

IT vahendid teadmiste konstrueerimiseks ja visualiseerimiseks

Uuringute kaudu on tõestatud, et pool aastat pärast kursust on õpilased unustanud 90% õpitut (Van der Stoep 2000). Enamasti on põhjuseks see, et õpilased ei rakenda õpitut teises kontekstis või ei oska nad näha seoseid õpitu ja keskkonna vahel. Põhjuseks on ka esitluslik õpistrateegia, kus õpetaja otsustab, mida õpilased õppima peavad.

Sotsiaal-konstruktivistid usuvad, et õppimine on kõige efektiivsem, kui:

1. õpilane ise konstrueerib oma teadmistemaailma;
2. õpitava kontekst seostub õpilase varasemate kogemuste ja välise keskkonnaga;
3. õppimine toimub koostöös kaasinimestega.

Seni loodud elektroonilised õpikeskkonnad toetavad enamasti esitluslikku õpet. Tavaliselt on need lihtsalt materjalide edastamise keskkonnad – elektroonilised õpikud. Väga vähesed õpikeskkonnad (näiteks IVA ja FLE3) sisaldavad vahendeid õpilase poolseks informatiooni süstematiseerimiseks ja teadmiste konstrueerimiseks. Enamasti saab õpilane teadmiste korrastamiseks kasutada vaid mittedigitaalseid vahendeid. Näiteks printida materjale ja struktureerida neid oma äranägemise järgi (õpimapp).

Kui õppematerjalid on kättesaadavad elektroonilisel kujul, ja õppetöö toimub virtuaalsetes õpikeskkondades, miks mitte pakkuda õpilastele arvuti- või veebipõhiseid vahendeid informatsiooni süstematiseerimiseks. Olemasolevad õpikeskkonnad ja õpihaldussüsteemid võiksid sisaldada vahendeid, mille abil õpilane saab visualiseerida ja restruktureerida õpetaja poolt pakutavaid materjale ja muid õpiobjekte. Õpe oleks palju tulemuslikum (teadmised püsiks kauem meeles või kuluks tulevikus nende meeldetuletamiseks vähem aega), kui õpilane saaks ise oma teadmistesüsteemi konstrueerida.

Erinevateks visualiseerimise ja teadmiste konstrueerimise vahendid on näiteks ühemõõtmelised ajateljed ja struktureeritud loetelud, kahemõõtmelised tabelid ja puud, kolmemõõtmelised hooned ja planeetide süsteemid jne. Omaloodud struktuuris võivad õpilased muuta detailide järjestust ja nende vahelisi seoseid, vaadata skeemi üldist pilti või suurendada (zoomida) selle alamloike, selekteerida objekte ja vaadata nende sisu (ikoonil klikkides avaneb konkreetne õppematerjal – tekst, pilt, animatsioon, ...). Õpilasel peab olema ka võimalus struktuuri aluseks olevat esitlusviisi vahetada nii, et konstruktsiooni sisuline loogika säiliks (näiteks konverteerida mõistekaart hierarhiliseks loeteluks).

Käesoleva artikli eesmärk on anda ülevaade maailmas seni loodud teadmiste visualiseerimise ning konstrueerimise vahenditest ja meetoditest. Meetodite all mõeldakse üldisi põhimõtteid ja mudeleid, kuidas teadmisi struktureerida. Mudelid on kasutatavad ka arvutiväliselt (näiteks paberil käsitsi skeeme luues). Vahendite all mõeldakse arvutis töötavaid rakendusi – meetodi kasutamiseks on loodud spetsiaalne tarkvara.

Teadmiste konstrueerimise ja visualiseerimise vahendeid on võimalik kasutada erinevates valdkondades (kool, muuseum, ametiasutus, ...) ja erinevate huvigruppide (õpilane, üliõpilane, õpetaja, ...) poolt. Lihtsuse mõttes vaadeldakse käesolevas töös valdkonnana kõrgharidust ja kaustajana üliõpilast. Ühtlasi tuuakse artiklis näiteid, kuidas vastavat vahendit võiks rakendada õppetöös õpilase poolt õpiobjekte süstematiseerimiseks (õpiobjekt - Learning Object – LO – digitaalne või mittedigitaalne olem, mida saab kasutada või millele viidata õpiprotsessis, näiteks tekst, pilt, heli, video, juhend, tunnikava jne).

Teadmiste konstrueerimine

Teadmine on informatsioon, mis on tähendusrikkalt organiseeritud, kogutud ja konteksti sobitatud (Maier, R. 2005). Teadmine tekib, kui luua loogilisi seoseid erinevate infoelementide vahel. Põhimõtteliselt võib teadmiseks pidada ka väiksema õpiobjekti (näiteks tekstilõigu) sisu mõistmist, kuid sügavamaks teadmiseks peetakse seda, kui inimene oskab näha seoseid erinevate õpiobjektide vahel. Selliste konstruktsioonide kaudu tekib uus tähendus või uus info.

Olukorra muudab keeruliseks see, et üks õpiobjekt (*content* – sisu – info) võib olla seotud erinevate tähendustega (*context* – teadmine). Samuti võivad erinevad inimesed kasutada õpiobjektidest tähenduse loomiseks erinevaid meetodeid (*concept* – üldistus, ontoloogia, reegel). Postmodernistlikus maailmas ei saa ütelda, milline teadmine või meetod on õige. Reegli valik ja selle abil loodud tähendus sõltub selle loojast. Reegleid ja meetodeid on võimalik omavahel võrrelda ja neid isegi ühest teiseks konverteerida. Selle eesmärk on lihtsustada ühe kasutaja poolt loodud teadmise mõistmist teise inimese poolt. Täielikku üksteisemõistmist pole võimalik saavutada, sest kontseptsioonid võivad olla erinevad.

Teadmiste iseseisev konstrueerimine arendab järgmisi oskusi:

1. seoste nägemine;
2. sorteerimine;
3. võrdlemine (erisuste ja sarnasuste nägemine);
4. süstematiseerimine;
5. restruktureerimine.

Eelnevat kokku võttes areneb ka sünteesi oskus – olemasoleva info põhjal luuakse uut. Õpiobjektidest moodustatud struktuur võib omakorda olla uueks õpiobjektiks ja konstrueerimise lähtematerjaliks.

Õpiprotsessis ei tohi piirduda vaid õpetaja või teadlaste poolt loodud konstruktsioonide vahendamisega õpilastele. Valmis mudelid on küll korrektsed ja õiged, kuid kuna õpilane pole näinud vaeva nende loomisega, siis saadud teadmine ununeb kiiresti. Seosed ja reeglid püsivad kauem meeles, kui õpilane peab neid ise looma, kontrollima nende sarnasust teiste õpilaste konstruktsioonidega ja testima nende vastavust ekspertide arvamusega.

Visualiseerimine

Informatsiooni visualiseerimine on oluline, sest IT vahendite laialdase kasutamise tõttu jõuab iga inimeseni üha rohkem informatsiooni. Visualiseerimise abil on võimalik tuua esile kõige olulisem info. Ühtlasi aitavad skeemid, graafikud ja joonised mõista informatsiooni tähendust (näiteks näha seoseid, võrrelda tulemusi, analüüsida suundumusi). Visualiseeritud info on inimesele enamasti kiiremini mõistetav. Palju lihtsam on eristada andmeid värvi, suuruse, kuju ja liikumise kui arväärtuste alusel.

