks igal kolmapäeval ja reedel 17-18:00-ni. Sellel ajal saavad õpilased õpetajale esitada teemakohaseid küsimusi ja suhelda omavahel jututoas. Tööõpetuse tunnis saab tööd jätkata õpikeskkonnas kogutud teadmiste ja oskuste tuginedes. Selline lähenemine aitab õpilast olla kursis oma töödega ja neid õigeaegselt teostada.

Taoline kollaboratiivne (õppijad teevad uute teadmiste loomisel koostööd ja kasutavad üksteise oskusi) lähenemine (kokkukuuluvuse loomine) aga esitab küll omad nõudmised nii planeerimis- kui ka õpetamisstiilide osas, kuid samas tugevdab ja arendab koostöö oskusi.

Peale selle õpilased avastavad, kartmata teha vigu. Tiigrihüppe aastakonverentsil 2001 kõneles Jaak Aaviksoo oma avakõnes:

“Midagi oleks õppida nende käest, kes istuvad arvuti taga, avastavad, tunnevad rõõmu ja õpivad vaatama sellele, et nad teevad vigu. Arvuti ja Internet on suurim keskkond, mille eest ei panda halbu hindeid tehtud vigade eest. Me ei tohi kaotada ära vastamisrõõmu ja uudishimu. Koolist tuleb kaotada vigade tegemise hirm, jätta avastamise rõõm.”

Tihti peale õpitakse töid teostama läbi tehtud vigade. Ka elus eneses tuleb ette olukordi, kus tehakse vigu. Läbi kogemuse õpitakse vigadest hoiduma.

Ehkki enamik Eestis praegu kasutusel olevaid virtuaalseid keskkondi sisaldab õppematerjale, teste, õpitegevuste kirjeldusi ja projekte, puuduvad neis enamasti võimalused ühiseks tegutsemiseks, oma kogemuste ja arvamuste vahetamiseks ning üheskoos uute teadmiste ja arusaamade loomiseks (Telemaatika 2000).

Kooli loodusainete tarbeks loodud "Multimeedia õppevahendid loodusteadustes" on multimeedial põhinev ja sisaldab endas palju näiteid, teksti, audio- ja videoefekte. Õppevahend on eestikeelne, mis on õpilaste seisukohalt teretulnud. Õppevahend on üles ehitatud biheivioristlikele õpikäsitlustele, mille seisukohaks on oluline mõõdetav ja vaadeldav fakt. Õpilaste iseseisev töö piirdub näitlikke materjalide vaatamisega ja teadmiste omandamisega ning faktide õppimisega. Materjalide omandamine leiab aset seejuures päheõppimise teel. Puudub arutlusmoment, mis soodustab õpitu meeldejäämist ja kutsub esile teadmise õpitu vajalikkusest.

Üheks selliseks väljundiks võiks olla integratiivne foorum või jututuba. Lähtuvalt konstruktivistlikust õpiteooriast, on õppimine sotsiaalne protsess, milles vastastikune arutelu teiste õppijatega on üheks oluliseks viisiks õpitavast oma nägemuse kujundamisel.

Foorumis saab arendada pikemaid diskussioone, aga ka näiteks loomingulist ühistegevust, ideede või hüpoteeside püstitamist ja lahendamist. See võib toimida omaette õpikeskkonnana, aga tihti kasutatakse seda suurema õpikeskkonna ühe osana (Telemaatika 2000).

Kui õpilasel tekib idee seoses õpiülesannete lahendamisega, siis saab jagada seda kaasõpilastega foorumis või jututoas. Toimub integratiivne suhtlemine ja ideede jagamine. Samas ei karda õpilane oma ideid teistega jagada, sest pole olemas õpilast, kes loob ainult täiuslikke ideid. Õpilased täiendavad ja toetavad oma kogemustega väljapakutud uusi ideelisi lahendusi eseme valmistamisel.

Konstruktivistlik käsitus näeb, et koostöös õppimisel on mitmeid eeliseid (Krull 2000):

- rühmatöös tekib sünergia eriti selliste probleemide lahendamisel, mis nõuavad mitmekülgseid pädevusi;
- erinevate rollide võtmine ja vahetamine toetab pluralismi, erinevate vaatenurkade mõistmist sama probleemi suhtes;
- rühmatöö käigus tulevad selgemini esile õppijate väheefektiivsed õppimisstrateegiad ja väärarvamused, mis frontaalse õpetamise puhul kipuvad õpetaja jaoks märkamatuks jääma;
- kujunevad/paranevad koostööoskused, ilma milleta on hilisemas elus raske toime tulla.

Lisaks sellele on koostöö ja rühma-arutelud hädavajalikud õppijates kujunevate tähendusseoste ja mõtteskeemide “läbirääkimiseks”, kooskõlastamiseks rühmaliikmete vahel (Laanpere 2001).

Rühmatöö eeldab õpilaste koostööd ja jaotust ülesannete täitmisel ning rühma suurus võib ulatuda paarist õpilasest terve klassini.

Koostööna saab valmistada eset, mille koosseisu kuulub üksikuid osi, millest hiljem komplekteeritakse ese. Peatükis 1.2.1 on kirjeldatud pliiatsihoidja valmistamist etappide kaupa. Pliiatsihoidja koosneb antud juhul kahest komponendist- tagaseinast ja põhiosast, kuju puuritakse augud pliiatsite, kustutuskummi ja joonlaua jaoks.

Antud hetkel on otstarbekas valmistada pliiatsihoidja paaristööna. Üks õpilastest kujundab tagaseina (looma või linu kuju), teine õpilane mõtleb välja pliiatsihoidja põhiosa, kus tuleb arvestada pliiatsite paigutust ja tagaseina kinnitamise kohta. Seejuures arutletakse omavahel eseme kuju ja kokkusobivuse üle.

Eseme komponentide kujundamine leiab aset arvuti abil disaini tarkvara rakendades.

Eseme kujundamine rühmatööna õpetab õpilasi töötama üksteist arvestades, looma esemeid, mis ei baseeru kitsalt ainult ühe õpilase ideedele vaid väljendub ideede summana.

Eseme valmimisel leiab aset diskussioon, mille alusel hinnatakse õpilaste idee originaalsust ja töö teostamist etapiti. Õpilased hindavad üksteise töid 5 palli süsteemis. Siinjuures lisab õpetaja oma kommentaarid teostatud töödele.

Hindamine leiab aset õpilaste poolt antud hinnangute ja õpetaja arvamusest lähtudes.

Edukast koostööst sõltub eseme kokkumonteerimise lõpptulemus.

Üks koostöö mooduseid, mis motiveeriks õpilasi MÕPIK keskkonda kasutama, on organiseerida koolidevaheline võistlus. Õpilaste poolt valminud esemed salvestatakse MÕPIK-usse, millele järgneb tööde hindamine, kus iga kool hindab teise kooli kujundatud esemeid.

Lave ja Wenger (1991) otsivad uues pedagoogikas “hästiunustatud vana”, tõmmates paralleele kaasaegse konstruktivistliku õppimiskäsitluse ja keskaegse õpipoisi-selli-meistri mudeli vahele. Kuigi õpipoisil ei lastud teha vastutusrikkaid töid, koges ta esialgu kõrvaltvaatajana ja pisitasa üha keerulisemaid ülesandeid täites antud ametile iseloomulikke “keelt”, kombeid ja meetodeid. Kui õpipoisile hakati usaldama juba tõsisemaid töid, tegutses ta algul vilunuma kolleegi kaasabil ja juhendamisel, kuid vähehaaval viimase osalus ja nõustamine kahanes (taanduv juhendamine). Sarnane strateegia toimib Lave ja Wengeri arvates suurepäraselt ka tänapäeval, sealhulgas veebipõhistes õpikeskkondades (Laanpere, Kippar, Põldoja 2003).

MÕPIK– harjutusülesanded jagatakse kergemateks ja keerulisemateks ülesanneteks. MÕPIK toetub taanduvale juhendamisele. See tähendab – algul õpetaja abistab õpilast igal sammul. Õpilase oskuste kasvamisega, abistab õpetaja õpilast uute oskuste kujundamisel ja eelnevalt õpitu meeldetuletamisel. MÕPIK on loodud õpilase jaoks aga mitte vastupidi. Kogu õppeprotsessi toetavad esitlusvideod, mis abistavad õpilast esmase ülesande sooritamisel.

MÕPIK õpikeskkonnas on näidised esitlusvideode kujul, mida saab kasutada edukalt disaini tarkvaraga tutvumiseks ja õppimiseks. Õpikeskkonnas jagunevad näidisülesanded järgmiselt (vt järgnevat lehte).



## Esitlusvideod

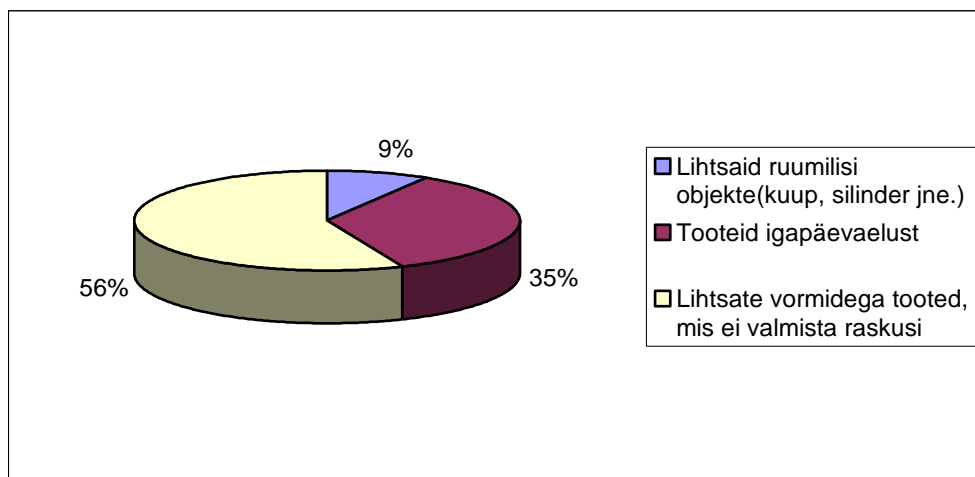
MÕPIKus on näidistööd järgnevas järjekorras:

- 1) Lihtne ese – lihtsa eseme valmistamise võtted (ristkülik ja silinder).
- 2) Kella kujundus – omavahel kombineeritakse kahte kolme erinevat elementi (silinder, tüvikoonus ja ristkülik)
- 3) Pliiatsihoidja – selle eseme juures tehakse algust detailide liitmisega. Omavahel liidetakse tagasein ja pliiatsihoidja põhiosa (vt punkti 1.2.1)
- 4) Pinal – ese koosneb ainult kahest õõnsast poolest. Seda eset võib võtta teleri puldi loomise esimeseks etapiks.
- 5) Teleri pult – puldi nuppude paljundamiseks kasutatakse massiivi (valmis tehakse üks nupp ja hiljem dubleeritakse). Teleri pult valmistatakse komest erinevast detailist, mis siis hiljem liidetakse omavahel üheks tervikuks (Assembly).
- 6) CD pleier – pleier ehitatakse üles erinevate töötasapindade peale. Iga erinev detail liidetakse vastava töötasapinnaga.

## 5.2 Töoeseme valik

Töoesemeid, mida valitakse, peavad vastama tööõpetuse õppekavale. Tööde valikul on arvestatud õppe- eesmäärke, mille sisuks on, et õpilane omandab oskuse kavandada ja teostada oma tehnoloogilisi ideid, arvestades esteetilisi ja eetilisi väärtusi, kvaliteeti ning otstarbekust. MÕPIK õpikeskkonnas on sellisteks töödeks 6 tööd, mis on valitud õpilasekesksed, kuid esialgselt on kasutusel vaid 3 ülesannet.

Milliseid tooteid oleks otstarbekas tööõpetuse tunnis tootedisaini tarkvaraga modelleerida ja disainida (vt joonist 31)?



Joonis 31. Toodete disainimine tootedisaini tarkvaraga tööõpetuses

Küsitluse kohaselt võib järeldada, et enne eseme loomist valmistatakse joonised paberile joonestades või skitseerides, kuna enamus õpetajaid toetas lihtsate vormidega toodete valmistamist tarkvara abil. Valitud vastuste variant valiti ka põhjusega, et varem on tööõpetuse õpetaja kokku puutunud AutoCad joonestusprogrammiga, mida kasutatakse peamiselt tasapinnaliste jooniste loomiseks. Disainitarkvara rakendades on see esimene etapp- kavandada tööese otse arvuti ekraanil ja muuta ese ruumiliseks (ristprojektsioon).

Tiigrihüppe aastakonverentsil 2002 tutvustas Theophilus Gibb Wickham kooli õpetaja esemeid, mida valmistatakse PRO/ Desktopiga nende koolis aines disain ja tehnoloogia. Esemed olid valitud igapäevaelust, mis olid õpilastel koolis kaasas või siis oli selliseid esemeid õpilase kodus. Esemeteks oli CD- pleier, mobiiltelefon, televiisori pult jne. Miks just valiti sellised esemed? Peamiseks põhjuseks pidas Theophilus Gibb esemete vajalikkust, tänu nendele mõistab õpilane paremini eseme funktsionaalsust ja oskab vastavalt sellele uut eset kujundada, arvestades funktsionaalsust, välimust ja eseme kujundamisel tekkivaid probleeme.

Küsitluse tulemusena vastas 35 % Eesti kooli tööõpetuse õpetajatest jah sõna esemetele, mida leiab igapäevaelust. Ka lihtsate vormide all saame mõelda igapäevaelus kasutusel olevaid esemeid. Näiteks käekell koosneb tihtipeale kahest või kolmest lihtsast vormist, silindrist, tüvikoonusest ja risttahukast (vt joonist 32).



Joonis 32. Lihtsate vormidega käekell

Enne eseme kujundamist oleks otstarbekas eset lahata, millistest kujunditest ta koosneb ja kuidas kujundid teineteise suhtes asetsevad. Esemeloomisel tuleb lähtuda minimalistlikust välimusest ja arvestades eseme otstarvet. Näiteks on teelusikas oma kujunduselt tagasihoidlik, kuid täidab suurepäraselt oma funktsiooni ja on kasutusel iga päev. Vahel on ese kujundatud nii, et tal on mitu funktsiooni (vt jooniseid 33 ja 34).



Joonis 33. Teetõmmise tegemiseks



Joonis 34. Lihtsalt lusikana

Nii lihtsad objektid kui ka esemed igapäeva elust on omavahel tihedas seoses. Ükski ese, olgu ta siis keeruliste vormidega või siis väga lihtsa kujundusega ei sisalda endas

juhulike elemente, vaid iga element on paigutatud vastavalt eseme kasutamisele lähtuvalt inimese harjumusele eset igapäevaselt kasutada.

Peatükis 5.3 vaatleme esemete disainimist tarkvara PRO/Desktop Expressiga ning eseme detailide loomist eraldi objektina.

### **5.3 Töoeseme valik ja selle valmistamise põhikriteeriumid**

Praegu kehtiv õppekava kohustab tööõpetuse õpetajal kasutada Üldhariduskooli tööõpetuse programmi. Selle kohaselt on õpetaja käsutuses teemade kogu, mida tunnis läbi viia. Nendest teemadest ja tööesemetest tuleb välja valida sobiv, mis vastab järgnevatele neljale kriteeriumile.

Töoesemete valikul tuleb lähtuda järgmistest põhikriteeriumitest:

- eseme ühiskondlik vajadus;
- töö õpetuslik, kasvatuslik ja arendav väärtus;
- tehnoloogia vastavus programmi nõuetele ja antud vanuseastme õpilaste võimetele;
- vajaliku materiaalse baasi olemasolu (Rihvk 1983).

Eseme ühiskondliku vajaduse all ei tule mõista mitte utilitaarset tarbimisväärtust. Selles osas saavad õpilaste tööesemed harva tööstustoodetega võistelda. Samavõrra võib ühiskondlikult vajalikuks pidada neid esemeid, mille valmistamine ja käsitlemine laste arengut soodustab ja neid õigeid esteetilisi tõekspidamisi kujundab (Rihvk 1983).

Kuid kuidas konkreetset teemat tööeseme valmistamisel läbi viia nii, et see õpilast köidaks ja kutsuks temas esile huvi aine vastu ning milliseid eesmärgi peaks õpilase arendamisel jälgima?

Eelnevaid põhikriteeriume arvesse võttes vaatleme järgnevalt tööõpetuse temaatilise tunni ülesehitust, mille eesmärgiks on disainida ja valmistada temaatiline tööese, tema omadusi arvestades.