Visualiseerimine on oluline ka inimeste õpistiilide erinevuse tõttu. Põhjuseks on nende võimete, iseloomude, varasemate kogemuste, mõtlemis- ja õpiharjumuste erinevus. Üks võimalus õpilasi liigitada on hinnata nende tajueelistusi.

Erinevad tajueelistused on:

1. kuulaja – mõistmiseks piisab loengu kuulamisest;

2. lugeja/kirjutaja – mõistmiseks peab info ise kirja panema;
3. vaataja – mõistmiseks tahab näha skeeme ja jooniseid;
4. kineetik – mõistmiseks tahab näha animatsioone, tahab kõike praktikas katsetada.

Eelpool loetletud neljast tajueelistusest on kolm viimast mingil moel seotud visualiseerimise ja konstrueerimisega. Veelgi enam, väga vähesed inimesed on puhtalt ühe tajueelistusega. Enamasti on õpilased multimodaalsed. Sisu mõistmiseks peavad nad esitatud materjali (ka juba kirja pandud) näiteks oma käega kirja panema ja selle põhjal skeeme looma. Seetõttu on visualiseerimine ja konstrueerimine suuremale osale õpilastest vajalik. Lugejad võivad aadressil www.vark-learn.com (Questionnaire lingi alt) kontrollida, milline on nende tajueelistus.

Visualiseerimise ja konstrueerimise vahendid aitavad õpilasel:

1. saada ülevaadet mahukast informatsioonist;
2. hallata informatsiooni;
3. keskenduda detailidele;
4. selekteerida detaile ja vaadata nende sisu;
5. muuta ja järjestada detaile;
6. luua seoseid detailide vahel.

Eesmärk on näha detaili tervikpildi suhtes – muuta informatsioon teadmiseks.

Visualiseerimise ja konstrueerimise meetodite liigitus

Järgneva liigenduse autor on Ben Shneiderman, kuid seda on käesolevas artiklis lihtsustatud ja täiendatud. Liigenduse aluseks on tunnuste hulk, mille kaudu õpiobjekti kirjeldatakse.

Meetodite liigid:

1. ühemõõtmeline – näiteks tekst, loetelu, ajatelg;
2. hierarhiline – näiteks mitmetasemeline loetelu, puu;
3. võrk – näiteks mõistekaart;
4. kahemõõtmeline – näiteks kaardi kujund, risttabel;
5. kolme- ja enam mõõtmeline – näiteks mitmemõõtmeline skaleerimine;
6. muud metafoorid – näiteks hoone, inimese keha, tähtede süsteem.

(Shneiderman, B. 1998)

Järgnevalt on vastava kategooria meetodeid põhjalikumalt tutvustatud. Võimalusel on antud ülevaade ka olemasolevatest vahenditest (rakendustest arvutis või internetis). Samuti on esitatud näiteid vahendi või meetodi kasutamisest õppetöös.

Ühemõõtmelised

Ühemõõtmelised meetodid on näiteks:

1. lihtsad loetelud;
2. tekstiläätsed;
3. võtmesõnade pilved;
4. ajateljed.

Nende meetodite ühiseks tunnuseks on see, et info esitamise aluseks on enamasti üks tunnus – sisuline, tähestikuline, tähtsuse või kronoloogiline järjestus.

Tekstiläätsed

Tekstiläätsed (inglise keeles kasutatakse samaaegselt erinevaid mõisteid - Text mural, lens, DNA) on meetod, kus teksti sees rõhutatakse olulisemaid sõnu muust tekstist erineva taustatooniga. Meetodit nimetatakse ka avatud kodeerimiseks. Näiteks võib seda meetodit kasutada tõmmates värvilise markeriga kriipse trükitud tekstile. Arvutis on sellise meetodi rakendus analoogiline, kuid sisaldab ka edasiarendusi.

Tekstiläätsede põhimõte on näiteks kasutusel otsingumootoris books.google.com. Otsingusõnad tuleb sisestada tavapärasesse otsingulahtrisse. Otsingu tulemuseks on allikate loetelu, kus sellised sõnad leiduvad. Raamatu nimel klikkides kuvatakse selle sisu kohast, kus otsingu sõnad esimest korda esinevad. Need on muust tekstist eristatud (Vaata Illustratsioon 1).

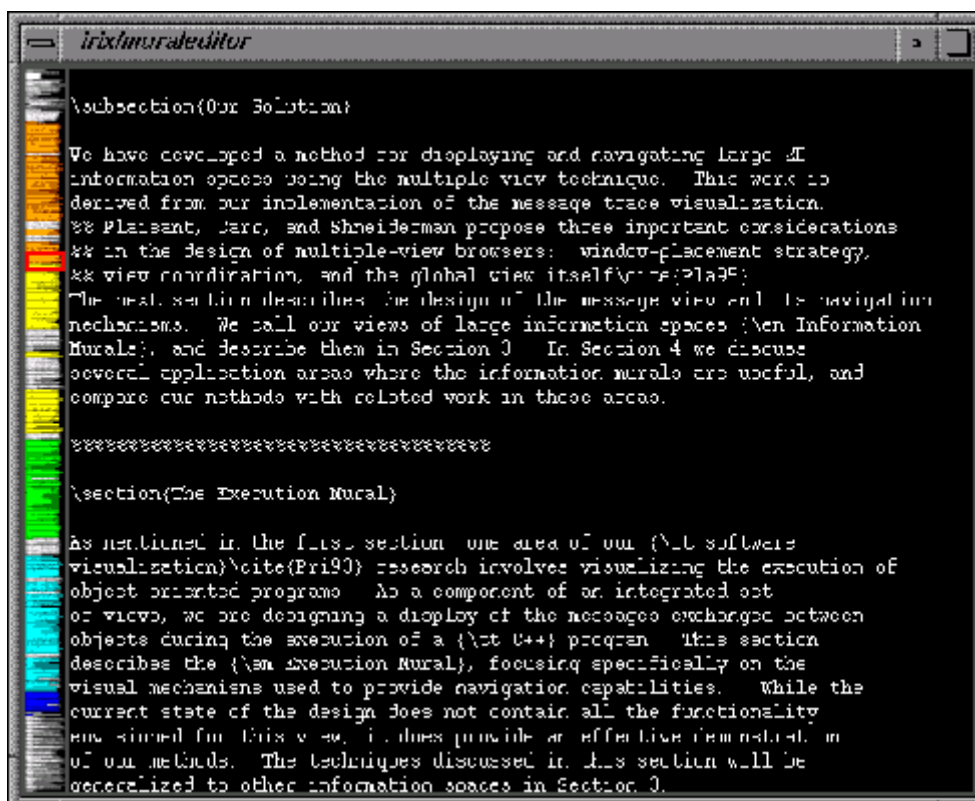
Abstract. Visualization has proven to be an effective strategy for supporting users in coping with complexity in knowledge- and information-rich scenarios. Up to now, however, information visualization and knowledge visualization have been distinct research areas, which have been developed independently of

Illustratsioon 1: tekstiläätsede näide - Google Book Search tulemus otsingule knowledge visualization

Tekstiläätsesid kasutatakse ka materjali alamosade ja terviku vaheliste seoste rõhutamiseks. Näiteks Georgia Tehnoloogia Instituudi Graafika, Visualiseerimise ja Kasutatavuse Keskus on loonud muraleditori (mural – seinamaal) – tarkvaraliidese, mis esitab teksti alamosad värviliste ribadena tekstiredaktori kerimisribal. Illustratsioon 2 kirjeldab tekstiläätsede kasutamist tekstiredaktoris LaTeX, millesse on integreeritud muraleditor. Värvilised lõigud vasakpoolses kerimisribas kirjeldavad teksti erinevaid osi. Teksti lugeja määrab tekstilõikude värvid oma äranägemise järgi. Muster kerimisribal luuakse automaatselt tarkvara poolt.