## **Eseme ühiskondlik vajadus**

Iga uue eseme valmistamine tööõpetuse tunnis seotakse mingi teemaga või tähtpäevaga, sest sellel on õpilasi motiveeriv toime tööset valmistada ja aitab õpilasel paremini mõista eseme otstarvet. Näiteks teemaks on õpetajate päev ja motoks “Pliiatsihoidja õpetajale”, järgnevalt valmistatakse pliiatsihoidjad klassidesse õpetajate laudadele. Selleks tuleb õpilasel disainida arvutis pliiatsihoidja oma ideede ja fantaasia põhjal, parimat tööd ootab auhind ning töö osaleb koolidevahelisel tööde näitusel.

## **Töö õpetuslik, kasvatuslik ja arendav väärtus**

Töoeseme valikul tuleb valida ese, mis omaks õpetusliku, kasvatusliku ja arendavat väärtust. Need kolm omadust võib rakendada kindla töoeseme valmistamise käigus. Tunni oleks otstarbekas sisse juhatada temaatilise kirjandusega (vt lisa 8 ja 9). Õpilasel peab tekkima ettekujutus töoesemest tähtpäeva teemaga seoses. Samas saab integreerida omavahel arvutiõpetust, tööõpetust ja kirjandust. Arvutiõpetuses (või tööõpetuse tunni raames) disainitakse arvutis tööese, tööõpetuses joonestatakse tööese paberile ning jooniste järgi valmib tööese, kirjanduses kirjutatakse luuletusi või humoorikaid lugusid õpetajast, mis hiljem lisatakse valminud töoesemele.

Tööese disainitakse arvutitunnis (samas ka tööõpetuse tunni raames) arvutigraafikat puudutavates tundides (tööõpetuses arvutigraafika rakendamine töoeseme valmistamisel). Iga õpilane sooritab disaini tarkvaraga Pro/Desktop Express vastavad harjutusülesanded ning seejärel valmistab vastavalt õpitud oskustele omapärase pliiatsihoidja (vt lisa 7). Tööese valmistatakse tööõpetuse tunnis teemal “Pliiatsihoidja õpetajale”.

Tunni tööplaani tuleb üles ehitada vastavalt tunni teemale. Eelnevalt räägiti, kuidas motiveerida õpilast tunnist aktiivselt kaasa lööma ja mille järgi valida tööset. Et muuta tund huvitavaks, on vajalik õpilast kaasata läbi ainetevahelise integratsiooni. Et õpitu paremini kinnistuks, tuleb õpilasel võimaldada loodut rakendada ka teistes ainetes (töoeseme disainimine arvutitunnis või tööõpetuses, kirjanduses kirjutatud

luuletused (vt lisa 8) või humoorikad lood (vt lisa 9) omavahel ühendades üheks tervikuks).

### **Tehnoloogia vastavus programmi nõuetele ja antud vanuseastme õpilaste võimetele**

Valida tuleb tööesemed, mis on lihtsate vormidega sest siis on tööese õpilasele lihtne valmistada, kuid samas ei saa unustada lihtsalt raskemale printsiipi. Lave teooria järgi võiks lihtsamate vormidega tööesemete valmistamise jaotada “õpipoisi” ülesanneteks ja juba keerulisemate vormidega tööesemete valmistamise “selli” staatuses oleva õpilase ülesanneteks.

Lihtsaid vorme oleks otstarbekas valmistada tootedisaini tarkvara kasutamise sissejuhatavas osas harjutustöödena (vt lisa 10). Üheks levinumateks vormideks geomeetrias on silinder, risttahukas, kolmnurk, püramiid, kera. Neid vorme saab edukalt rakendada toote loomisel. Harjutustöid võib alustada kõige lihtsamast objektist ja selleks võib valida risttahuka (vt lisa 10, lihtne ese).

Käesolevat temaatilist tööset oleks otstarbekas valmistada VII klassis tööõpetuses puidutöös, milleks võiks kuluda 2 paaristundi, seega kokku neli tundi (kui tööset disainitakse arvutiga tööõpetuse tunni raames, siis vähemalt 8 tundi). Alljärgnevad tööoperatsioonid on läbitud juba VI klassis. Kuna õpetajate päev on 5. oktoobril, siis jääb tööese valmistamine õppeaasta algusesse. Tööesemest lähtuvalt saab meelde tuletada eelmisel õppeaastal õpitud tööoperatsioonid ning neid rakendada tööseme valmistamisel.

### **Vajaliku materiaalse baasi olemasolu**

Antud käsitletav tööese ei nõua tööõpetuse klassilt erilisi töövahendeid. Kuid tööseme disainimisega arvutitunnis (tööõpetuse tunnis) võib tekkida raskusi. Et asjakohast disaini tarkvara kasutada, peab olema nii arvutiõpetaja kui ka tööõpetuse õpetaja kursis kasutatava tarkvara PDE (Pro/ Desktop Express) omadustega ja võimalustega. Selleks otstarbeks on loodud MÕPIK, mis abistab nii õpetajat kui õpilast tarkvara kasutamisel eseme disainimisel, kus on ülesandeid lihtsamalt

raskemale printsiibilil (õpipoiis- selle- meister). Paraku on käesolevas töös tegemist prototüübiga, kuid iseseisval juurdeõppimisel saab seda juba edukalt kasutada.

Tunni tööplaanis vaatleme tööeseme valmistamise etappe. Alljärgnev tööese on mõeldud “seli” staatuses oleva õpilase jaoks. Enne tööeseme valmistamist on läbitud lihtsamad ehk “õpipoiisi ülesanded”.

Esmalt vaatleme tööplaani, mis käsitleb tööeseme disainimist arvutis, see eeldab, et õpilased on õppinud arvutitunnis kasutama disaini tarkvara PDE ning lahendanud MÕPIKus olevaid ülesandeid. Alljärgnev tööplaan on koostatud esimese ja teise paaristunni jaoks tööõpetuses, kus kasutatakse eseme disainimiseks arvutit. Kuigi tööeseme võib valmis disainida juba arvutitunnis, oleks mõeldav seda teha ka tööõpetuse tunni raames. Tööeseme disainimine on mahukas töö, mis ei koosne ainult tööesemest arvutis, vaid enne seda tuleb läbi teha hulk tegevusi (ideede genereerimine, mõõdud, tööeseme optimaalne kuju jne). Tööeseme valmimine esimesel paaristunnil pole mõeldav, sest tuleb valida töötempo, kus kõik õpilased oleksid võimelised oma harjutustöid teostama ja õpitud oskusi rakendama. Seega kulub tööeseme disainimiseks vähemalt 4 paaristundi, mis tugineb kodusele ülesandele välja mõelda tööeseme kuju ja skitseerida koos mõõtmetega paberile. Kui disainida tööese tööõpetuse tunnis, siis näeks protsess välja nagu allpoolt toodud tunni tööplaanides.

## **Tunni tööplaani I**

Aeg: september

Kool:

Klass: VII

### Tööeseme disainimine arvutis

Teema: Pliiatsihoidja õpetajale I etapp(seoses õpetajate päevaga)

Tööese: Pliiatsihoidja des failina (Pro/Desktop Expressi tööfail) (harjutustöö).

Eesmärgid: tööeseme harjutustöö sooritamise arvutigraafikat rakendades, uute tehnoloogiate õppimine

Õppevahendid: MÕPIK, arvuti, näidisvideod esemetest.

## Tunni käik I

Tunnid	Aeg	Struktuur, sisu	Meetodid, võtted, vahendid
I tund	10 min	Sissejuhatus teemasse “Pliiatsihoidja õpetajale”.	Õpetaja arvuti ja dataprojektor. Lisa 7, 8, 9, 10.
	30 min	Töötada iseseisvalt läbi samm-sammult ülesanne kolm “Pliiatsihoidja”	MÕPIK harjutusülesanne, dataprojektor, MÕPIK. Diskussioon lahendatava ülesande põhjal foorumis (ülesande lahendamise põhilised tekkinud raskused ja lahendused).
	10 min	Harjutus 3 (Pliiatsihoidja) kokkuvõttev osa, ülesande lahendamise põhilised võtted PDEs.	MÕPIKusse üleslaaditud tööeseme demonstratsioon dataprojektoriga.
	5 min	Esimese tunni kokkuvõttev osa.	Tublimate õpilaste tunnustamine.
<b>TUNNI JÄTKAMINE</b>			
II tund	20 min	Töö ülesandega “Pliiatsihoidja” jätkub.	Foorum, jututuba, õpilased abistavad üksteist.
	15 min	Pooleliolevate tööde lõpetamine. Valmistööde pildigaleriisse salvestamine. Võimalike tekkinud vigade parandamine.	MÕPIK foorum ja pildigalerii.
	10 min	Kokkuvõtte tunnist: - uued sõnad ja võtted (kirjutatakse vihikusse). - Koduse ülesande andmine: Välja mõelda “Pliiatsihoidja” kolm võimalikku varianti ja skitseerida paberile, millest valitakse järgmisel tunnil välja üks ja hakatakse arvutis disainima (väljamõeldud pliiatsihoidja ei tohi olla 1:1 koopiat tunnis tehtud ülesandest). Pliiatsihoidja mõõtmed on etteantud. Korrata tunnis lahendatud ülesannet	MÕPIK, ülesaded, foorum, jututuba, pildigalerii, lisa 10.



## **Tunni tööplaan II**

### **Tunni käik II (paaristund nädala pärast).**

Aeg: september

Kool:

Klass: VII

#### Tööseme disainimine arvutis

Teema: Pliiatsihoidja õpetajale II etapp(oma ideede teostamine)

Tööse: Pliiatsihoidja des failina.

Eesmärgid: kolme tööseme joonise hulgast välja valitud tööseme sisestamine ja disainimine arvutis arvutigraafikat rakendades, uute tehnoloogiate õppimine

Õppevahendid: MÕPIK, arvuti, näidisvideod esemetest.

## Tunni käik

Tunnid	Aeg	Struktuur, sisu	Meetodid, võtted, vahendid
I tund	20 min	Koduse töö käigus valminud pliiatsihoidja jooniste läbivaatamine ja tööde väljavalimine. Igal õpilasel on individuaalne joonis, mis valiti kolme joonise seast.	MÕPIK Diskussioon foorumis, näidete vaatamine ja sarnasuste otsimine eelmisel tunnil valmistatud ülesandega "Pliiatsihoidja".
Tunnid	Aeg	Struktuur, sisu	Meetodid, võtted, vahendid
I tund	20 min	Pliiatsihoidja arvutisse kandmine PDE keskkonda (mõõtmel, ruumiline joonis).	MÕPIK, näidised ja videod, õpetaja juhendamine vajaduse korral.
	5 min	Tunni käigus andmete sisestamisega tekkinud probleemide lahendamise-	MÕPIK õpikeskkonna foorum, jututuba, näidised.
TUNNI JÄTKAMINE			
II tund	35 min	Töö "Pliiatsihoidja"ga jätkub.	Foorum, jututuba, õpilased abistavad üksteist andmete sisestamisel ( <i>"parim õppimine on õpetamine"</i> ).
	10 min	Kokkuvõtte tunnist: - Tekkinud probleemid andmete sisestamisel ja lahendused kirjutatakse vihikusse. - Koduse ülesande andmine: Lõpetada pooleliolev töö kodus. Õpetaja on neljapäeva õhtul alates 18:00-20:00ni MÕPIKu jututoas ja abistab õpilasi töö teostamisel. Järgmisel tunnil alustame pliiatsihoidja valmistamist arvutis oleva disainitud eseme järgi. Õpetaja käest saate toorikud. Vormistada kodus järgmiseks korraks tööeseme joonis puhtandina ja laadida loodud pliiatsihoidja des fail MÕPIK pildigaleriisse.	MÕPIK, foorum, dataprojektor.

Järgnev tööplaan toetub suurel määral R. M. Gagne õppetunnimudelile, milles esinevad järgnevad põhietapid (Gagne 1985 & Driscoll 1992):

- õpilaste tähelepanu haaramine;
- õppetunni eesmärkidest informeerimine ja õpilaste motiveerimine;
- varem õpitu meeldetuletamine;
- uue materjali esitamine/ õppimine;
- õppimise suunamine;
- õpitu kontrollimine;
- õpitust tagasiside kindlustamine;
- õppimisele hinnangu andmine;
- õpitu kinnistamine ja üldistamine.

Siin on oluline märkida, et üldjuhul ei pea loetelus kajastatud tunnietaapid kulgema sellises järjestuses.

### **Tunni tööplaan (töösese valmistamine)**

Aeg: 5. oktoober

Kool:

Klass: VII

Pliiatsihoidja valmistamine arvutis disainitud töösese jooniste põhjal.

Teema: Pliiatsihoidja õpetajale (seoses õpetajate päevaga)

Töösese: Pliiatsihoidja esemena

Eesmärgid: saagimise, peiteldamise, puurimise, viimistlemise kordamine ja töösese ning kaasaegsete tehnoloogiate rakendamine.

Õppevahendid: Õpilase poolt disainitud töösese joonised arvutis disainitud töösese põhjal, MÕPIK, peenehambaline saag, vineerisaag, peitlid 5-10 mm, puur läbimõõduga 12 mm, puitklots mõõtmetega 200,5 x 80,5 x 40,5 mm ja vineer mõõtmetega 200,5 x 200,5 x 5 mm, smirgelpaber, PVA liim, puidupeitsid.

## Tunni käik

Tunnid	Aeg	Struktuur, sisu	Meetodid, võtted, vahendid
I tund	5 min	<b>TUNNI RAKENDAMINE</b> -Õpilaste sisenemine töökotta -Rõivastumine tööriivastesse -Töökohtadele asumine -Puudujate kontrollimine -Korrapidajate määramine -Muud küsimused seoses alustamisega	MÕPIK, näidised ja videod, õpetaja juhendamine vajaduse korral.
	15 min	Eelmises tunnis õpitu kontroll  Hindamiseks kasutan plusside ja miinuste süsteemi -õige vastus + -vale vastus – viis plussi annavad kokku hinde “5” neli plussi ja üks miinus hinde “4” kolm plussi ja kaks miinust hinde “3”  Tunni teema: Õpetajatepäev- Pliiatsihoidja valmistamine õpetajale Pliiatsihoidja valmistamine joonise järgi	Suuline vastamine lisa 7, 10.
	25 min	Töoeseme valmistamiseks vajaminevad võtted (saagimine, puurimine, peiteldamine, viimistlemine, liimimine)	VI klassi tööõpetuse õpik

Tunnid	Aeg	Struktuur, sisu	Meetodid, võtted, vahendid
II tund		VAHEAEG	
	10 min	<b>TUNNI JÄTKAMINE</b> Õpilased tulevad vaheajalt ja asuvad oma töökohale  -Õpetajatepäeva teema tutvustamine -Psühholoogilise kliima loomine -Töoeseme tutvustamine Poisid, tehke oma töö korralikult, paremad tööd pildistatakse ja pannakse välja koolidevahelisele tööde näitusele, fotod paneme ülejäärgmisel tunnil vanema klassi poiste valmistatud raamidesse.	Lisa 7, 8, 9, 10
	30 min	<b>TÖÖ ALUSTAMINE</b> Toorikute laialijagamine korrapidajate abiga Õpilaste iseseisev töö	Tööjoonis, VI klassi tööõpetuse õpik
	15 min	<b>TUNNI LÕPETAMINE</b> Õpilased lõpetavad oma töö ja koristavad oma töökoha ning selle ümbruse  Õpilased kirjutavad töödele oma nime ja toovad õpetaja lauale  Järgmisel tunnil lõpetatakse pooleliolevad tööd  <b>Kokkuvõtte tunnist</b>  Tagasivaade tunnis räägitule ja tehtule.  Korrapidajate rakendamine  Korrapidajad hakkavad koristama.	

Järgmises peatükis 5.4 vaatleme harjutusülesandeid, mis lahendatakse PDE programmi õppimise käigus. Ülesanded on valitud lihtsamalt raskemaks printsiibi järgi ning on eelduseks eelpool nimetatud töoeseme (Pliiatsihoidja) valmistamiseks.

## 5.4 Harjutusülesanded

MÕPIK õpikeskkonnas on harjutusülesanded jaotatud lihtsamateks ja raskemateks ülesanneteks. Iga eseme juures on kolm kuni neli ülesannet, mis sooritatakse Pro/Desktop Express töökeskkonnas harjutustöödena.

Alustatakse kõige lihtsamast, mis valmistatakse videoesitluse järgi jäljendamise teel. Järgnevad ülesanded tuleb õpilasel valmistada eseme pildi järgi. Õpilane võib vaadata videoesitlust ja kanda nähtud tegevused üle teise ülesande sooritamiseks.

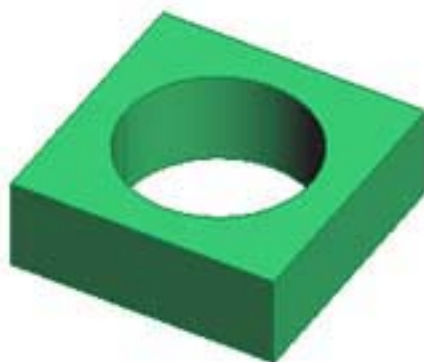
Alljärgnevalt vaatleme, kuidas näevad välja kolm ülesannet ja nende alaosa eseme valmistamisel ja täiendamisel. Esmalt vaatleme esimese ehk kõige lihtsama ülesande lahendamise käiku. Ülesanded on koostatud kergemalt raskemaks põhimõttega.

### Lihtne ese

#### Ülesanne 1

Järgnev ese koosneb silindrist ja risttahukast. Neid kahte elementi omavahel kombineerides saame luua erineva kujuga esemeid. Esimese ülesandena valmistame pildil oleva eseme tööjuhist järgides.

#### Tööjuhhis



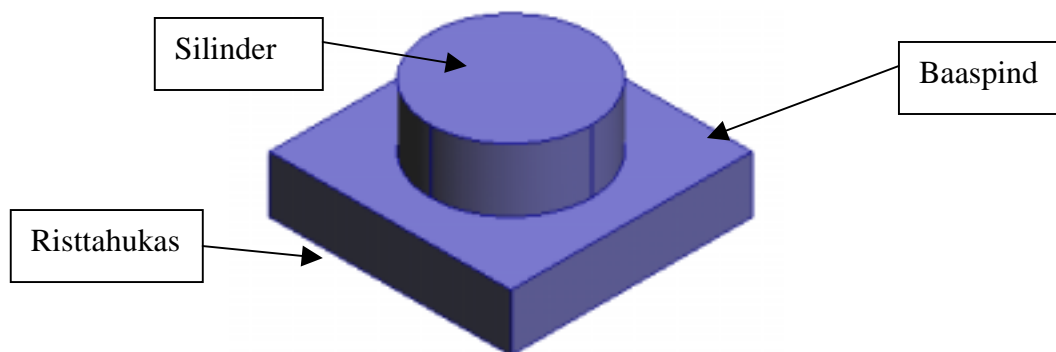
Joonis 35. Silindriga on lõigatud risttahukat

- 1) Valmista ese Pro/Desktop Expressis vastavalt nähtud videoesitlusele.  
Katsu teha täpselt samasugune ese, mida sa näed pildil (joonis 35).
- 2) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse ja lisa ka tööfail.
- 3) Vaata kaasõpilaste töid ja anna foorumis nendele omapoolne hinnang.

## Ülesanne 2

Eelmises ülesandes 1 valmistasid eseme, mis koosnes risttahukast ja silindrist. Silindriga lõigati risttahuka baaspinda, mille tulemusena moodustus ülesandes 1 valminud ese. Järgnevalt muudame eseme kuju silindrit ja risttahukat omavahel kombineerides.

### Tööjuhised



Joonis 36. Silinder on paigutatud risttahuka peale

1) Valmista ülesande 1 põhjal pildil olev ese (seekord ei lõigata silindriga risttahuka baaspinda, vaid silinder on paigutatud baaspinnale) (joonis 36).

- risttahukas mõõtmetega 190x190x50 mm;
- silinder raadiusega 62,5 mm ja kõrgusega 50 mm.

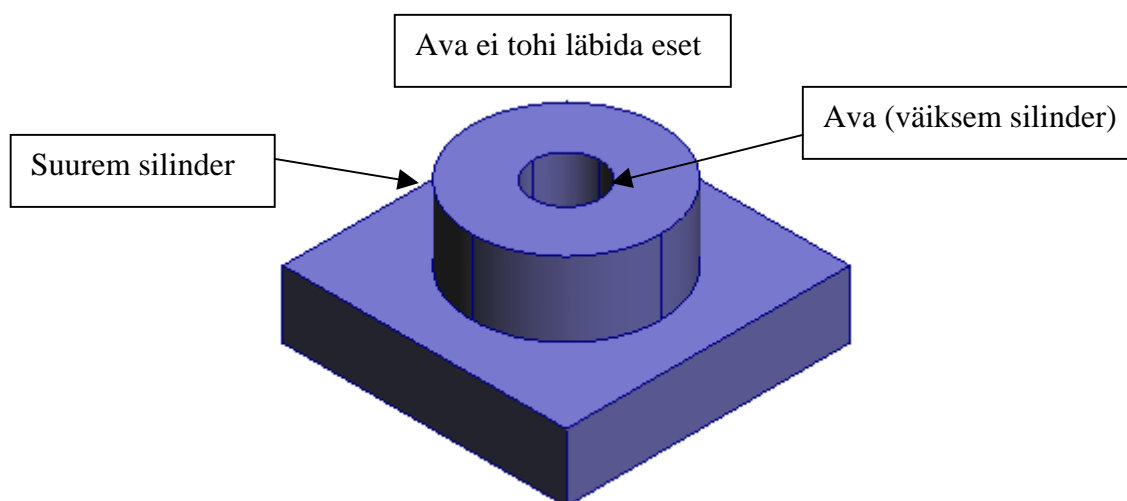
2) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse oma esimese töö juurde ja lisa ka tööfail.

3) Võrdle ülesanne 1 tehtud tööd ülesanne 2 tööga ja analüüsi nende tööde erinevusi.

## Ülesanne 3

Selles ülesandes lõigatakse väiksema läbimõõduga silindriga suurema läbimõõduga silindrit, mille tulemusena moodustub ava.

## Tööjuhised



Joonis 37. Väiksema silindriga on lõigatud suuremat silindrit

- 1) Valmista ülesande 2 põhjal pildil nähtav ese (joonis 37)
  - risttahukas mõõtmetega 190x190x50 mm;
  - silinder raadiusega 62,5 mm ja kõrgusega 50 mm.
- 2) Valmista väiksem silinder raadiusega 22,5 mm ja kõrgusega 50mm, millega lõika suurema silindri baaspinda.

Moodustunud silindriline auk ei tohi läbida eset, vaid peab ulatuma risttahuka baaspinnani ehk läbima ainult suuremat silindrit (vt joonist 34).
- 3) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse oma esimese ja teise töö juurde ja lisa ka tööfail.
- 4) Võrdle omavahel kõiki kolme valmistatud eset ja kirjelda nende erinevusi:
  - millistest elementidest koosneb ese;
  - millised on risttahuka ja silindri pinna põhielemendid (tahud, servad, tipud, kõver pind, kõver serv);
  - mida ülesandes 3 valminud ese meenutab, sarnasus igapäevaelus kasutusel olevate esemetega (Näiteks: lipuvarde alus ).

MÕPIK õpikeskkonnas olevad ülejäänud ülesanded on äratoodud lisas 7.

Järgmises peatükis 5.5.1 vaatleme, milliste tarkvaraliste võtetega saab valmistada lihtsaid esemeid Pro/Desktop Expressis.



### **5.5.1 Pro/ Desktop Expressi rakendamine harjutusülesannete lahendamisel**

Iga tarkvara kasutama õppimisel läbitakse teatud etapid. Koolis klassitunnis õpetab õpetaja õpilast peamiselt näidete alusel. Ei saa ju midagi õpetama hakata, kui pole näidata, milline näeb välja valmistoodang.

Tööõpetuse tund jaguneb kaheks- teooria ja praktika. Teoorias räägitakse eseme saamise loost, tema omapärast, valmistamise võtetest ja vaadatakse näiteid. Praktika pool tugineb peamiselt eseme valmistamisele. Siin õpib õpilane kuulnud ja nähtud informatsioonile toetudes eset valmistama, omandama võtteid, mida läheb tarvis ka teiste esemete loomiseks, kujustamiseks. Tihtipeale jääb esimesel tunnil töö lõpetamata, peamiselt aja nappuse tõttu. Pooleliolevad esemed korjatakse kokku, märgitakse peale nimed ja tööd jäävad ootama järgmist tundi.

#### **Sissejuhatus**

Kirjeldame eelnenud näite põhjal, kuidas alustada tööd Pro/Desktop Expressiga ja millised on esmased teadmised ja oskused.

Iga tarkvara kasutamise eel oleks otstarbekas viia õpilased kurssi maailmas levinuma CAD tarkavaraga. Õpilasel tekkib ettekujutus, et tarkvara, mida õppima hakatakse pole ainuke, vaid üks paljude seast. Sissejuhatus CAD tarkvara kasutamise käigus räägitakse tarkvara erinevustest, puudustest ja hinnast. Peamiselt ärkab huvi tasuta tarkvara vastu, sest seda võib kohe katsetama hakata ilma et tarkvara eest peaks midagi maksma.

#### **Programmi esmane avamine**

Programmi avamisel avaneb alati esmane aken, mida nimetatakse töölauaks (vt lisa 5). PDE avanemisel kuvatakse töölaud, mis on peaaegu tühi ja mitteaktiivsete töövahenditega.

PDEs on võimalik töötada nii 2D kui ka 3D keskkonnas, seega tuleb teha valik nende kahe vahel (vt lisa 6). Esmaseks proovimiseks oleks otstarbekas valida 3 D režiim, sest eseme loomise käigus läbitakse kõik etapid alates 2D ja lõpetades ruumilise ehk 3D mudeliga. Peale vajaliku režiimi aktiveerimist muutuvad programmi tööväljal

tööriistad aktiivseks ja tekib juurde uusi. Kõik need töövahendid on valmis täitma igat käsku eseme loomiseks arvuti ekraanil.

Järgnevalt on oluline teada, mis otstarvet iga programmi aknake täidab. Näiteks: tööakna vasakul servas on aken, mis näitab, milliseid operatsioone ja käske on tehtud, paremal ja all asetsevad tööriistad, millel on teatud kujunduslik otstarve (vt lisa 10-töö Pro/Desktop Expressiga).

## **Näidised ja esitlusvideod**

Eelpool sai pisut kirjeldatud, kui oluline on näidiste roll. Kui tarkvara kasutaja jääb hätta, siis abistab teda ingliskeelne abimaterjal. Paraku ei ole kõik õpilased inglise keele erikallakuga klassist. PDE õppimiseks on loodud MÕPIK, kus on olemas emakeelne abimaterjal õppijate tarbeks. Abimaterjal on illustreeritud piltidega PDE töökeskkonnast ja omab rohkesti selgitusi. Õpetaja hoiab hulga aega kokku ingliskeelsete terminite selgitamise pealt õpilastele. Tihtipeale kujuneb tund arvutiga võõrkeelsete terminite selgitamiseks.

Et alustada eseme loomist, on tarvis tekitada õpilases ettekujutust räägitavast objektist. Võttes arvesse Jonasseni elulähedase ja tähendusrikka konteksti õppimise printsiibi (context) tuleb valida näited, mis on kasutusel igapäeva elus. Punktis 1.2 on kirjeldatud, millist rolli mängivad esemed, mida õpilased igapäevaelus kasutavad. Ei ole ju mõtet rääkida esemest, mida õpilane näinudki pole.

MÕPIK on varustatud näidetega, mis on õpilastele tuttavad. Näiteid saadavad esitlusvideod. Näidisvideod on loodud eseme samm-sammuliseks valmimiseks. Õpilane näeb, kuidas PDEga eset valmistada ning seejärel järgi teha.

## **Esimesed sammud eseme joonestamisel arvutis**

Et eset joonestama hakata, tuleb appi võtta joonestusalased teadmised. Tuleb meelde tuletada, milline on esi-, põhi ja külgekraan ning eseme pinna põhielemendid. Selle põhjal mõistab õpilane eseme asetust tööväljal. Tihtipeale ei pea inimene, kes kasutab väga palju tarkvara, teadma joonestamisest, kuna kõik operatsioonid on teostatavad jäljendamise teel. Antud hetkel kasutatakse PDEd ka joonestusterminite meelde tuletamisel, õppimisel ja rakendamisel. Programmi kasutatakse ainetunnis abi- või täiendvahendina.

Harjutusülesandena oleks otstarbekas anda õpilastele esmaseks lahendamiseks järgnev ülesanne:

### Teeme risttahuka.

Tööese: risttahukas

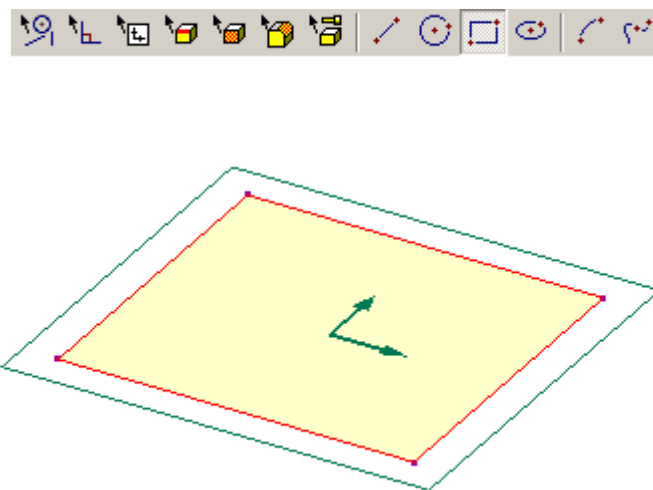
Mõõtmed: 100x100x50 mm

Töökäik:

1. Joonesta ristkülik mõõtmetega 100x100 mm.
2. Sisesta ristkülikule kõrgusmõõt 50 mm.
3. Esita valmis töö õpetajale kontrollimiseks.

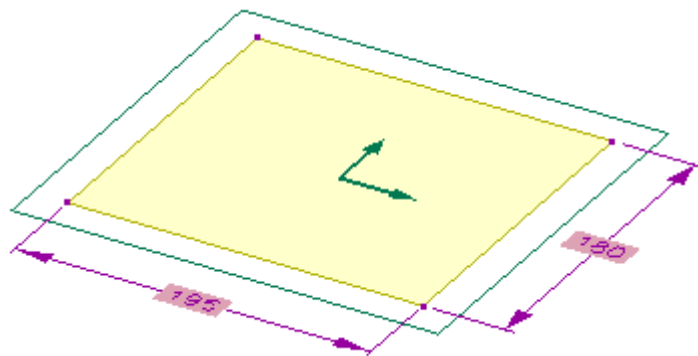
Järgnevalt vaatleme, milline näeb välja etapiviisiline eseme valmistamine PDE programmiga.

Eseme joonestamise alustamiseks on tarvis teada eseme mõõtmeid. Kui ese koosneb risttahukast, siis esmalt tuleb tööriista ribalt valida ristküliku töövahend ja vedada tööväljale ristküliku kujutis (vt joonist 38).



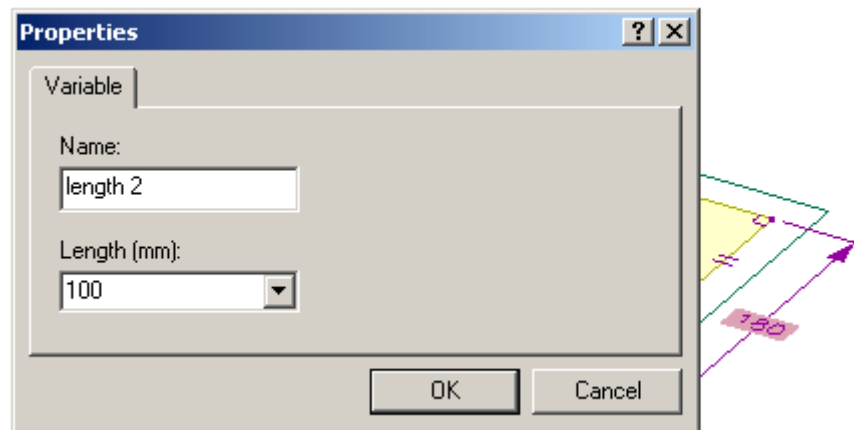
Joonis 38. Ristküliku kujutis tööväljal

Järgnevalt kanname peale mõõtmed vahendiga **Sketch Dimension** (joonis 39). Võttes hiire kursoriga kinni joonest ja lohistades joont suunaga välja tekkib mõõtjoon.



Joonis 39. Mõõtmete märkimine ristkülikule

Näha on, et mõõtmed ei tulnud sellised nagu meil vaja on. Mõõtmete muutmiseks tuleb teha topeltkliik mõõtjoonel ja sisestada vajalikud mõõtmed (joonis 40).



Joonis 40. Mõõtmete parandamine

Kui mõõtmed paigas, siis tuleb ristkülikule kõrgus panna. Valime töövahendi **Select lines** (joonis 41).