Vahendi eelis on see, et lugejal on selge ülevaade, kui suur osa tekstist on ekraanil esitatud (punane riskülik kerimisribal kirjeldab ekraanisitu asukohta terviktekstis) ja kui mahukas on tekst (kerimisriba kirjeldab kogu teksti, ridade tihedus selles muutub dünaamiliselt vastavalt teksti mahule). See annab hea ülevaate teksti erinevatest alamosadest ja nende ulatusest.

Õppetöös võib seda vahendit kasutada näiteks iseseisva lugemisülesande toetamiseks. Näiteks peab õpilane värvidega kodeerima tema arvates olulisi lõike. Ülesannet võib ka edasi arendada, näiteks paluda teha õpilasel ettekanne oma värvide ja nende sisu kohta.



Illustratsioon 2: Tekstiläätset ehk muraeditor tervikteksti ja selle alamosa esitamiseks

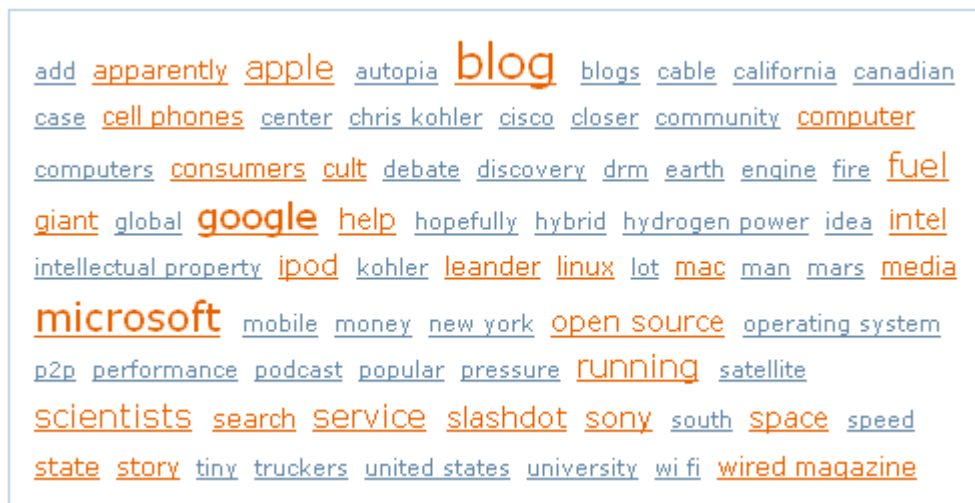
Võtmesõnade pilv

TagCloud (*tag* – võtmesõna) põhineb folksonoomial (*folksonomy* – *folk taxonomy*) – liigendus, mis on loodud rahva poolt. Enamasti on sellised liigendused lihtsustatud ja loodud kogukonna ühistööna. Mingil moel on tegemist vastandiga ametlikele ja rangelt hierarhilistele taksonoomiatele (näiteks ETB Thesaurus www.en.eun.org/eun.org2/eun/en/etb/content.cfm?lang=en&ov=7208).

Võtmesõnade pilve loomiseks peab näiteks õpiobjekti autor kirjeldama selle sisu võtmesõnadega. Pilve vaataja võib kitsendada võtmepilve sisu loetledes märksõnu, mille esinemist ta otsib. Määrangute ja piirangute tulemuse esitatakse näiteks Illustratsioon 3 kujutatud võtmesõnade pilvena. Antud pilve moodustamise aluseks on ajaveebis mainitud võtmesõnade populaarsus. Sõnad on pilves tähestikulises järjekorras. Populaarsemad teemad on esitatud punases kirjas. Need omakorda on teineteisest eristatavad šrifti suuruse järgi. Võtmesõnal klikkides avaneb loetelu tekstides, mis on selle tagiga seotud (Herren, J. 2006).

Hea näide võtmepilve kasutamisest on Flickr – portaal fotode hoidmiseks, otsimiseks ja jagamiseks. Üks võimalus fotode valimiseks on kasutada tagcloud-i aadressil www.flickr.com/photos/tags. Teine huvitav näide võtmesõnade pilve kasutamisest on õpivahendite kollaboratiivse loomise keskkond leMill lemill.net.

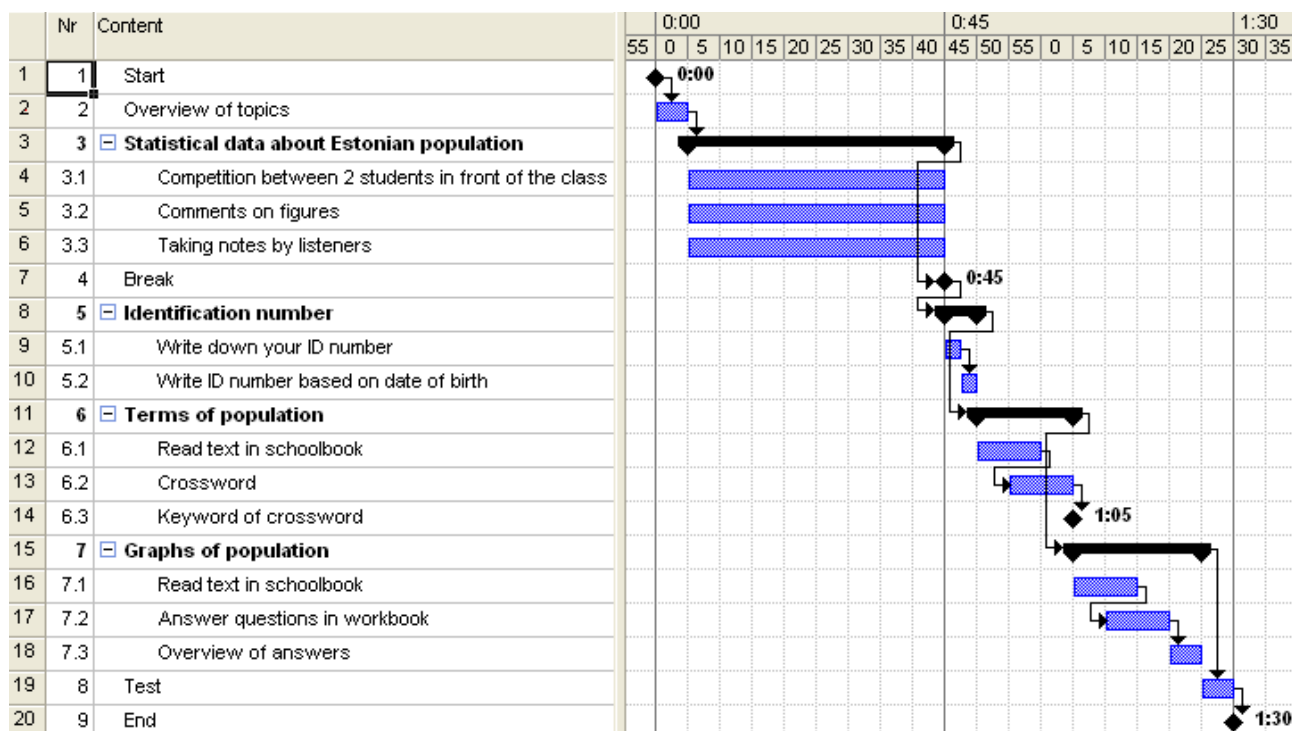
Õppetöös võib sellist vahendit kasutada näiteks nii, et õpilane peab kursuse jooksul lisama õppematerjalidele võtmesõnu. Vastav võtmesõnade pilv genereeritakse tarkvara poolt automaatselt. Võtmesõnade pilvest on abi eksamieelsel kordamisel – kiiresti leiab üles olulisemad teemad. Samas võib see olla ka hindamise aluseks. Õpilane peab kommenteerima, miks tema meelest just sellised võtmesõnad on kõige olulisemad?