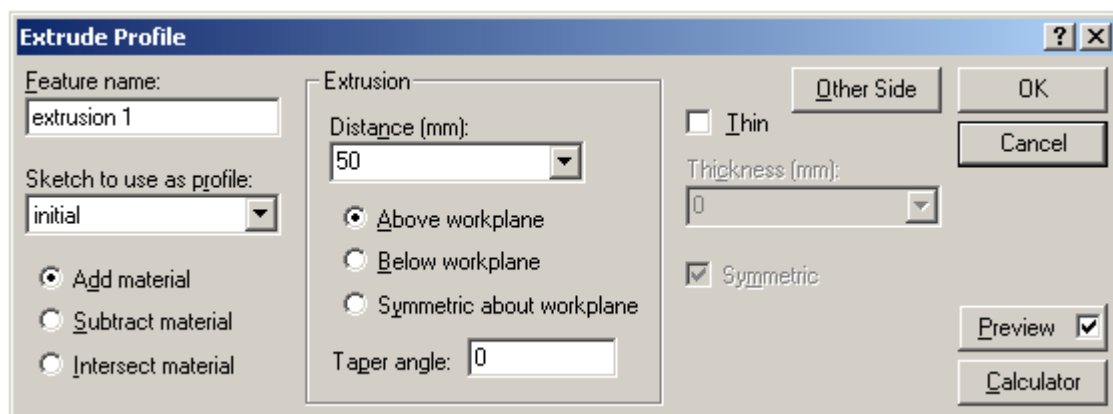
Joonis 41. Piirjoonte märkimise tööriist

Selekteerime ristküliku ühe hiire klikiga ristküliku suvalisel piirjoonel. Seejärel valime vahendi **Extrude Profile** (joonis 42).



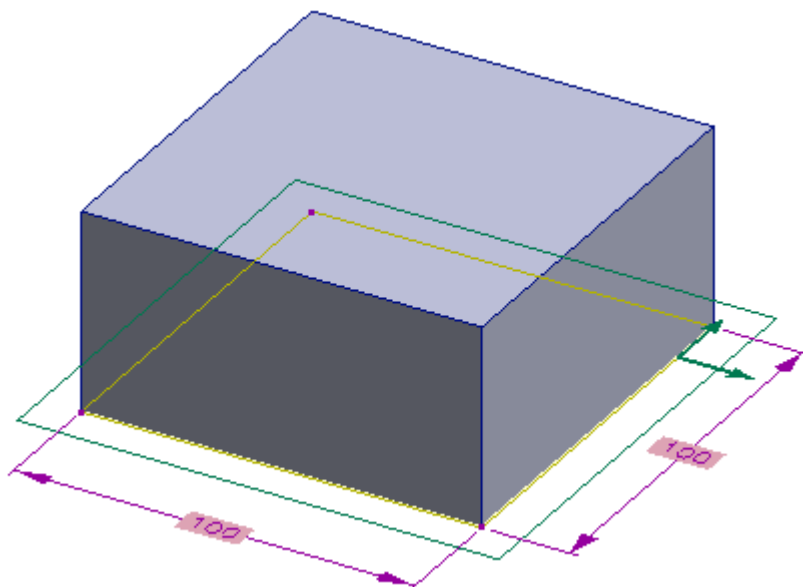
Joonis 42. Objektile kõrguse määramise tööriist

Avanenud aknasse kohta **Distance (mm)**: kanname ristküliku kõrguse (joonis 43).



Joonis 43. Kõrguse määramine

Nüüd on meil valmis risttahukas mõõtmetega 100x100x50 mm (joonis 44).



Joonis 44. Valminud risttahukas

Eelnev tööülesanne on esmaseks harjutamiseks sobiv, kuna tegemist ei ole keeruliste vormidega objektiga. Siinjuures on tegemist joonestuses kasutusel oleva põhilise objektiga, mida läheb tarvis juba keerulisemate objektide loomiseks.

Eelneva prooviülesande põhjal oleks otstarbekas teha läbi võimalikult palju geomeetrilisi elemente PDE tarkvaraga (matemaatikas, joonestamises). Sellega õpib õpilane nägema objekti ruumiliselt ja seoses sellega õpib ta kasutama disaini tarkvara oma esemete kujundamisel tööõpetuse tunnis.

## Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö käigus loodi disaini tarkvara multimeediumipõhise õpiku prototüüp MÕPIK, mis on abiks tootedisaini tarkvara Pro/Desktop Expressi õppimisel ja esemete kujustamisel tööõpetuse tunnis. Seega võib magistritöö eesmärgi täidetuks lugeda.

Eesmärgi täitmisel lahendati mitmed ülesanded: õpikeskkonna prototüübi loomiseks analüüsiti kirjanduslikke allikaid, mis puudutasid arvuti kasutamist koolis, eseme kujustamist ning põhilisi disaini elemente, mida rakendatakse kujustamisel tööõpetuse tunnis.

Magistritöö käigus viidi läbi ankeetküsitlus tööõpetuse õpetajate seas, mille eesmärgiks oli välja selgitada arvuti ja disaini tarkvara kasutamist tööõpetuses. Ankeetküsitlusest selgus, et eseme disainimiseks on tingimata vajalik välja töötada multimeediumipõhine õpik, mis õpetab õpilasele eseme kujustamise põhialuseid ja õpetab kasutama disaini tarkvara. Samas lisati, et arvuti olemasolu tööõpetuse tarbeks äratab õpilases huvi aine vastu ja motiveerib õpilast iseseisvalt välja töötama uusi tehnoloogilisi lahendusi eseme valmistamiseks.

Õpikeskkonna prototüübi MÕPIK valmimisel viidi läbi evalvatsioon kolme katseisikuga, kelleks olid õpilane, tööõpetuse õpetaja ja arvutiõpetaja. Kõigi kolme arvates oli üldine suhtumine MÕPIKusse positiivne. Kavandatav õpik aitab kaasa tööõpetuses joonestamise õppimisele, aitab õpilasel mõista tootedisaini põhilauseid ja õppida teemaga iseseisvalt tegelema, kasutades disaini tarkvara. MÕPIK võimaldab suurepäraselt jätkata teemaga tegelemist väljaspool klassiruumi, kuna MÕPIK on veebipõhine ja esemete kujustamiseks kasutatav tarkvara kõigile kättesaadav vabavarana. Õpikeskkonnas olevad ülesanded, õpetused ja näidised on kättesaadavad kõigile õpilastele, mille üle saavad õpilased diskuteerida foorumis ja jututoas.

Evalvatsiooni käigus tehti katseisikute poolt mitmeid ettepanekuid:

1. MÕPIKusse tuleks tingimata täiendada ülesannetega ja näidistega.
2. Multimeediumipõhist õpikut võib rakendada ka joonestamise õppimiseks või arvutigraafika õppimisel arvutitunnis.

3. Õpilastega tuleks kavandada lihtsamaid töid, keerulised esemed võtavad liiga palju aega.
4. Esemel disainimiseks ja õpiku maksimaalseks kasutamiseks on vajalik arvuti olemasolu tööõpetuse tarbeks.
5. Õpiku arendamisel on vajalik õpilaste aktiivne kaasalöömine.
6. MÕPIK peaks olema kõigile avatud, et tagada värskete ideede sissetoomist foorumisse ja pildigaleriisse, kuid peab olema võimalus kasutada MÕPIKut ainult oma kooli piires.
7. Multimeediumipõhise õpiku rakendamine võiks aset leida III kooliastmes kuna väiksematel puudub püsivus teemaga tegeleda.
8. MÕPIKut saaks idee poolest kasutada majandusõpetuse tunnis, kus igaüks peab välja mõtlema toote, eelnevalt lasta toodet kirjeldada ja seejärel toode disainida.
9. Õpiku pildigalerii osal võiks olla ka ingliskeelne variant, kuna mujalt maailmast pildigaleriisse tulnud inimene võib kaotada huvi, kuna ei mõista kohaliku keelt.

Õpiku arendustööd tuleb tingimata jätkata, kuna MÕPIKu vastu on üles näidatud suurt huvi. Antud hetkel on tegemist prototüübiga, mis on osalenud evalvatsioonis ning vastavalt sellele on saadud tagasisidet MÕPIKu kasutajate poolt.

MÕPIKu arendustöö tuleks edaspidi teostada meeskonnatööna, kuna õpik koosneb perspektiivis väga paljudest ülesannetest, näidistest, joonestus- ja disainialastest õpetustest, tuleb kaasata arendusprotsessi arvutiõpetajaid, tööõpetuse õpetajaid ja õpilasi ideede genereerijatena.

Õpikeskkonna arendusprotsess on pikaajaline, mistõttu on vajalik leida rahalisi ressursse MÕPIKu edasiarendamiseks kuni valmimiseni. Antud hetkel kasutati õpikeskkonna loomiseks tarkvara, mida sai kasutada prooviversioonina 30 päeva.

## Kasutatud kirjandus

Belanger, F., Jordan, D. H.(2000). *Evaluation and implementation of distance learning:technologies, tools and techniques*. Hershey: Idea Group Publishing.

Gagne, R.(1970) *Nine Steps of Instructon* 04 11

<http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/sat.html>

Gagne, R. M. & Driscoll, M. P.(1992). *Õppimise olemus ja õpetamine*. Tartu: TÜ kirjastus.

James H.( 1990). *Engineering Design Graphics SIXTH EDITION*. Texas A&M University Earle.

Jõesalu, A.(2001).Internet, konstruktivism ja väärtushoiakud. *Haridus 2001-03*.

<http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/2001/haridus3/index.html>

Kulderknup, E. (1995). *Üldhariduskooli programmid I – VI klassile*. Tallinn: Riigi kooliamet.

Kammal, U., Tihase, K.( 1978). *Disain*. Tallinn: Valgus.

Kurik, E. (1969). *Tööõpetuse ja metoodika üldküsimusi*. Tallinn: Valgus.

Kogermann, E., Tapper, V., Tihase, K.( 1990). *Joonestamine üldhariduskoolile*. Tallinn:Valgus.

Krull, E. (2000)- *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kõrbe, V.(2003). *Tööõpetus eemalseisja pilguga.- Õpetajate Leht*, 7. 03.

Laanpere, M.(2001) *Läbiva teema Infotehnoloogia õpetamisest. Õppekava- Õpetajale uuendatud riiklikust õppekavast* [Artiklite kogumik]. Tallinn: HM Aura trükk 102-107



Laanpere, Mart (2001). *Infotehnoloogia õppekava läbiva teemana*. Internet: [Artiklid]  
[http://laanpere.freezope.org/failid/index\\_html](http://laanpere.freezope.org/failid/index_html)

Laanpere, M.(2001). *Sissejuhatus haridustehnoloogiasse*. Internet: [Artiklid]  
[http://laanpere.freezope.org/failid/ht\\_konspekt](http://laanpere.freezope.org/failid/ht_konspekt).

Laanpere, M.(1999). *Instructional design principles and models*. Reigeluthi, mudel.  
[http://www.cceenet.org/workshops/lecture98/mart/instructional\\_theory/sld010.htm](http://www.cceenet.org/workshops/lecture98/mart/instructional_theory/sld010.htm)

Laanpere, M., Kippar, J., Põldoja, H. (2003). *Kodumaine õpihaldussüsteem IVA: pedagoogiline ja tehniline kontseptsioon*. Artikkel ajakirjas A&A nr 1, 2003  
[http://www.htk.tpu.ee/iva/files/iva\\_artikkel\\_a&a.pdf](http://www.htk.tpu.ee/iva/files/iva_artikkel_a&a.pdf)

Laanpere, M.(2001). *Kooli õppekava - enne ja nüüd*.  
[http://laanpere.freezope.org/failid/index\\_html](http://laanpere.freezope.org/failid/index_html)

Lember, I.(1988). *Laps visiitkaardiga*. Tallinn: "Eesti Raamat".  
<http://miksike.ee/lisa/Pidu/optajatepaev/meeldimi.htm>

Lubi, H. (2002). *Graafiline kirjaoskus ja tööõpetus*. - Õpetajate Leht, 8. 03.

Linnuste, Ü. (2002). Design [disain]. *Haridus* 3, 2002.

Luik, P., Tago, M.(2000). *Arvutite õppetöös kasutamise efektiivsus*. Haridus 2000-6.

Mägi, R.(1999). *Arvutijoonestamise erisused*. Haridus 1999-1.

Nagel, G., Rihvk, E., Soobik, M. (2000). *Töö- ja tehnoloogiaõpetuse ainekavast ja õpetamisest*.

Noor, E. (1986). *Pedagoogika teaduselt koolile. Didaktika ja õpetamise metoodika*. Tallinn: ENSV.

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava (2002). *Riigi Teataja I. 20,116*.

Pata, K.(2000). Virtuaalsete õpikeskkondade mudelitest. Telemaatika Konverents 2000 "*Kool keset kaost ja korda*". Tallinn: Sihtasutus Archimedes, 46-52

Rihvk, E. (2002). *Poiste tööõpetus: olla või mitte olla?* Õpetajate leht 08.03.

Rihvk, E.(1983). *Poiste tööõpetuse temaatilised näidisplaanid*. Tallinn: Eesti NSV haridusministeerium.

Rinde, A. (2002). *Evalveerimine*. Õppematerjal. Tallinna Pedagoogikaülikool Informaatika õppetool.

Saar, O.(1966). Tere, tere, tedretähnid. - Tallinn: Eesti Raamat.

<http://miksike.ee/lisa/Pidu/optajatepaev/juhan.htm>

Soobik, M.(2001). Tööõpetus teel uude sajandisse. -*Õpetajate leht*, 05.01.

Soobik, M.(2002). Töö- ja tehnoloogiaõpetuseks pole korralike tingimusi. -*Õpetajate leht* 08.03.

Strickland, A.W.(2002). – <http://ed.isu.edu/addie>, 01.07.2003.

Sarv, E- S.(2001). *Õppimine ja üldpädevused. Õppekava- Õpetajale uuendatud riiklikust õppekavast* [Artiklite kogumik]. Tallinn: HM Aura trükk 19-20  
<http://www.cs.ut.ee/~jaanus/hcibook/okva.html>

Theophilus Gibb (2002). *Arvutiõpetus koolis- vahend või eesmärk?* Tiigrihüppe aastakonverents 2002. Disain ja tehnoloogia.

Tiiger Luubis, 2000

[http://www.tiigrihype.ee/publikatsioonid/tiiger\\_luubis/uuring/arvuti\\_kasutamine.html](http://www.tiigrihype.ee/publikatsioonid/tiiger_luubis/uuring/arvuti_kasutamine.html)  
#3

Tipp, V. (2003). *Infotehnoloogia lõimimine I ja II kooliastme õppekavasse*.  
[Magistritöö] Tallinn: Pedagoogiline projekt Pärnu Niidupargi Gümnaasiumis.

VertexG4. [http://www.vertexg4.com/images/user\\_interface\\_e.gif](http://www.vertexg4.com/images/user_interface_e.gif)

Vertex G4 PDM. [http://vertexg4.com/pdf/PDM\\_eng.pdf](http://vertexg4.com/pdf/PDM_eng.pdf)

## **LISAD**

LISA 1. Ankeet tööõpetuse õpetajatele.

LISA 2. Vertex G4 töölaud koos detailiga.

LISA 3. Vertex G4 avamisel esmalt kuvatav valiku aken.

LISA 4. Vertex G4 tööaken.

LISA 5. Pro/Desktop Expressi tööaken.

LISA 6. Pro/Desktop Expressi tööaken koos 2D või 3D valikuga.

LISA 7. Ülesanne, “Kella sifferplaadi ja “Pliatsihoidja” disain.

LISA 8. Motiveeriv luuletus valmistatava “Pliatsihoidja” eseme juurde.

LISA 9. Motiveeriv tekst valmistatava “Pliatsihoidja” eseme juurde.

LISA 10. Multimeediumipõhine õpik (MÕPIK) [CD ROM] (siin on ka eelnevad MÕPIKu prototüüpide versioonid).

LISA 11. Intervjuu ja tegevuste kirjeldus MÕPIKu evalvatsioonis osalenud katseisikutega.

## LISA 1. Ankeetküsitlus tööõpetuse õpetajale

Palun vastake järgmistele küsimustele võimalikult täpselt. Punktiirjoonele tuleb kirjutada oma mõtteid ja ideid, mis tekkisid küsimustiku täitmise käigus. Küsitlus on anonüümne ja vastuseid kasutatakse üksnes uurimistöö eesmärkidel. Küsimustik puudutab tootedisaini tarkvara (modelleerimine, disain) rakendamist tööõpetuse tunnis toote loovaks disainimiseks.

Küsimused:

1. Kuivõrd otstarbekaks peate arvutite kasutamist tööõpetuse tunnis?
  - a) Vägaagi, sest arvuti muudab ainetunni huvitavamaks.
  - b) Mitte eriti, kuni pole mõistlikke ainealaseid programme
  - c) Ei pea otstarbekaks, sest tööõpetus on orienteeritud käelisele tegevusele.
  - d) Ei oska öelda.
  - e) .....
  - .....
  - .....
  - .....
  - .....
2. Mis otstarbel Te kasutate oma ainetunni läbiviimiseks arvutit? Kui ei, siis miks?  
Palun kommenteerida:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
3. Millise tootedisaini tarkvaraga olete kokku puutunud?
  - a) Pro/ Desktop
  - b) Pro/ Desktop Express
  - c) CadMax
  - d) Ei ole kokku puutunud mitte ühegagi
  - e) Muu: .....
4. Kas tootedisaini õpetamine tööõpetuse tunnis on vajalik?
  - a) Jah, tingimata
  - b) Üksnes tingimusel, et tagatakse selle teema jaoks lisatunde, tarkvara ja juurdepääs arvutiklassi
  - c) Ei.
  - d) Ei oska öelda.
  - e) .....
5. Miks oleks vaja tootedisaini õpetada? Kui vastasite eelmisele küsimusele eitavalt, siis põhjendage seda palun.
  - a) Motiveerib õpilast valmistatavat tööset iseseisvalt kujundama.
  - b) Äratab õpilases huvi valmistatava tööeseme vastu.
  - c) Õpetab õpilase loovalt mõtlema
  - d) .....

6. Milline peaks olema tunni ülesehitus, kus on teemaks tootedisain?
  - a) Tund peab olema valdavalt loenguvormis (õpetajapoolne esitus).
  - b) Loeng/esitus ja õpilaste iseseisev töö peavad olema tasakaalus.
  - c) Tund tuleb pühendada valdavalt õpilaste iseseisvale tööle arvutiga.
  - d) .....
  
7. Millised võimalused on Teie koolis taolise (tootedisaini) tarkvara kasutamiseks tööõpetuse tunnis? Võimaluste nappuse/puudumise korral põhjendage, milles seisnevad peamised takistused.
  - a) Võimalused puuduvad.
  - b) Võimalused on minimaalsed.
  - c) Kõik tingimused on loodud.
  - d) .....
  
8. Millises kooliastmes võiks tootedisaini õpetada? Valige ainult üks, Teie arvates kõige sobivam vastusevariant!
  - a) II/ III
  - b) III
  - c) Eraldi kursusena või valikainena gümnaasiumis.
  - d) .....
  
9. Millise õppeaine raames tuleks Teie arvates õpetada õpilasi tootedisaini tarkvara kasutama (eeldusel, et selleks on võimalused koolis loodud)? Valige ainult üks, Teie arvates kõige sobivam vastusevariant!
  - a) Tööõpetuses
  - b) Kunstiõpetuses
  - c) Joonestamises
  - d) Huvialaringina
  - e) Muu: .....
  
10. Milliseid tooteid oleks otstarbekas tööõpetuse tunnis tootedisaini tarkvaraga modelleerida ja disainida?
  - a) Lihtsaid ruumilisi objekte (kuup, silinder jne.)
  - b) Tooteid, mida õpilastel endil igapäevaelus kasutada meeldib (nt. CD-mängija jne.)
  - c) Tooteid, mis on lihtsate vormidega ja toote disainimine ei valmista õpilasele probleeme
  - d) Muu: .....
  
11. Palun lisage kommentaare ja ideid, mis puudutavad käesolevat teemat.
 

.....

.....

.....

.....

.....

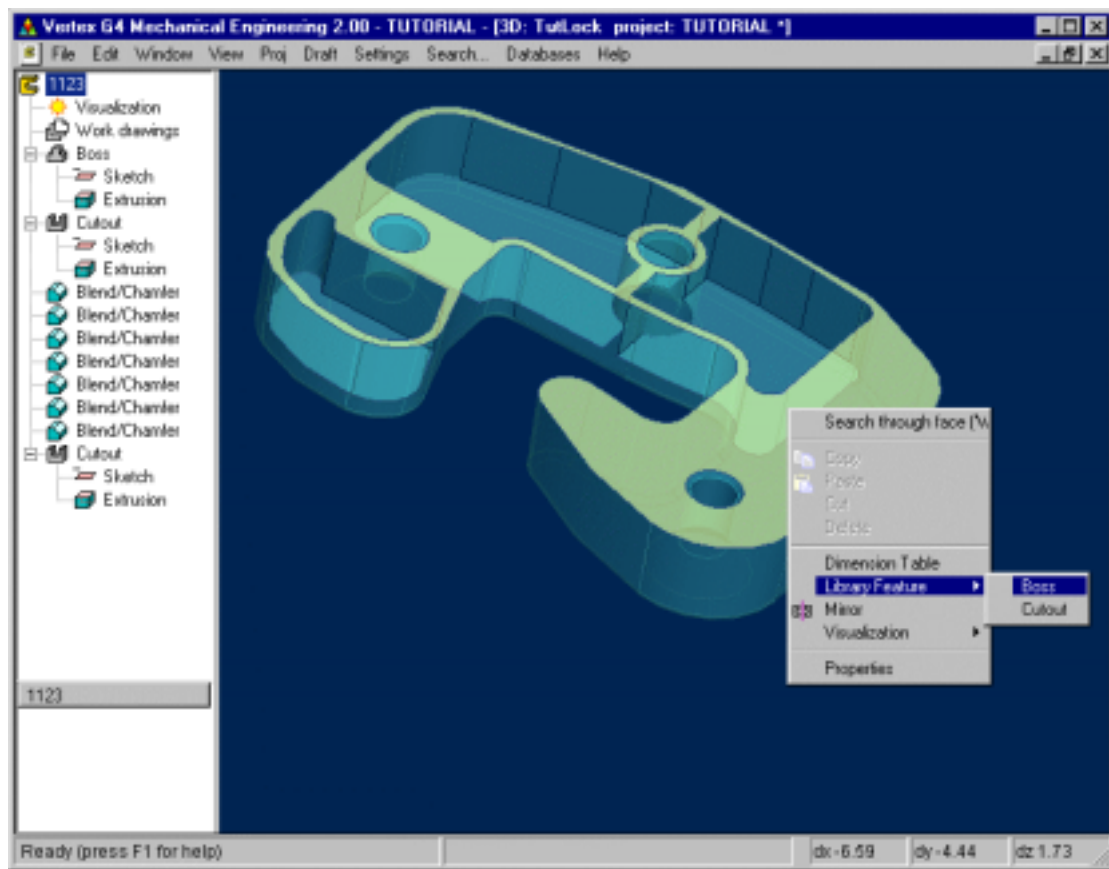
.....

.....

.....  
.....  
.....  
.....

Täna koostöö eest!  
Lugupidamisega,  
Multimeedium ja õpisüsteemid magistrant Andres Krall.

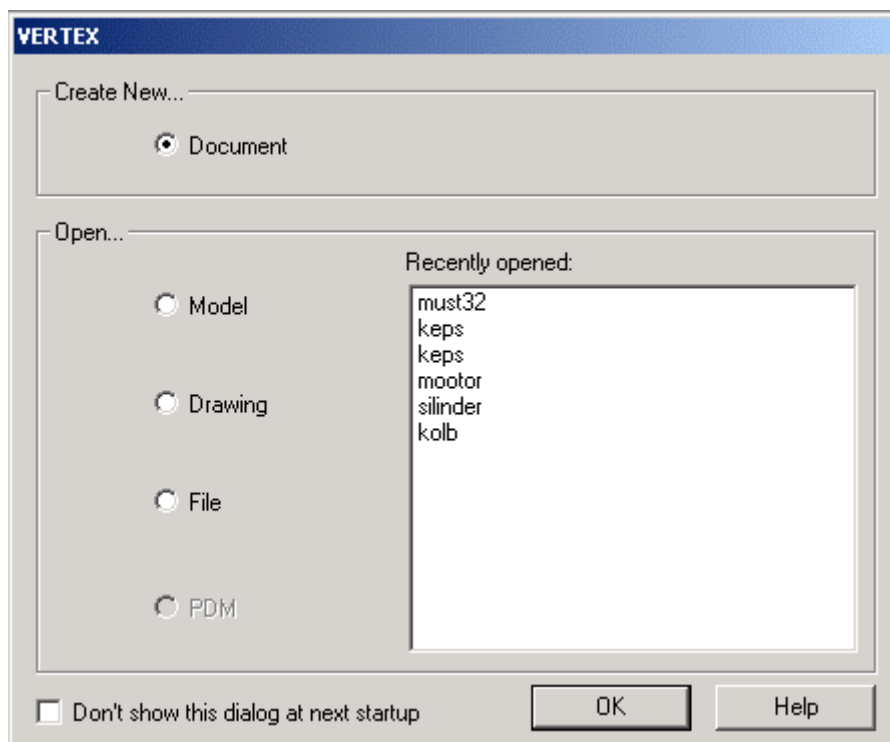
## LISA 2



Vertex G4 töölaud koos detailiga

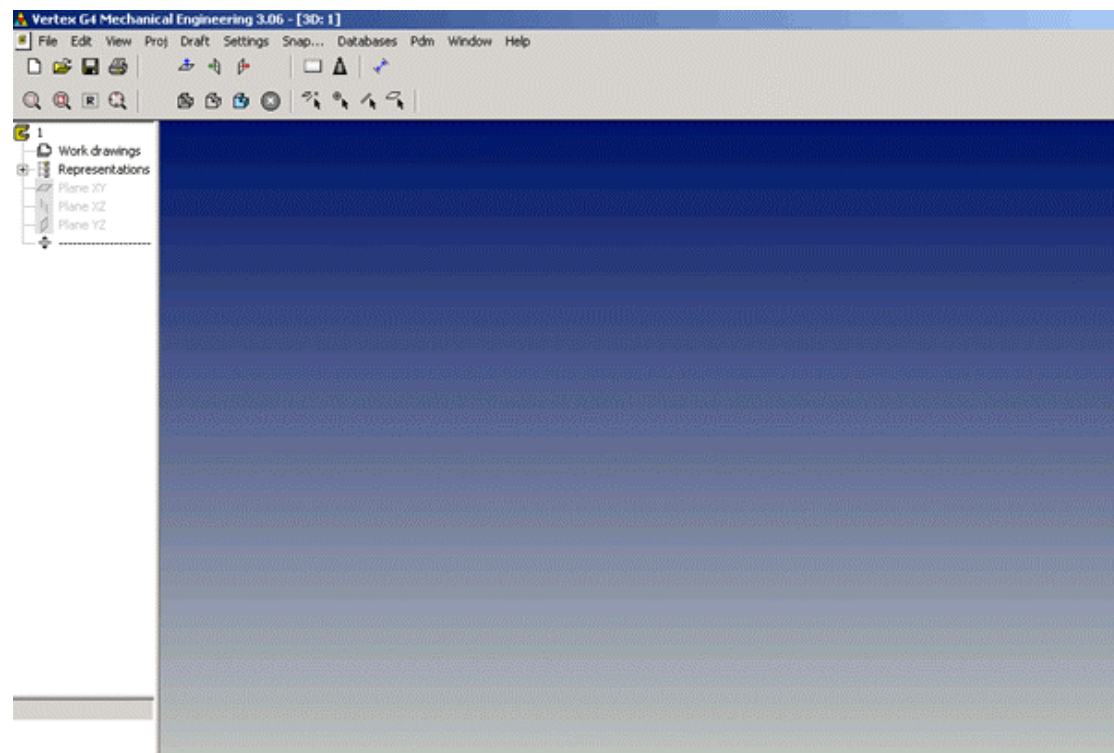


### LISA 3



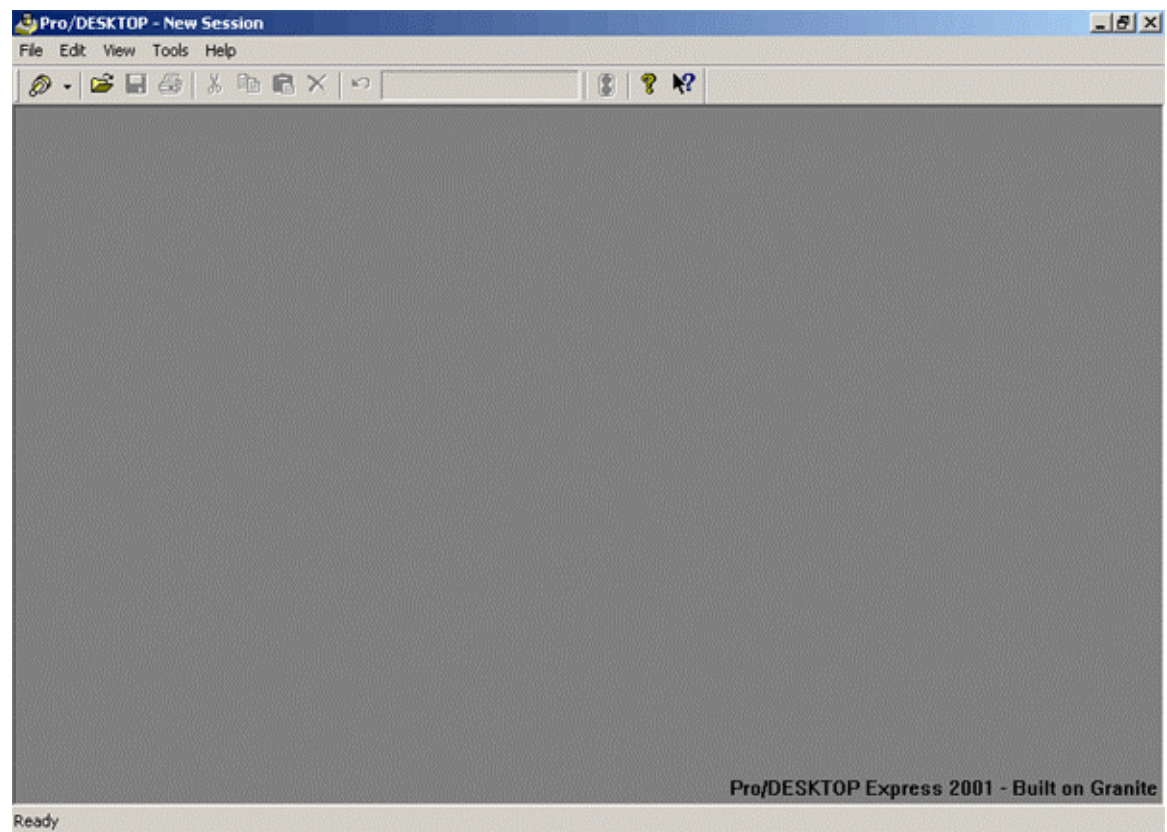
Vertex G4 avamisel esmalt kuvatav valiku aken

## LISA 4



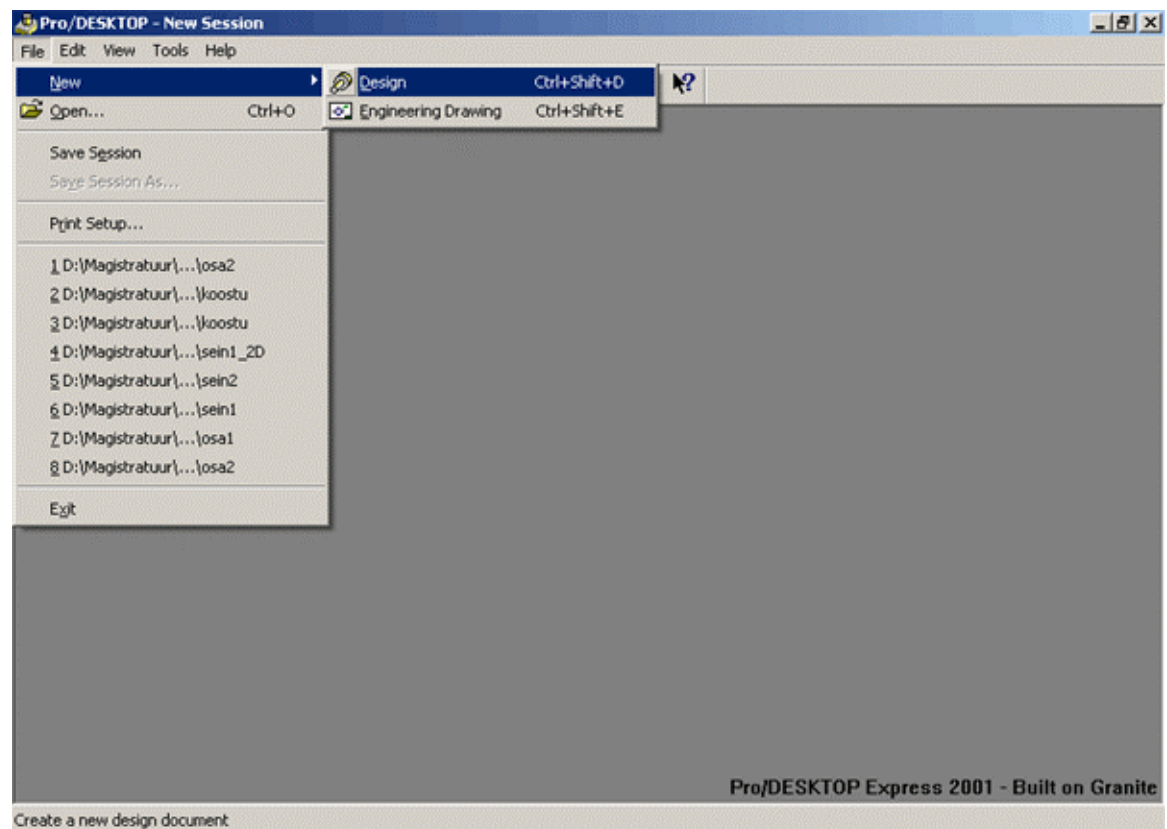
Vertex G4 tööaken.