Illustratsioon 3: Võtmepilve näide. Allikas www.tagcloud.com

Ajatelg

Aja kulgemine on ühemõõtmeline, kuid ajateljel põhinevad tehnikad on enamasti integreeritud võrkgraafikutega. Üks tuntuim ajateljel põhinev keskkond on näiteks Macromedia Flash. Tegemist on siiski kallil ja pigem autorile (näiteks õppematerjale loovale õpetajale) sobiva keskkonnaga.



Illustratsioon 4: Ajatelje näide - MS Project abil loodud tunnikava

Ajatelg on keskseks osaks projektijuhtimise tarkvaras. Üksikud neist on vabavara litsentsiga, näiteks Open Workbench (www.openworkbench.org) ja Turbo Project LT. Sellesse paigutatud skeemid võivad olla lineaarses sõltuvuses (näiteks iga õpiobjekti mõistmiseks on vajalik eelneva tundmine). Enamasti on skeemid pisut keerulisemad (näiteks ühe objekti mõistmiseks on vajalik

mitme eelneva tundmaõppimine).

Illustratsioon 4 kirjeldab ajatelje kasutamise näidet MS Project (populaarseim projektiplaneerimise tarkvara) keskkonnas. See on paraku õpetaja nägemus tunni kulgemisest, aga sarnaseid skeeme võiks luua ka õpilane. Näiteks võib ülesandeks olla ajaloo sündmuste järjestamine ajateljel. Nooltega võib rõhutada sündmuste omavhelist seost.

Hierarhilised

Hierarhilised meetodid on näiteks:

1. mitmetasemelised loetelud;
2. puud;
3. hüperboolsed puud;
4. puukaardid;
5. mõistekaardid.

Nende abil on lihtne informatsiooni struktureerida ja grupeerida. Ühiseks tunnuseks on see, et iga objekt võib kuuluda vaid ühe koondobjekti alla. Seepärast on hierarhiliste struktuuride kasutamise võimalused piiratud. Õpiobjektide loomise üheks eesmärgiks on tükeldada materjali selliselt, et objektid oleksid kasutatavad erinevates kontekstides. Paraku tuleb sama õpiobjekti kasutamiseks ühe hierarhilise struktuuri erinevates kohtades objekt korduvalt sisestada.

Mitmetasemelised loetelud

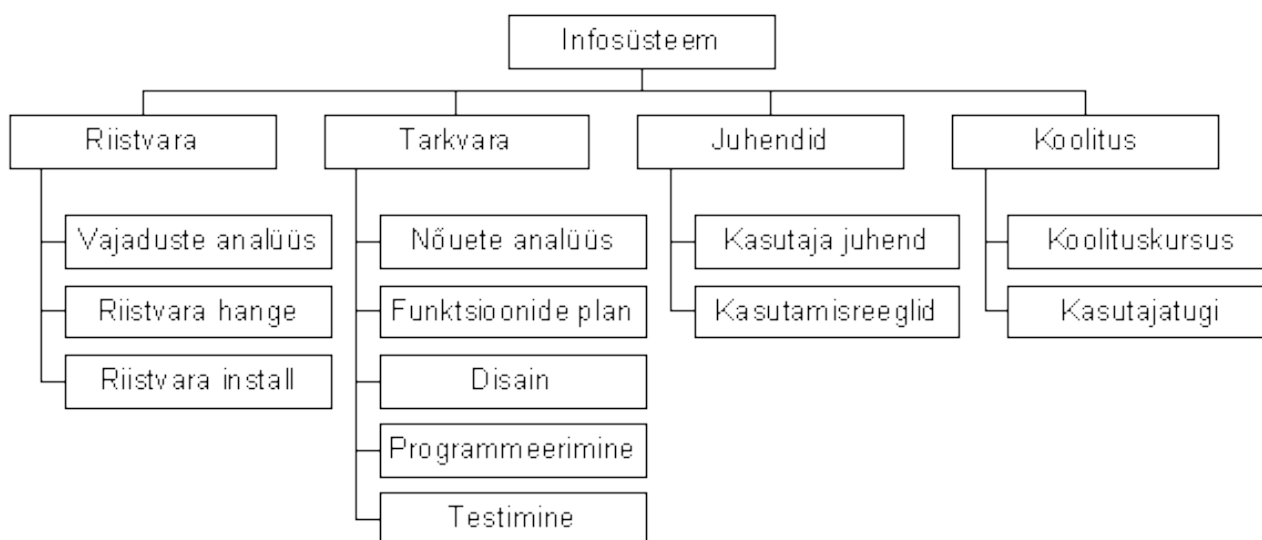
Outline list-id on kõige lihtsam viis hierarhilise struktuuri loomiseks. Selleks võib kasutada tekstiredaktorit või failihalduskeskkonda (kataloogi puu on oma olemuselt hierarhiline süsteem). Illustratsioon 5 kujutab MS Project-i abil loodud Multimeedia vahendite kursuse teemade loetelu. Pluss märk rea ees näitab, et põhiteema sisaldab alamteemasid. Neid on võimalik esitada plussil klikkides. Miinus märk tähistab, et alamteemad on esitatud ja neid on võimalik miinus märgil klikkides varjata. Ühelt poolt on mugav vaadata üldist tervikpilti või süveneda detailidesse. Teisalt on probleemiks see, et kõik detailid ei mahu korraga arvutiekraanile. Kui skeemi ekraanile mahutamise eesmärgil alamdetailide varjata, puudub ülevaade põhipunktide mahukusest.

1	+	Sissejuhatus
2	+	Autorvara
3	+	Tekst
4	+	Graafika
5	+	Heli
6	+	Animatsioon
7	[-]	Video
7.1		Standardid
7.2		Digitaliseerimine
7.3		Komprimeerimine
7.4	[-]	CoDec-id
7.4.1		Motion JPEG
7.4.2		DV
7.4.3		MPEG
7.4.4		Cinepak, Intel Indeo ja Sorenson
7.5	[-]	Failiformaadid
7.5.1		AVI
7.5.2		MPEG

Illustratsioon 5: Mitmetasemelise loetelu näide - MS Project-i abil loodud kursuse temaatiline loend

Puu

Mitmetasemelist loetelu on väga lihtne esitada puuna. Struktuuri põhi- ja alamosad jäävad samadesse seostesse. Enamasti pole tähtsust, kas puu juurikas asub üleval või all, vasakul või paremal. Puu eelis on informatsiooni parem visualiseerimine. Puude loomiseks on palju erinevaid tarkvarapakette. Illustratsioon 6 kujutatud puu on loodud programmiga MS Powerpoint (*Org Chart* slaidipõhjaga).



Illustratsioon 6: Puu näide - MS Powerpointi abil loodud projekti alamosade skeem

Sarnaselt mitmetasemelisele loetelule on ka puudel samad miinused – kõik detailid ei mahu korraga ekraanile.