## LISA 5



Pro/Desktop Expressi tööaken

## LISA 6



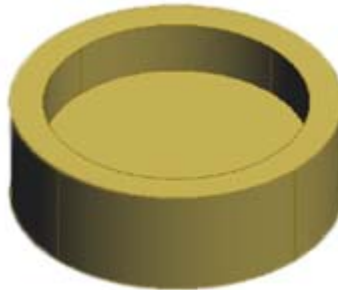
Valida on kas 2D joonised või 3D disain.

## LISA 7

Ülesanded MÕPIK keskkonnas.

### Kella sifferplaadi disain

#### Ülesanne 1



Ülesande 1 lõpptulemus

Oled oled õppinud joonistama lihtsat eset, mis koosneb risttahukast ja silindritest. Lihtsa ülesande (Lihtne ese) lahendamise käigus õppisid lõikama ühte objekti teisega (silindrid).

Järgmise ülesande juures õpid dubleerima (paljundama) joonestatud objekte mööda ringjoont. Antud hetkel dubleerime kella sifferplaadi nuppe. Kella sifferplaadi samm-sammuline (1-3) näidist näed "Näidisvideo" nuppu klikkides.

1) Joonesta silinder mõõtmetega diameetriga 30 mm ja kõrgusega 10 mm (vt pilti ülal):

- joonista silindri põhi, mille diameetriks on 30 mm.
- silindri kõrguseks joonista 10 mm.
- märgi ära silindri ülemine osa ja loo uus tööväli (Workpalne-new workpalne).
- loo uus joonis (Workpalne-New Sketch).

2) Nüüd lõikame silindriga teist silindrit (näitena võib kasutada "Lihtne ese" Ülesanne 3 me):

- joonesta silinder diameetriga 24 mm.
- silindri kõrguseks on 5 mm (lõika moodustunud silindriga suuremat silindrit, vt pilti ülal).

**NB!** Moodustunud silindriline auk ei tohi läbida kella sifferplaati vaid peab ulatuma silindri põhjast 5 mm kõrgusele.

- 4) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse oma esimese töö ("Lihtne ese")juurde ja lisa ka tööfail.
- 5) Võrdle "Lihtne ese" tehtud tööd ülesanne 3 tööga ja analüüsi tööde erinevusi.
- 6) Mine järgmise ülesande 2 juurde ja lahenda see.

## Ülesanne 2



Ülesande 2 lõpptulemus

1) Eelmises ülesandes joonistasime kella põhiosa. Selles ülesandes 2 kumerdame suurema silindri ülsemist serva ja joonistame ringjoone, mida dubleerime 12 objektiks (vt pilti ülal). Seejärel muudame ringjooned tüvikoosnusteks. Näidisvideot saab näha, kui klikad nupul "Näidisvideo"

- märgi hiirega ära suurema silindri ülemine serv.
- vali disaini tööriistaribalt vahend "Round Edges" ja sisesta raadiuseks 3 mm.
- klika OK.

2) Nüüd joonistame ringjoone ja dubleerime seda 12 objektiks:

- selekteeri väiksema silindri põhi (valides "Select Faces" paremalt tööriistarealt).
- loo uus tööväli (Workplane-New Workplane).
- loo uus joonis (Workplane- New Sketch).
- joonista ringjoon kella 12 kohta diameetriga 3 mm.
- selekteeri loodud ringjoon tööriistaga "Select Lines" (ringjoon läheb punaseks).
- vali menüüribalt "Edit-Duplicate".
- sisesta järgmised parameetrid: "Circular- Number: 12, Angle 360, Total Angle" ja klika OK.

3) Järgmisena muudame moodustunud ringjooned tüvikoonusteks:

- vali menüüribalt "View - Go To Isometric" (objekt pööratakse isomeetrilisse vaatesse).
- vali tööriistarealt tööriist "Extrude Profile" ja sisesta järgmised parameetrid:  
Distance 10 mm, Taper angle 30.
- klika OK.

2) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse oma esimese töö juurde ja lisa ka tööfail.

3) Võrdle "Lihtne ese" tehtud tööd ülesanne 3 ja käesoleva tööga ja analüüsi tööde erinevusi.

4) Mine järgmise ülesande 3 juurde ja lahenda see.

### Ülesanne 3



Ülesande 3 lõpptulemus

1) Et kella saaks seina külge kinnitada, on talle tarvis lisada kinnitusliist. Selleks tuleb läbida järgnevad tegevused (vt pilti ülal).

- Suurenda objekti "View-Autoscale".
- pööra objekt põhjaga üles tööriistaga "View-Manipulate Scene (Space)".
- märgi põhi tööriistaga "Select Faces".
- loo uus tööväli (Workplane-New Workplane).
- loo uus joonis (Workplane- New Sketch).
- pööra objekt pealtvaatesse ("View- Go To- Plan").
- tee objekt poole väiksemaks ("View-Half Scale").
- joonista risttahukas.
- vali tööriistaribalt tööriist "Extrude Profile" ja sisesta järgmised parameetrid:

Distance 2 mm, Symmetrical about workplane, Add materjal.

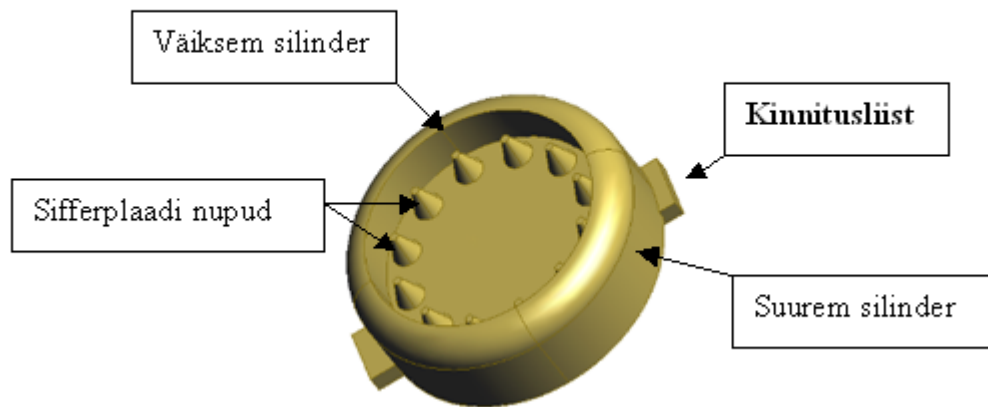
- klika OK.

2) Salvesta valmistöö MÕPIK pildigaleriisse oma teise töö juurde ja lisa ka tööfail.

3) Võrdle "Lihtne ese" tehtud tööd ülesanne 3 ja käesoleva tööga ja analüüsi tööde erinevusi.

4) Joonista kell, millel on täiesti uus sifferplaadi kuju iseseisvalt, kasutades eelpool olevaid näidiseid. Kella põhielemendid asuvad järgneval pildil.

Kella seinale kinnitamise liist

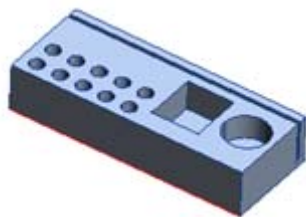


Kella sifferplaadi põhiosad



## Pliiatsihoidja disain

### Ülesanne 1



### Ülesanne 1 lõpptulemus

1) Joonistame risttahuka, mida lõikame silindritega ja risttahukatega, et moodustuks esialgne pliiatsihoidja kuju (vt pilti ülal):

- joonista risttahukas mõõtmetega 200 x 80 x 40.
- loo uus tööväli (Workplane-New Workplane).
- loo uus joonis (Workplane- New Sketch).
- joonista pliiatsite üks aukudest diameetriga 12 vasakule äärde (vt pilti ülal).
- selekteeri loodud ringjoon tööriistaga "Select Lines" (ringjoon läheb punaseks).
- vali menüüribalt "Edit-Duplicate".
- sisesta järgmised parameetrid: "Rectangular-(Direction X) Number: 5, Spacing: 20 , (Direction Y ) Number: 2, Spacing: 20 " ja klika OK.

*Ringjooni saab koos nihutada, kui võtta neist hiirega kinni ja lohutada.*

2) Moodustunud ringjoontega lõikame risttahukat:

- vali tööriistarealt tööriist "Extrude Profile" ja sisesta järgmised parameetrid: Subtract materjal, Below Workplane, Distance 35 mm ja klika OK.
- vali menüüribalt "View - Go To Isometric", et veenduda aukude olemasolus (objekt pööratakse isomeetrilisse vaatesse).

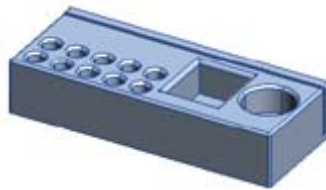
3) Järgmiseks joonistame risttahuka:

- vali menüüribalt "View - Go To Plan", et pöörata objekt pealtvaatesse.
- selekteeri risttahuka ülemine osa (kuhu joonistati pliiatsite augud) tööriistaga "Select Lines".
- loo uus tööväli (Workplane-New Workplane).
- loo uus joonis (Workplane- New Sketch).
- joonista risttahukas mõõtmetega 40 x 45 mm.

- joonista ringjoon diameetriga 37.
- selekteeri joonistatud risttahukas ja ringjoon, hoides all Shift klahvi klaviatuuril.
- vali tööriistarealt tööriist "Extrude Profile" ja sisesta järgmised parameetrid:  
Substract materjal, Below Workplane, Distance 20 mm ja klika OK (risttahuka ja ringjoone kõrguseks (allapoole) on 20 mm).
- joonesta joonlaua pilu mõõtmega 3 mm laiuseks ja 35 mm kõrguseks (vt. joonist).  
Proovi seda teha toetudes eelnevatele tegevustele ja näidisvideole.

- 4) Salvesta lahendatud ülesanne 1 MÕPIK pildigaleriisse ja lisa ka tööfail.
- 5) Võrdle tehtud tööd teiste lahendatud ülesannetega ja analüüsi tööde erinevusi.
- 6) Mine järgmise ülesande 2 juurde ja lahenda see.

## Ülesanne 2



Ülesanne 2 lõpptulemus

Järgnevals ülesandeks on teravate nurkade kumerdamine tööriistaga "Round Edges"

- 1) vali menüüribalt "View - Go To Plan", et pöörata objekt pealtvaatesse.
- vali tööriistaribalt töövahend "Select Edges".
  - selekteeri joonistatud ringjooned (10 silindrit ) ja suurem silinder, hoides all Shift klahvi klaviatuuril- selekteerides lähevad ringjooned punaseks.
  - vali alumiselt tööriistaribalt tööriist "Chamfer Edges".
  - sisesta 2 mm Setback aknakesse.
  - selekteeri joonistatud risttahuka tipuservad (kustutuskummi jaoks), hoides all Shift klahvi klaviatuuril- selekteerides lähevad risttahuka jooned punaseks.
  - vali alumiselt tööriistaribalt tööriist "Round Edges" ja sisesta 3 mm.
  - selekteeri joonistatud suurema risttahuka (pliiatsihoidja) ülemised servad , hoides all

Shift klahvi klaviatuuril- selekteerides lähevad risttahuka jooned punaseks.

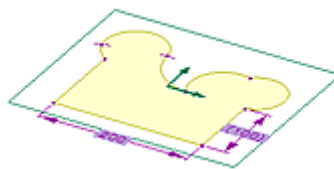
- vali alumiselt tööriistaribalt tööriist "Chamfer Edges". ja sisesta 2 mm.
- vali menüüribalt "View - Go To Isometric".

2) Salvesta lahendatud ülesanne 2 MÕPIK pildigaleriisse ja lisa ka tööfail.

3) Võrdle tehtud tööd teiste lahendatud ülesannetega ja analüüsi tööde erinevusi.

4) Mine järgmise ülesande 3 juurde ja lahenda see.

### Ülesanne 3



1



2

Pliatsihoidja tagaseina disainimine

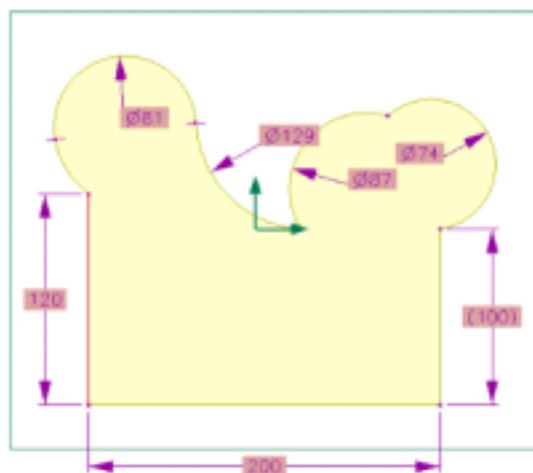
Ülesandes 1 -2 joonistasime ja disainisime pliiatsihoidja, kuid järgnevalt valmistame pliiatsihoidjale toreda tagaseina. Eelnevalt tuleb pliiatsihoidja salvestada eraldi failina (Näiteks: pliiats1.des). Töö tegemisel on abiks näidisvideod, mis aitavad samm - sammult tööoperatsioone läbi viia.

1) Järgnevalt joonistame ja mõõtmestame pliiatsihoidja tagaseina 2 D joonisena.

- vali menüüribalt "View - Go To Plan".
- joonista risttahuka mõõtmetega 200 x 200 mm.
- vali paremal tööriistaribalt tööriist "Straight" (sirgjoon).
- joonista sirgjooned risttahukale (vt näidisvideot).
- lõika ära üleliiksed jooned tööriistaga "Delete Line Segment".

- ümarda sirgjooned tööriistaga "Arc or Fillet", võttes hiirega suvalisest sirgjoone punktist kinni ja lohistades sirgjoone ümaraks (vt näidisvideot).
- kujunda sirgjoonte ümardamise käigus joontest looma kujutis (orav).

2) Järgnevalt kanname tagaseinale peale mõõtmed (klika "Tagaseina mõõtmed" peal, et näha, millised mõõtmed tuleb peale kanda) ja muudame ta 3D jooniseks.

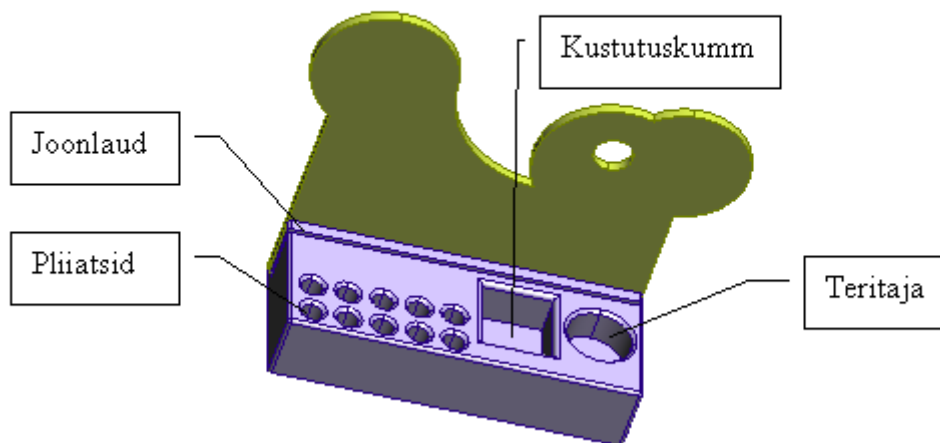


Mõõtmete paigutamine joonisele

- kanna peale mõõtmed tööriistaga "Sketch Dimension".
  - muuda tagasein 3D jooniseks tööriistaga "Extrude Profile" ja sisesta aknakesse Distance: 6 mm (tagaseina paksus).
  - selekteeri tagaseina pealmine osa (valides "Select Faces" paremalt tööriistarealt).
  - loo uus tööväli (Workplane-New Workplane).
  - loo uus joonis (Workplane- New Sketch).
  - joonista ringjoon diameeriga 22 mm..
  - selekteeri loodud ringjoon tööriistaga "Select Lines" (ringjoon läheb punaseks).
  - vali tööriistarealt tööriist "Project Profile " ja sisesta järgmised parameetrid:  
Substract materjal, Below Workplane, Thru entire part ja klika OK.
  - vali menüüribalt "View - Go To Isometric", et veenduda augu olemasolus (objekt pööratakse isomeetrilisse vaatesse).
  - salvesta töö eraldi failina.
- 3) Salvesta lahendatud ülesanne 3 MÕPIK pildigaleriisse ja lisa ka tööfail.
- 4) Võrdle tehtud tööd teiste lahendatud ülesannetega ja analüüsi tööde erinevusi.
- 5) Mine järgmise ülesande 4 juurde ja lahenda see.