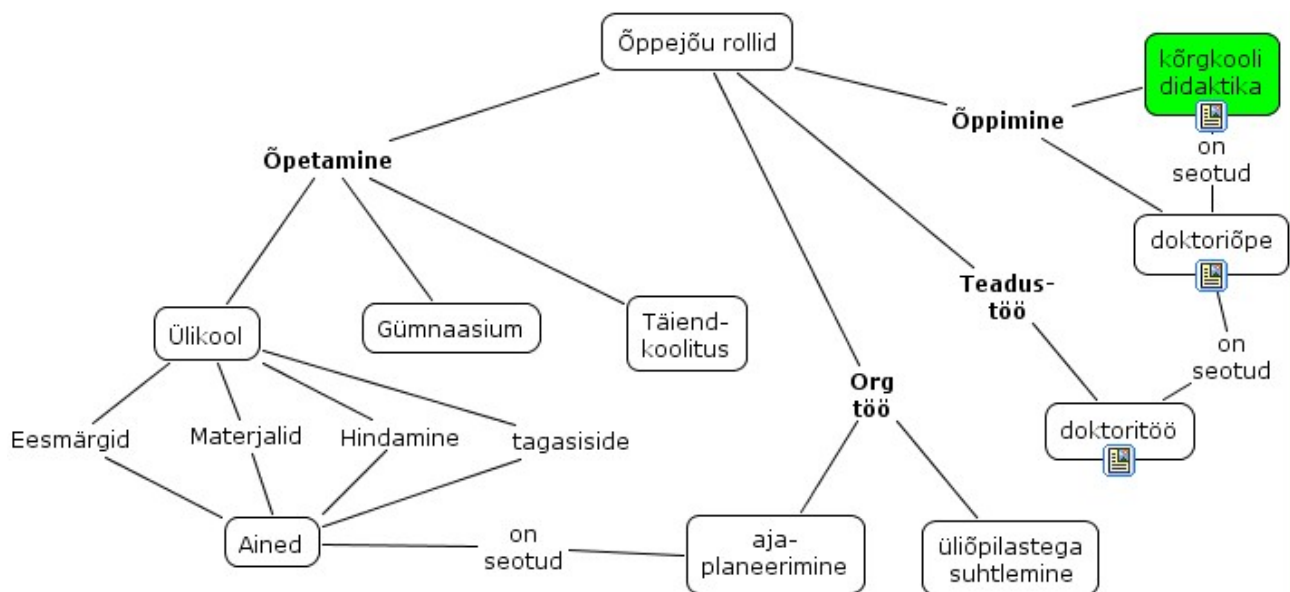
Mõistekaart

Klassikaline mõistekaart (Mind Map) on oma olemuselt hierarhiline struktuur. Kaardi loomist alustatakse enamasti kesksest mõistest. Tuumaga seotud objekte võib käsitleda alamdetailidena või kekse teemaga samaväärsete kõrvalmõistetena. Eriti oluliseks peetakse kaardi koostamisel joonistamis- ja kujundamisvõtete kasutamist. Usutakse, et selliselt töötab inimese aju topeltvõimsusega – sõnad (kirjutamist kontrollib aju vasak poolkera) seotakse graafiliste kujunditega (visualiseerimisega tegeleb aju parem poolkera). See lihtsustab informatsiooni meeldejätmist.

Mõistekaartide loomiseks on palju erinevaid tarkvarapakette. Näiteks:

1. Kidspiration – www.inspiration.com;
2. Inspiration – www.inspiration.com;
3. Openmind – www.matchware.com/en;
4. Smart Ideas – www2.smarttech.com;
5. VisiMap – www.coco.co.uk;
6. cMap Tools – cmap.ihmc.us;

Tallinna Ülikoolis käivitatud mõistekaardi tarkvara loomise projekt on jõudnud testimise faasi. Projektiga on seotud Erika Matsak, Priit Reiska ning IVA arendusmeeskond. Mõistekaart integreeritakse õpihaldussüsteemi IVA keskkonda.



Illustratsioon 7: Mõistekaardi näide

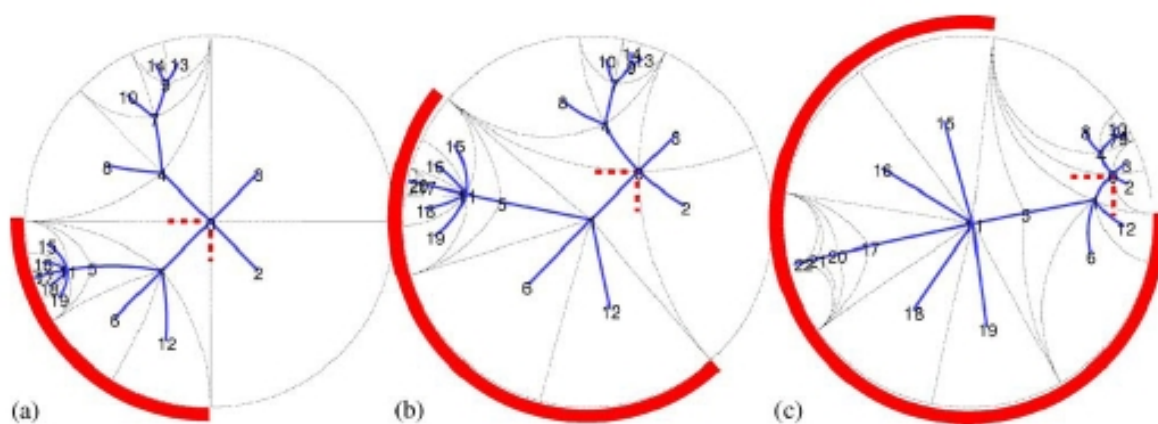
Illustratsioon 7 on loodud programmiga cMap. Tegemist on vabavaraga, mida on lihtne installida ja kasutada. Kaardi sõlmi on võimalik siduda väliste dokumentidega (sellele viitavad ikoonid mõnede sõlmede alaosas). Seoste hulk ei ole piiratud. Seetõttu on hierarhisest mõistekaardist tekkinud võrkskeem (*Concept Map*). Võrkskeemid erinevad mõistekaartidest tsentraalsete sõlmede hulga, seoste hulga ja iseloomu ning skeemi suuruse poolest.

Hüperboolne puu

Hüperboolne puu on loodud vajadusest suurendada tavaliste puude mahutamisevõimet. Sisuliselt on

tegemist hierarhilise süsteemiga, kuid alamdetailide paigutamise põhimõte on erinev. Puu luuakse sfäärilisel pinnal (Lobachevski sfääriline geomeetria) ja see projekteeritakse 2-mõõtmelisele tasandile (Eukleidese tasapinnaline geomeetria). Nende kahe ruumi erinevus seisneb näiteks selles, et eukleidese tasandil kaks paralleelset sirget ei lõiku kunagi. Sfäärilises ruumis lõikuvad paralleelsed sirged lõpmatult kauges punktis. Põhimõtteliselt on puu hierarhia erinevad harud paralleelse iseloomuga. Nende harude lõpppunktid ei saa kunagi omavahel kokku. Sfäärilisel pinnal hakkavad hierarhilise struktuuri erinevad harud üksteisele lähenema (päris kokku siiski ei saa). See võimaldab esitada lõputult palju hierarhilise struktuuri elemente ekraanisuurusel pinnal.

Kirjeldatud põhimõttel on ka teine käsitus. Hüperboolse puu olulisemad osad (koondobjektid) on paigutatud ekraani keskossa, alamosad ekraani äärde. Alamobjektid on väga lähedastikku ja väga väikeselt esitatud. See võimaldab kasutajal saada ülevaadet detailide hulgast. Kui vaatajat huvitavad alamteemad, lükatakse puu keskpunkt ekraani servale ja alamteemad esitatakse detailselt. Olukorda kirjeldab Illustratsioon 8.




Illustratsioon 8: Hüperboolse puu navigeerimise näide. (a) esitluse keskpunkt on punktis 0. Alamharud on sfääri äärealadel ja tihedalt kokku surutud. (c) esitluse keskpunkt on punktis 11. 0-punkt on nihkunud sfääri äärealale ja naaberpunktidega tihedamalt kokku surutud (Walter, J. A.)

Hüperboolset puud on raske kujutada ette arvutiväliselt kuid ka arvutites on selle kasutamine vähelevinud, sest sfäärilise ruumi esitamine kahemõõtmelisele ekraanile on arvutuste rohke ja vajab spetsiaalset tarkvara. Enamasti on loodud lahendused Javapõhised. Puude vaatamiseks ja ka proovitarkvara käivitamiseks peab olema arvutisse installeeritud Java virtuaalne masin.

Lokaalses arvutis võib näiteks kasutada tarkvara HyperTree. Tarkvara ja näited on kättesaadavad aadressilt www.kinase.com/tools/HyperTree.html. Paraku on tegemist näidisversiooniga, mida ilmselt edasi ei arendata. Katsetarkvara abil saab vaadata vaid ühte puud (Bringham, J. Sudarsanam, S. 2000).

Serveripõhist lahendust pakub firma Inxight. Ka nende loodud StarTree tarkvara on Javapõhine. Kahjuks on tegemist kommertstarkvaraga. Aadressilt www.inxight.com/products/vizserver võib lisaks tarkvara tutvustusele vaadata ka huvitavaid näiteid. Illustratsioon 9 kujutab NASA ajalugu hüperbool puuna. Põhiteemad on esitatud suuremalt. Alamteemade olemasolu kirjeldatakse väikeste harudega. Kui kursor viia harule, siis esitatakse vasakpoolses aknas selle sisu. Kursoriga harul klõpsides muudetakse puu sisu – selekteeritud punkt koos naaberaladega esitatakse detailselt ekraani keskel ja põhiteemad lükatakse puu äärealadele. Viimast olukorda kirjeldab Illustratsioon 10.

Star Trees powered by **inXight**
www.inXight.com



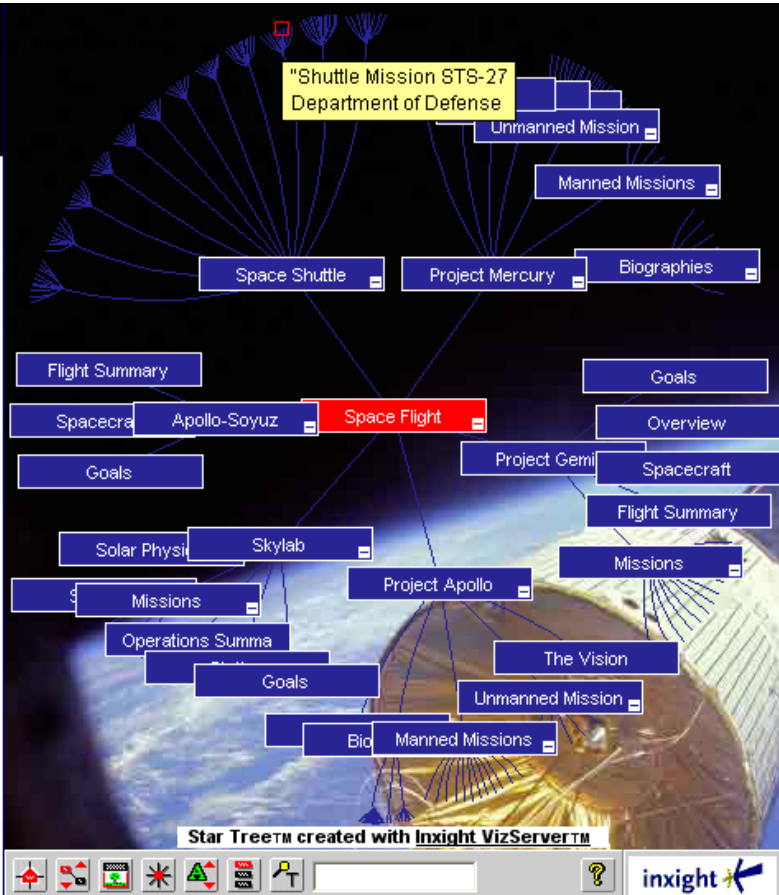
STS-27

Shuttle Mission STS-27
Department of Defense (DOD)

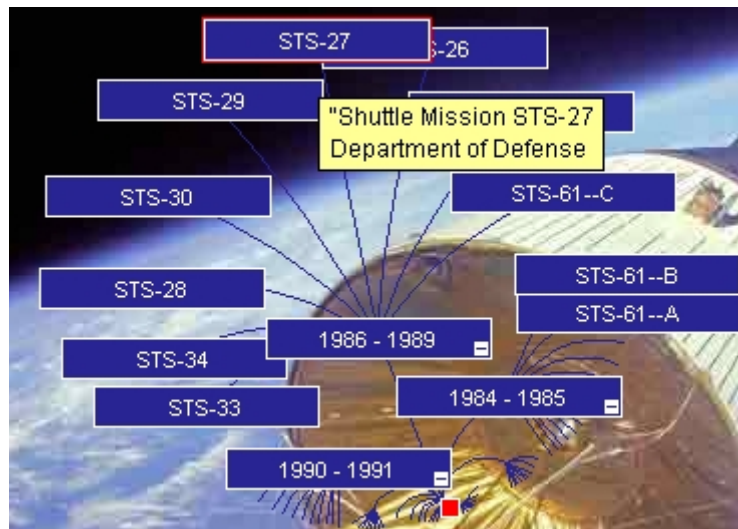
Primary Payload
Department of Defense (DOD)

Dates
December 2 - 6, 1988

Image



Illustratsioon 9: Hyperbool puu näide - Star Trees loodud NASA ajaloo hüperpuu. Hiire kursor on viidud ekraani ülaseravas asuva puu haru kohale (punane riskülik). Kollases infoaknas kuvatakse sõle sisu kirjeldav tekst.