## Ülesanne 4

Pliatsihoidja



Pliatsihoidja funktsioonid

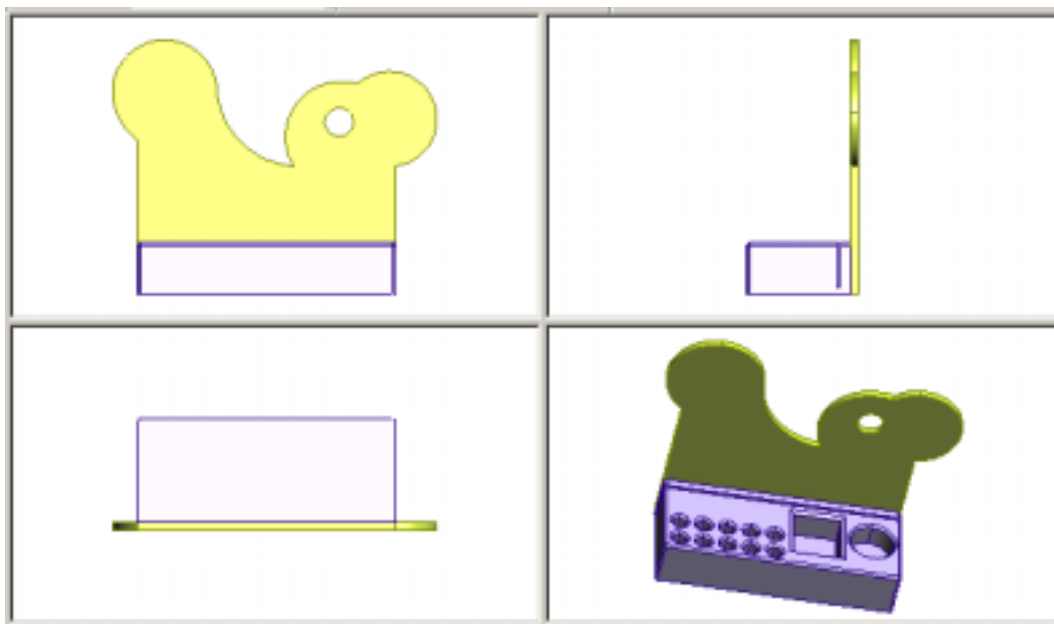
Ülesandes 1 -3 disainisime pliiatsihoidjat ja tema tagaseina. Salvestasime tööd kahte eraldi faili, mis võimaldas töödelda eraldi kahte objekti. Järgnevalt liidame (Assembly) kaks objekti üheks tervikuks ja saame pliiatsihoidja tervikuna valmis.

1) Ava uus tööaken "File- New-Design".

- vali menüüribalt käsklus "Assembly-Add Component...".
- sisesta pliiatsihoidja ja tagasein.
- vali tööriistaribalt "Select Parts", et objekte teineteise suhtes veidi nihutada.
- võta hiirega objektist kinni ja nihuta see sobivasse kohta.
- vali menüüribalt käsklus "View- Autoscale", et suurendada kahte objekti.
- vali tööriist "Select Faces" paremalt tööriistarealt) ja selekteeri pliiatsihoidja ja tagaseina küled, et neid kohakuti panna (vt. näidisvideot).
- vali menüüribalt käsklus "Assembly- Align".
- vali alt tööriistaribalt tööriist "Manipulate Scene" ja pööra objekte nii, et pliiatsihoidja põhi oleks nähtav, selekteeri põhi, seejärel pööra objekte asendisse, kus oleks nähtav tagaseina alumine serv, selekteeri alumine serv.
- vali menüüribalt käsklus "Assembly- Align".
- selekteeri pliiatsihoidja tagakülj ja tagaseina pealmine osa.

- vali menüüribalt käsklus "Assembly- Mate".
  - vali alt tööriistaribalt tööriist "Manipulate Scene" ja pööra pliatsihoidjat, et näha teda tervikuna.
  - selekteeri pliatsihoidja üks komponentidest (tagasein või pliatsihoidja).
  - vali menüüribalt käsklus "Assembly-Set Component Color..." ja vali sobiv värv.
- 3) Salvesta lahendatud ülesanne 3 MÕPIK pildigaleriisse ja lisa ka tööfail.
  - 4) Võrdle tehtud tööd teiste lahendatud ülesannetega ja analüüsi tööde erinevusi.
  - 5) Valmista omanäoline pliatsihoidja, mis ei tohi olla 1:1 koopia tehtud tööga.

### **Pliatsihoidja kolmvaade ja aksonomeetria**



Pliatsihoidja kolmvaade ja aksonomeetria

## LISA 8

### JUHAN JUTUSTAB (Saar 1966)

Ema,  
me õpetaja on kena!  
Kui silma vaatab -  
ma ei nihele enam,  
vaid kuulan ta juttu  
Tartust ja Tapast,  
me kauni sünnimaa igast paigast.

Tead,  
me õpetaja on hea!  
Matkal ta määris  
mu muhule rohtu,  
ise vangutas pead:  
"Küll oskad sina  
neid mükse saada!  
Müksude tsempion  
on meil kaasas."

Ema,  
kui tuli kevad,  
teisi hindeid meil polnud  
kui neli ja viis.  
Klass rõõmust meil käras,  
ta naeratas siis.  
Vist meie pärast  
ta naeratas nii?

## LISA 9

### MEELDIMISE LUGU

(Lember 1988)

Eneke oli juba kuu aega koolis käinud, iga päev esimesse klassi läinud ja teise pinki istunud. Üks kuu on kole pikk küll, kuid sellegipoolest polnud Enekesel veel iga õpilase nimi meeles.

Õpetajat aga tundis Enekene juba väga hästi, sest sama õpetaja õpetab neid iga päev. Õpetaja nimi oli õpetaja Kuusk ja see nimi jäi hästi meelde. Õpetaja oli juba päris omainimene. Ainult et õpetajale peavad kõik "teie" ütlema. Imelik on see küll, mõtles Eneke. Iga päev koos - ja ikka tuleb teietada. Omainimestele, sugulastele ja sõprade ütles Eneke aga ikka ja ainult "sina".

Isegi üks onu, kes on meremees ja keda Eneke oli oma elus vaid üks kord näinud, käskis endale "sina" ütelda. Ja ometi polnud see onu hoopiski nii omane, nagu oli õpetaja.

Õpetaja oli noor ja kena, peaaegu niisama ilus kui ema. Ja kõik oleks ilusasti korras, kui ta lubaks endale ka "sina" öelda. Õpetaja seletas praegugi tahvli juures ja oli ise nii sõbraliku näoga, et lust kohe teda vaadata. Ja alati, kui ta Enekest küsis, siis oskas Eneke kenasti vastata ning sai kiita. Õpetaja vaatas nüüdki Enekese poole ja ootas nagu vastust. Eneke aga ei pannud üldse tähele, mida õpetaja küsis, sest tema tegeles parajasti oma mõtetega.

"Mis asi?" küsis Eneke. "Ma ei kuulnud, mida sa küsisid." Õpetaja aga vangutas pead ja ütles: "Sa oled arukas laps, oskad hästi lugeda ja ka arvutamine ei tee sulle raskusi. Kahju ainult, et sul pole meeles, et õpetajale tuleb "teie" öelda. "On meeles küll."

"Miks sa siis ei ütle?"

"Aga sellepärast, et sa meeldid mulle!"



## **LISA 10**

Multimeediumipõhine õpik (MÕPIK) CD 1.

## LISA 11

Järgnevalt vaatleme MÕPIKus oleva esimese ülesande lahendamise etappe.

### ÕPILASE VIDEO

#### *Esimese ülesande esimene alaülesanne (12:09)*

Õpilasel tekkis viivitus objekti pealtvaatesse pööramisega, kuna videos olid tööriistad teises kohas.

Esimese ülesande juures tekkis paus mõõtmete muutmise juures, kuna õpilane ei teadnud, et topeltklikiga mõõtme peal saab mõõtu muuta. Alles esimese ülesande teises alaülesandes on näidisvideole lisatud audio, mis ütleb, kuidas mõõte muuta.

Silindri tegemisel teisele objektile (silinder lõikab risttahukat) pidi õpilane mitmeid kordi vaatama näidisvideot, kuna see koht valmistas pisut raskusi. Peale video vaatamist avas õpilane vale menüü, kuid ta sai oma veast ise aru.

Peale õige menüü leidmist ja parameetrite sisestamist andis programm veateate. Õpilane oli teinud vea kohas, kus tuli ära märkida baaspind ava jaoks. Õpilane üritas baaspinda näidata kaks korda. Programm teatas, et see baaspind on juba kasutusel ja sinna on joonestatud ringjoon.

Peale tööriista valimist, mis võimaldab silindriga risttahukat lõigata ja parameetrite sisestamist andis programm järgmise veateate: joonestatud objektiga ei saa teist objekti lõigata. See tulenes sellest, et eelnevalt oli baaspinda kaks korda ära märgitud. Peale veateadet lõigati tekkinud silindriga risttahukat (veateade suleti nupuga Close).

#### *Esimese ülesande teine alaülesanne (10:21)*

Õpilane alustas ülesande lahendamist näidisvideoga. Näidisvideole on lisatud audio, mis saadab eseme valmistamist tegevuse käigus.

Juhendav hääl ülesande lahendamisel on suureks abiks, seda on näha õpilase

kindlameelsuses ülesande lahendamisel. Kui eelnevas ülesandes oli õpilane kõhklev, siis teise ülesande lahendamisel oli ülesande lahendamine sujuv ja vigu ei tekkinud.

Näidisvideos tekkis liiga pikk paus, õpilane muutus juba kärsituks, millal toimub näidisvideos järgnev tegevus.

### ***Esimese ülesande kolmas ala ülesanne (7:04)***

Kolmandas ülesandes on eeldatud, et eseme joonistamist tuleb alustada algusest, kuid see pole kindel nõue. Eseme joonistamist võib jätkata teise ülesande baasil. Õpilane nii toimibki.

Kõigepealt teeb õpilane selgeks eseme põhilised omadused (väiksem silinder ei tohi läbida eset, vaid peab lõikama ainult suuremat silindrit jne.)

Kolmanda ülesande juures on õpilane arvamusel, et video on liiga pikk ja veniv, palju pause (näidisvideodes on olemas edasikerimise võimalus). See tuleneb kindlasti sellest, et käesolevad operatsioonid on läbitud esimeses ülesandes. Kolmandas ülesandes on juures probleemsus, kuidas lõigata suuremat silindrit väiksema silindriga nii, et see ei läbiks risttahukat?

Väiksema silindri sügavuse määramisel (väiksema silindriga suurema silindri lõikamine) ei saanud õpilane aru, mida tähendasid valikud "Subtract materjal" ja "Below workplane". Kuna tegemist on ingliskeelsete joonestusalaste terminetega, siis ei osanud õpilane neid mõista. Õpilane tegi masinlikult nii nagu näidisvideo näitas, ilma et ta seejuures oleks mõelnud. Ka siin juures oleks võinud olla seletused, miks neid kasutatakse ja mida nad tähendavad, on õpilane arvamusel.

Kolmanda ülesande salvestamisel tekkis õpilasel probleem. Ta salvestas oma teise töö kolmanda tööga üle, mistõttu läks kaduma teine ülesanne. Ilmselt oli õpilane harjunud kasutama tööriistaribal olevat "Save" tööriista. Kolmanda ülesande alguses oleks õpilane pidanud teise ülesande salvestama teise nimega, mis oleks välistanud teise ülesande ülesalvestamise komanda ülesandega.

## INTERVJUU:

### MÕPIKu head omadused

1. Õppematerjal oli arusaadav (videode abiga oli kerge ülesandeid lahendada).
2. Ülesanded sisaldasid des faili, mistõttu tekkis hea ülevaade valmistatavast esemest.
3. Sai ülevaate Pro/Desktop Expressist ja lihtsamate ülesannete lahendamisest.
- 3.1 Esemelise ruumiliseks tegemine.
- 3.2 Mõõtmete pealekandmine.
4. Disainiprogramm Pro/Desktop Express pakub huvi iseseisvalt teemaga tegeleda.
5. Programmi võiks edukalt kasutada tööõpetuses, ärataks huvi poiste hulgas.
6. Eset saab enne valmistamist arvutis kujundada ja siis nähtu ja jooniste põhjal ese tööõpetuses valmistada.
7. Jututoa olemasolu on hea, eriti siis, kui kokku tulevad erinevad inimesed (mitte ainult kooli piires). Hoiab ära ka lärmamise tunnis.
8. Foorum on väga hea idee- saab koolide vahel oma ideid jagada ja võistelda.
9. Ülesanded on väga huvitavad ja neid võiks juurde mõelda.
10. Disaini programmi on lihtne kasutada.
11. Videos on kadunud järele kerge üles leida, kuna video kestvus ei ole väga pikk.
12. Flashi esitus on parem kui videode tõmbamine oma arvutisse.
13. Pro/Desktop Expressi installeerimine oli oma arvutisse kerge, võiks olla hea installeerimise juhiseid.
14. MÕPIKu õpikeskkond on lihtne ja arusaadav.
15. MÕPIKu kujundus ja värvid on väga head, ei häiri.
16. Ülesannete kohta oli piisavalt palju informatsiooni. Tööjuhise järgi saab hästi aru, mida on tarvis teha.

## MÕPIKu puudused

1. Ülesanne 1 teises alaülesandes oli näidisvideos üks segadusse ajav koht- kui ülesandes oli räägiti raadiusest, siis näidisvideos näidati diameetrit.
2. MÕPIK pole veel päriselt valmis ja paljud kohad ei tööta.
3. Ei saa vajalikku informatsiooni kätte (MÕPIKu kasutamine, linke maailmast, Foorum ja jututuba).
4. Näidisvideodel (avi formaadis) tuli installeerida codec, mis tekitas segadust- ei leidnud üles kohta, kust sai selle oma arvutisse tõmmata (esilehel oli selle kohta informatsiooni, kuid ta oli liiga väikses kirjas ja ei leidnud üles). Viide codecile peaks olema videode lehel suuremalt (enne videode vaatamist saaks installeerida codeci).
5. Link “Töö Pro/Desktop Expressiga” ei ole hea, selle asemel võiks olla kiri Pro/Desktop Expressi õpetus. Olemasoleva lingi nimest ei loe välja, et tegemist oleks tarkvara õpetusega.
6. Teine ülesanne “Kella kujundus” on lihtsam kui esmaseks harjutustööks mõeldud “Lihtne ese”.
7. Kolmas ülesanne “Pliatsihoidja” tekitas raskusi, ei saanud aru, kuidas loodi pliiatsite auke. Pro/Desktop Express andis veateate, et ei saa auke luua (põhjus: augud olid risttahuka servale liiga lähedal).
8. Link “Registreeri” tekitas segadust- mille jaoks seda vaja on?
9. Pro/Desktop Expressis tekkisid töödeldava objekti ümber joonde (ekraanid), ajasid segadusse.
10. Videos oli Pro/Desktop Expressi tööriistade asetused erinevad reaalselt kasutatavas programmis. Peab hakkama otsima taga tööriistu, mida videos näidatakse. Tuleks videotes kasutada samasugust tööriistade asetust nagu reaalselt kasutatavas programmis.
11. Kui pöörduda tagasi videolt MÕPIKu esilehele, siis video järg läheb käest ära ja peab hakkama otsima kadunud ülesande järge.
12. Des failide olemasolu pole vajalik, sest see ei anna ülesande lahendamisel midagi, seda saab kasutada siis kui töö valmis ja saab võrrelda valminud tööga.
13. Link “Sisukord” ei ole vajalik, sest selle asemel saab kasutada BACK nuppu.