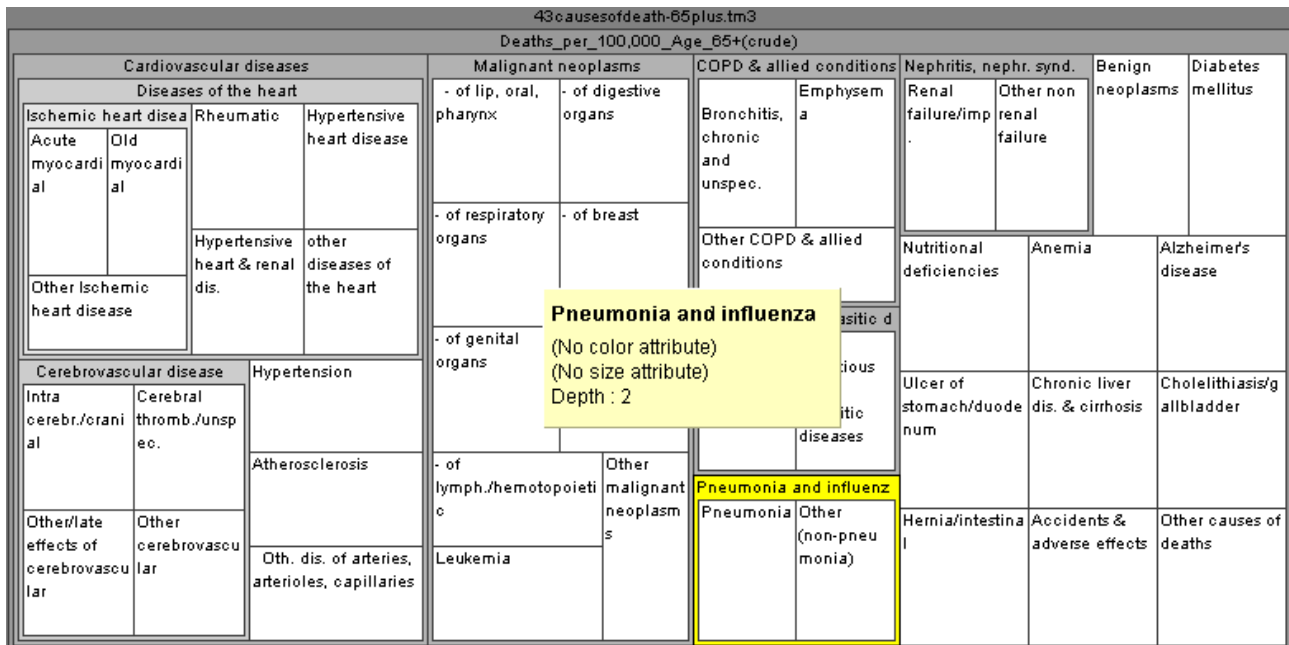


Illustratsioon 10: Alamdetailide esitamine hüperpuus

Puukaart

Puukaart (Treemap) on hierarhiline esitusviis, kus alampunktid asuvad koondteema risküliku sees.

Ühelt poolt on puukaart paremini jälgitav. Teiselt poolt saab riskülikuid kasutades kasvatada skeemi ka vertikaalsuunas. Näiteks Human-Computer Interaction Lab / University of Maryland (www.cs.umd.edu/hcil/treemap) on arendanud Treemap nimelise vahendi, mida võib alla laadida ja oma arvutis katsetada. Kahjuks vajab programm Java virtuaalset masinat ja prooviversioon esitab ainult näitefailide sisu. Illustratsioon 11 kirjeldabki surma põhjuste näidet.



Illustratsioon 11: Puukaardi näide - surma põhjused

Illustratsioon 11 esitatud puukaart sobib hästi antud temaatika esitamiseks. Kaart on loodud selliselt, et kõige mahukamad grupid tõstetakse esimeseks (antud näites südamehaigused) ja kõige väiksemad grupid jäävad viimaseks (näiteks muud põhjused). Kaardi suurust muutes, muutub objektide paigutus automaatselt. Kursoriga objektide kohal liikudes esitatakse täiendav info.

Teisalt kõikide andmete esitamiseks puukaart ei sobi. Näiteks projektijuhtimise temaatika esitamisel satuks esikohale planeerimise faas, sest see sisaldab kõige enam teemasid. Sissejuhatus ja algatamine jääksid viimasteks.

Hierarhiliste struktuuride lõpetuseks tuleb mainida seda, et autori arvates tekib õpilastes teadmine kiiremini, kui nad saavad iseseisvalt struktuure ja seoseid luua. Teadmise süvendamiseks ei piisa ainult ühe skeemi loomisest, vaid selleks on vaja hierarhiat korduvalt kohendada, alamteemasid sulgeda ja taasesitada. Mainitud vahendid on pigem kineetilised keskkonnad, mitte staatilised pildid.

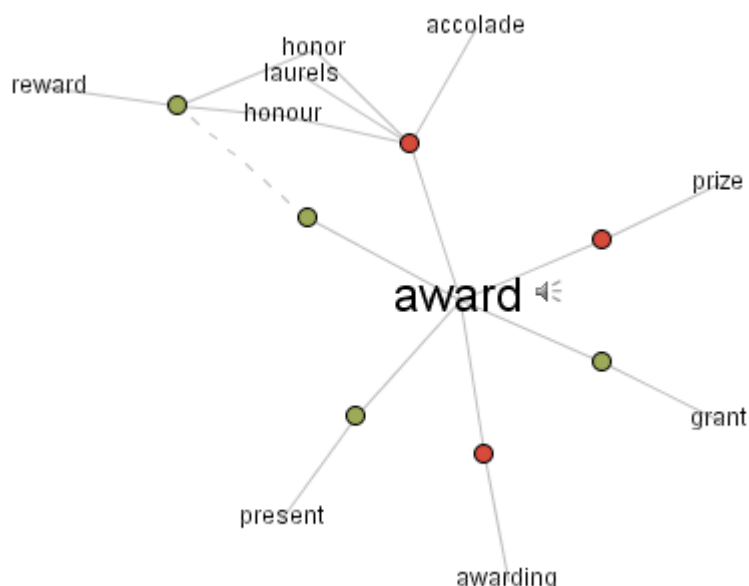
Näiteks võiks õpetaja esitada oma materjalid järjestatuna lihtsas loetelus. Õpilase ülesanne on tunni või kursuse lõpus koostada käsitletud temaatika hierarhiline struktuur. Loodud struktuuri võib kasutada ka hindamise aluseks.

Käesoleva peatüki alguses mainitud puudusest – hierarhilises skeemis saab igal alamdetailil olla vaid üks ülemdetail – on mõned tehnikad ja vahendid saanud üle lubades alamdetailile siduda nii paljude koonddetailidega kui vaja. Tulemuseks on pisut segased skeemid. Suure hulga seoste esitamiseks saavad paremini hakkama võrkgraafikud.

Võrkgraafikud

Inglise keeles Network graph (chart, diagram) annab enamasti tulemuseks arvutivõrkude graafilisi esitusi. Seetõttu on termin võrkgraafik pisut eksitav. Käesolevas artiklis mõeldakse võrkgraafiku mõiste all selliselt omavahel seostatud objekte, kus iga alamobjekt võib kuuluda mitme koondobjekti koosseisu. Seosed ei pruugi kirjeldada kuuluvussuhteid vaid mingisuguseid muid loogilisi seoseid. Eelpool esitatud mõistekaardi näide Illustratsioon 7 On tegelikult võrkgraafik (concept map). Järgnevalt mõned huvitavad näited võrkgraafikute loomise vahenditest.

Visual thesaurus – visuaalne sünonüümide sõnaraamat võimaldab otsida märksõnu ja esitab graafiliselt märksõna seosed teiste sõnadega (Illustratsioon 12). Võrgustikus mõnel teisel sõnal klikkides muudetakse fookust ja esitatakse uued seosed. Punased täpid tähistavad nimisõnu, rohelised tegusõnu. Hetkel puuduvad skeemilt omadus- ja määrsõnad.