14. Ülesanded võiksid olla täpsemalt või loogilisemalt esitatud (kui juttu on seinakellast siis ei peaks olema seinakella mõõtmed 30 mm.)
15. Iseseisva ülesande lahendamisel jäi hätta (sifferplaadi numbrid ei tulnud korralikult välja).
16. Pro/Desktop Expressis tulevad väga lihtsalt ette veateated.

## ETTEPANEKUD

1. Võiks olla kahte sorti esitlusvideosid, et kasutaja saaks valida mida ta eelistab:
  - 1.1 Flash.
  - 1.2 Avi formaadis
2. Galeriis võiks olla näidistöid rohkem, et saaks hinnata teiste pilte ja anda kommentaare.
3. Galerii peaks olema avatud tervele maailmale, võiks olla ka ingliskeelne versioon.
4. Galeriisse üleslaaditavaid töid tuleb kontrollida, sest muidu hakatakse sinna panema võõraid töid (mitte enda omi).
5. Kui hakata installeerima oma arvutisse tasuta tarkvara, siis peaks olema juttu ka sellest tasulisest versioonist Pro/Desktop 2000i st.
6. Link "Linke maailmast"- siin all võiks olla maailmas leiduvaid lehekülgi galeriide kohta ja ülesannete kohta.
7. Õpilane võiks saada lisada oma linke, enne seda tuleb MÕPIKu haldaja need lingid läbi vaatama, muidu lisatakse siia suvalisi linke.
8. MÕPIK keskkond tuleks täiesti valmis teha ja alles siis anda kasutusse.
9. Ülesannete lahendamise juures tuleks teha nii, et kohe ei saaks näha teisi ülesandeid enne kui eelnevad on lahendatud.
10. MÕPIKus võiks olla kasulikke nõuandeid lahendatavate ja iseseisvate ülesannete lahendamiseks (nt: Kuidas luua numbreid kella sifferplaadile jne.).
11. MÕPIKus peaks olema informatsiooni PRO/Desktop Expressi veadeadete kohta, et õpilane teaks toimida veateate ilmnemise korral.

## TÖÖÕPETUSE ÕPETAJA

### *Esimese ülesande esimene alaüksus (15:51)*

1. Järgitakse täpselt tööjuhiseid ja näidisvideosid.
2. Tekkis paus mõõtude muutmise juures. Õpetaja ei teadnud, et mõõdu peal tuleb teha topeltklakk. Sellest on juttu alles teises näidisvideos. Mõõtude muutmist näidisvideos vaadati mitu korda, kuid ei saadud aru, kust neid mõõte muutma peab.
3. Töö salvestamisel küsiti mitu korda salvestamist, kuna "Save Copy As" asemel valiti "Save Session", mis nõudis kõikide esemega seotud muudatuste eraldi failinimedega salvestamist (kindlasti peaks olema juttu näidisvideos, kuidas tööd salvestada).
4. Peale töö valmimist kontrollis õpetaja, kas ülesanne avaneb ja kas sai õieti salvestatud.

### *Esimese ülesande teine alaüksus (12:18)*

1. Teise ülesande lahendamisel püüti ülesannet iseseisvalt lahendada. Katseeksitusmeetodil püüti leida õigeid lahendusi. Esimene katse ülesannet teha ei õnnestunud, ülesannet alustati uuesti.
2. Avati näidisvideo, kus oli ka tööd juhendav audiosalvestis. Näidisvideo tuletas meelde ülesandes üks läbitud tööoperatsioonid.
3. Näidisvideo audiosalvestis teatas, et tuleb joonistada ringjoon raadiusega 62,5 mm, kuid näidisvideo peal joonistati ringjoon läbimõõduga 125 mm, see tekitas väikest segadust. Õpetaja joonistas ringjoone näidisvideos näidatule.
4. Esemel joonistas õpetaja lõpuni iseseisvalt, näidisvideot lõpuni vaatamata.

### *Esimese ülesande kolmas alaüksus (18:00)*

Ülesanne kolm teostati ülesande kaks põhjal.

1. Käivitatakse näidisvideo.

2. Väiksema silindri joonistamisel unustati ära märkida baaspind ja uue joonise baaspind. Ülesannet jätkati kohast, kust oli valesi läinud, järgnesid veateated (N: ei saa silindrit teise silindri peale joonistada jne.).
3. Õpetaja võttis uuesti lahti ülesande kaks ja teeb selle põhjal kolmanda ülesande vaadates näidisvideot.
4. Jällegi tekkis probleem, ei näidatud ära baaspindu enne väiksema silindri joonistamist.
5. Avati taas teine ülesanne ja proovitakse kolmas ülesanne lõpuks õieti teha, jälgides näidisvideot.
6. Lõpuks õnnestus kolmas ülesanne ära teha näidisvideo abiga.

## INTERVJU

### MÕPIKu head omadused

1. Õpilase sõbralik.
2. Ülesandeid on lihtne lahendada näidisvideode põhjal.
3. Abistav materjal on üksikasjalik.
4. Kui ülesande lahendamisel läks midagi meelest ära, siis olid näidised kohe käepärast.
5. MÕPIK on heaks õpikeskkonnaks Pro/Desktop Expressi õppimisel.
6. Peale ülesannete lahendamist on õpilane võimeline ise hakkama saama lihtsama eseme kavandiga.
7. Valmistööd salvestatakse MÕPIK pildigaleriisse.
8. "Linke maailmast" on vajalik, kuna siia saab salvestada linke, mis viitavad Pro/Desktop Expressiga tegelejate galeriidele ja kodulehtedele. Siit saaks õpilased uusi ideid uute esemete kavandamiseks.
9. MÕPIK on tingimata vajalik uue tarkvara õppimisel tööõpetuses. Lisades põnevaid linke ja poiste enda tehtud pilte, muudab õpikeskkonna põnevaks kohaks.



## MÕPIKu puudused

1. Mis on jututoa mõte? Õpilased hakkavad omavahel teemavälist juttu ajama ja ei võta tunnist osa.

## ETTEPANEKUD

1. Pro/Desktop Expressi oleks hea kasutada tööõpetuses joonestamise õppimisel, kuna joonestamine on tööõpetuse üks osa ja õppekavas ei ole ta eraldi ainena.
2. Pro/Desktop Express on lihtne programm võrreldes AutoCadiga.
3. Väga palju aega ei saa Pro/Desktop Expressi õppimisele panna, maksimaalselt saaks poistega teha arvutiklassis tööd kaks kuni kolm nädalat. Neljandal nädalal kavandavad poisid eseme, sellega saavad nad siis juba hakkama.
4. Poistega saaks kavandada lihtsamaid esemeid kas rühmatööna või individuaalselt, keeruliste esemetega võib neil raskusi tekkida, mis omakorda võtab väga palju aega.
5. Tööõpetuse klassis peaks olema arvuti, siis saaks poisid kahe kaupa arvutiga esemeid kujundada, eelnevalt peavad õpilased juba programmiga oskama tööd teha.
6. MÕPIK õpikeskkonda on vajalik tingimata edasi arendada, lisades näidistöid, ülesandeid ja tööfaile jne.
7. "Linke maailmast" alla võiks poisid ise salvestada teemakohaseid linke, mida nad on leidnud internetist. Kindlasti peaks seal olema pildigaleriisid mujal maailmas.
8. MÕPIK võiks olla kõigile avatud, kuid peab olema võimalus kasutada õpikut ka suletud keskkonnana (kui õpetaja tahab kasutada MÕPIKut ainult tunni raames või siis ainult ühe kooli õpilaste kasutada).
9. Kindlasti peaks olema MÕPIKus avatud ala, kuhu saavad ka MÕPIKu külastajad oma ideid üles panna ja õpikusse salvestatud töid kommenteerida.
10. Ülesannete lisamine tööõpetuse õpetaja poolt MÕPIK õpikeskkonda ei saa olla kohustuslik vaid vabatahtlik. Et õpetajad aktiivselt uusi ülesandeid välja töötaksid, peab olema MÕPIK atraktiivne ja huvitekitav õpikeskkond. Paraku tööõpetuse õpetajad oma ideid omavahel jagada ei soovi.

11. MÕPIKu põhirõhk peaks olema konkreetse disaini tarkvara õppimisel ja tutvustamisel.
12. MÕPIKut saab edukalt rakendada arvutigraafika õppimisel arvutitunnis.

## ARVUTIÕPETAJA

### *Esimese ülesande esimene alaülesanne(18:05)*

1. Arvutiõpetaja alustas ülesande lahendamist iseseisvalt, ilma et ta kasutaks näidisvideo samm-sammulist õpetust.
2. Tekkis esimene viivitus (10 sekundit) risttahuka paksuse määramisel. Arvutiõpetaja ei kasuta hetkel näidisvideot, vaid üritab hakkama saada antud probleemiga iseseisvalt. Kui lahendust ei leitud, avati näidisvideo.
3. Arvutiõpetaja on ebakindel ja kasutab nüüd igal sammul näidisvideot.
4. Uue joonise joonistamisel (ringjoon) risttahukale tekkis järgnev probleem: ei saadud täpselt aru töövälja ja joonise tähendusest ja nende baaspinna märkimisest. Kui uue töövälja baaspind on märgitud, tuleb luua uus tööväli ning seejärel märkida ära tekkinud baaspind ja luua joonis (ringjoon).
5. Kui ringjoonest oli saanud silinder, millega risttahukat lõigati, siis tuli valida paremalt äramärgimise tööriist, mis näitas tekkinud augu olemasolu risttahukas.
6. Arvutiõpetaja üritas teha olemasoleva joonise (ringjoone) peale uut joonist, mistõttu kuvas programm veateate. Piisanud oleks lihtsalt näidivideo vaatamisest ja oleks saanud kohe vastuse tekkinud probleemile.
7. Tekkinud vead tuli kustutada vasakul pool olevast aknast. Vigade kustutamisel kuvati ese, millel oli auk sees.

*Esimese ülesande teine alaülesanne (19:15)*

1. Arvutiõpetaja on nüüd tähelepanelikum töölehel esitatavate nõuete suhtes, mistõttu sujub teise ülesande algus.
2. Peale ristküliku joonestamist vajutati töövahendit, mis kaotas ära joonise ja kuvas ainult mõõte. Tekis väike segadus, kuhu kadus joonis?
3. Alustati uuesti teist ülesannet otsast peale, kuna ei leitud lahendust joonise kadumisele.
4. Teise ülesande esmasel lahendamisel ei kasutatud näidisvideot, kuid teisel katsel võeti kohe lahti näidisvideo, et mitte eksida vajalike andmete sisestamisel.
5. Ringjoon tuli joonistada risttahuka keskele, kuid samas polnud seda nõuet töölehel esitatud. Näidisvideos joonistati ringjoon risttahuka keskele (enne ringjoone joonistamist näitab programm automaatselt ära risttahuka keskpunkti).
6. Arvutiõpetaja proovib ringjoont risttahuka keskele saada, mis tal ei õnnestu.
7. Programm kuvas vea, et ei saa luua silindrit kõrgusega 50 mm. Peale vea kuvamist loodi ikkagi silinder, kuid arvutiõpetaja ei pööranud eset aksonomeetrilisse vaatesse, kus oleks olnud selgelt näha moodustunud silinder.
8. Kustutati ära eelnevad tegevused ja vead vasakul olevast aknast. Peale vigade kustutamist pööras arvutiõpetaja eseme aksonomeetrilisse vaatesse, milles selgus, et moodustunud silinder ei asetsenud mitte risttahuka peal, vaid põhjal. Kuvatud veateade tähendas seda, et ei saa luua silindri kõrgust, kuid vea kadumisel seda siiski tehti. Risttahukasse oli moodustunud auk analoogselt esimese ülesandega. Eelnevalt ringjoone joonistamist ei näidatud ära töövälja, kuhu ringjoon joonistatakse, mistõttu lõi kas silinder risttahukat. Eesmärgiks oli silindri moodustumine risttahuka peale.

9. Peale silindri lõikumist risttahukaga prooviti luua silinder risttahuka peale. Seekord see õnnestus, kuid alles jäi risttahukat lõikav silinder ja uus silinder. Uus silinder oli augu kohal ja moodustunud ese ei olnud õige. Antud hetkel prooviti oma tegevused lõpule viia luues töövälja, märkides ära tööpinnad ja joonistades silindri risttahuka peale.
10. Tekkinud silinder ei asetsenud mitte risttahuka peal, vaid all, kuid seekord moodustus silinder ja risttahukat ei lõigatud.
11. Arvutiõpetaja kustutas ebaõnnestunud töö ära ja proovis eseme uuesti joonistada.

### ***Esimese ülesande kolmas alaülesanne (18:53)***

1. Kolmanda ülesande eel tehti 15 minutiline paus.
2. Kolmandas ülesandes tehti uuesti teine ülesanne (silinder risttahukal).
3. Kui kolmas ülesanne valmis oli (väiksema silindriga lõigati suuremat silindrit), siis hakkas Arvutiõpetaja uuesti väiksema silindriga suuremat silindrit lõikama, mispeale kuvati programmi poolt veateade, et ei saa luua silindrit, kuna see on juba olemas sellel tööväljal!
4. Kolmanda ülesande valmimisel tuli see salvestada.
5. Arvutiõpetaja alustas kolmandat ülesannet otsast peale ja tegi ta lõpuni vigadeta ära.
6. Tekkinud vead tulenesid näidismaterjalide harva kasutamise tõttu. Ilmselt lootis arvutiõpetaja liialt oma arvutialastele oskustele, jättes siinjuures töölehtedel ja näidisvideodes esitatavad nõuded tähelepanuta. Harjutamise tulemusena lahenesid tehtu vead ja ülesanded sai sooritatud.

## INTERVJUU

### MÕPIKu head omadused

1. Pro/Desktop Express on tasuta, õpilane ei pea kasutama piraattarkvara.
2. Hea on, et videole on lisatud juhendav audio.
3. Näited on abistava iseloomuga, õpilane saab ülesannete lahendamisega hästi hakkama näidete alusel.
4. Foorumi olemasolu on väga hea, saab võrrelda oma tööd teistega ja proovida lahendada galeriisse ülespandud töid iseseisvalt.
5. Piltide kommentaarid on anonüümsed, seega objektiivsed.
6. Galerii olemasolu tekitab õpilastes võistlusmomenti (N: koolidevaheline esemete disainimise võistlus, koolid hindavad võistluskooli töid ja vastupidi).

### MÕPIKu puudused

1. Vigade tekkimisel Pro/Desktop Expressi keskkonnas ei oska ülesannet edasi teha.
2. Peale registreerimist peaks saama jututuppa või galeriisse, "Registreeri" nupp peaks olema enne jututuba ja galeriid.

## ETTEPANEKUD

1. MÕPIKut võiks kasutada 8-9 klassis, sest väiksematel pole püsivust MÕPIK õpikeskkonnas ülesandeid lahendada.
2. Siduda võiks MÕPIKut tööõpetusega, tuleks leida motivatsioon, miks õpilane peaks eset tarkvaraga disainima.
3. Idee poolest saaks MÕPIKut kasutada majandusõppes, kus igaüks peab välja mõtlema toote, eelnevalt tuleb õpilasel lasta kirjeldada toote välimust ja seejärel toode disainida.
4. MÕPIKut võiks kasutada ka joonestamise õppimiseks, kuna koolis joonestamist iseseisva aina ei olegi. MÕPIKut saavad kasutada ka tüdrukud joonestamise õppimiseks.
5. Jututuba peaks olema kinnisele ringile, ainult tunnis osalevatele õpilastele (õpetaja jõuab jälgida, mida seal räägitakse).

6. MÕPIKu näidisvideode juures peavad olema seletused kasutatavate tööriistade kohta, muidu ei saa aru, miks just sedatööriista kasutatakse (N: see tööriist on mõeldud esemele kõrguse lisamiseks jne.)?
7. “Linke maailmast”, siia võib õpilane lisada linke, kuid õpetaja peab saama kontrollida, mida lisatakse.
8. MÕPIK võiks olla ka võõrkeelne, kuna mujalt maailmast pildigaleriisse sattunud inimene võib huvi kaotada, kuna ta ei mõista kohaliku keelt.
9. Õpilane peab lugema MÕPIKu töölehti tähelepanelikult, sest vastasel korral võib tekkida palju vigu.

MÕPIKu õppimist tuleb alustada nuppude tutvustamisega, seejärel eseme põhielementidest rääkida, enam kasutatavad elemendid (silinder, risttahukas, kuup, ruut, püramiid jne.). MÕPIKu õppimisel tuleb tingimata kasutada dataprojektorit vaatamata näidisvideode olemasolule õpikeskkoknnas.