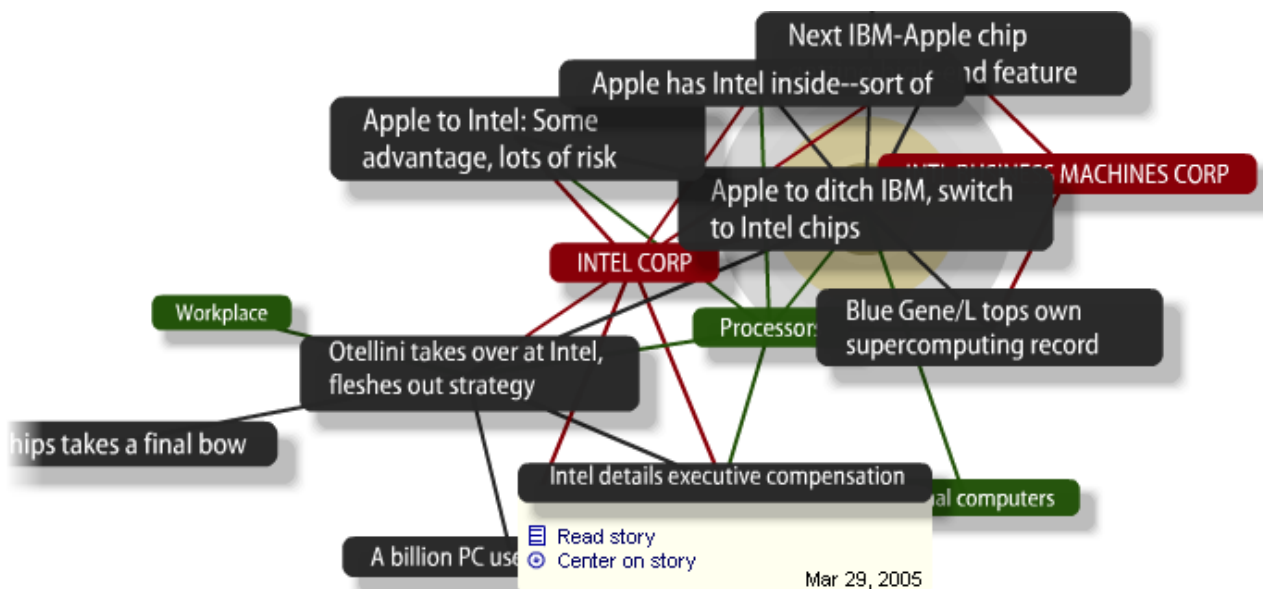


Illustratsioon 12: Võrkgraafiku näide - visuaalne sõnaraamat

Visuaalset sõnaraamatut võib katsetada aadressil www.thinkmap.com/visualthesaurus.jsp. Päringuid saab esitada vaid kaks korda. Kolmanda korra vastuse asemel esitatakse soovitus osta kasutajalitsents (fookuse muutmist graafikul ei piirata).

Big Picture – suur pilt on tehniline lahendus, mis võimaldab uudiste lugejal näha infokillu seost varem avaldatud artiklitega.

Illustratsioon 13 kujutab artiklite omavahelisi seoseid (tumehallid sõlmed). Punased objektid on artiklitega seotud ettevõtted, rohelised on artiklitega seotud teemad. Kursoriga objektidel klõpsides tõstetakse selekteeritud objekt skeemi keskele ja esitatakse kõik sellest objektist lähtuvad seosed. Kui kursor mõne objekti kohale jätta, avatakse menüü, kust võib artikli sisu avada.



Illustratsioon 13: Võrkgraafiku näide - News.com artiklite omavahelised seosed

Sellise skeemi loomiseks peavad artiklite autorid määratlema, milliste varasemate artiklitega uus artikkel seostub. Õpilastele võiks anda sarnase ülesande. Iga uue teema või materjali õppimise käigus peavad nad defineerima selle seotuse varem käsitletud teemadega. Kursuse lõpus saadud skeeme oleks huvitav analüüsida.

Kahemõõtmelised vahendid

Ühelt poolt võib kõiki visualiseerimise vahendeid nimetada kahemõõtmelisteks. Üks kõik, kui lihtne või keeruline on objektide seostamise algoritm, tulemus esitatakse kahemõõtmelisel ekraanil. Sellest hoolimata on käesolevasse peatükki grupeeritud need meetodid ja tehnikad, mis eeldavad, et iga objekti esitlemisel kasutatakse kahte tunnust, näiteks laiuse ja pikkuse mõõdet.

Kahemõõtmelised esitus- ja konstrueerimistehnikad on näiteks:

1. andmete esitamine geograafilistel kaartidel;
2. kaardi metafoorid;
3. risttabelid.

Esimese meetodi kasutamine on vast liiga elementaarne ja seepärast tutvustatakse põhjalikumalt kahte viimast.

Kaardi metafoor

Õpiobjektide esitamiseks ja süstematiseerimiseks kasutatakse kaardi kujundit. Kaardiks võib olla nii hoone põhiplaan, linnaplaan kui ka põldude aerofoto kujund. Näiteks korteri plaani alusel grupeeritakse õpiobjektid tubade järgi. Ruumidele antakse nimed. Toa suurus muutub vastavalt objektide hulgale. Toa värvi võib muuta vastavalt teema olulisusele. Koondteemad, mis on omavahel seotud, asuvad kõrvaltubades.

Illustratsioon 14 esitab News.com kodulehel kasutatud vahendit uemate ja populaarsemate uudiste leidmiseks. Artikli uudisust kirjeldab risküliku värv (mida erksam värv seda uuem). Uudise

populaarsust kirjeldab risküliku suurus (arvutatakse vaatajate arvu alusel). Riskülikute paigutusel ei ole antud näites siiski tähendust.

Hottest story: Sony unveils PS3 pricing, release dates	Meet the new Frag Dolls		Google Calendar colors a GNET reporter's day	
	Beatles judge finds iTunes nothing to get hung about	Nintendo shows off Wii controller	Mapping a path for the 3D Web	
Can BitTorrent thrive in the mainstream?	Smaller cable firms take aim at Net neutrality fans	The second coming of Intel's Core Duo	NEW: Microsoft updates its office of the future	
Blu-ray a player in PlayStation pricing	Microsoft wants you to feel young again	U.S. to auction frequencies for in-flight Net use	YouTube offers mobile upload service	Photos: Microsoft's workplace of the future 

Illustratsioon 14: Kaardi metafoori näide - News.com populaarsemad uudised

Risttabel

Risttabel ehk maatriks erineb andmetabelitest selle poolest, et objektideks ei ole mitte read vaid iga objekt asub konkreetse rea konkreetse veerus. Risttabelis on igal objektil täpselt 2 tunnust. Veergudel ja ridadel on kindlad nimed. Enamasti saab risttabelleid genereerida andmetabeli andmetest. Risttabelid mahutavad vähem infot kui andmetabelid, aga on ülevaatlikumad ja kasutajale paremini mõistetavad.

Illustratsioon 15 kirjeldab üliõpilase poolt loodud Kõrgkooli didaktika elektroonilise õpimapi avalehte. Tegemist on html-dokumendiga. Linkidel klikkides avanevad viidatud failid. Failideks on nii õppejõudude poolt jagatud materjalid, kui ka tudengi poolt loodud dokumendid.

Õpimapi koostamist kasutatakse õppe- ja hindamisvahendina üha sagedamini. Õpilastele võiks lisaks materjali kogumise kohustusele anda ka ülesanne teemad neile sobival viisil struktureerida. Üks võimalik meetod on risttabel. Selle loomiseks võib kasutada näiteks tabelarvutusprogramme (MS Excel ja OO.org Calc). Need võimaldavad ka tabelivälisetele failidele viitamist.

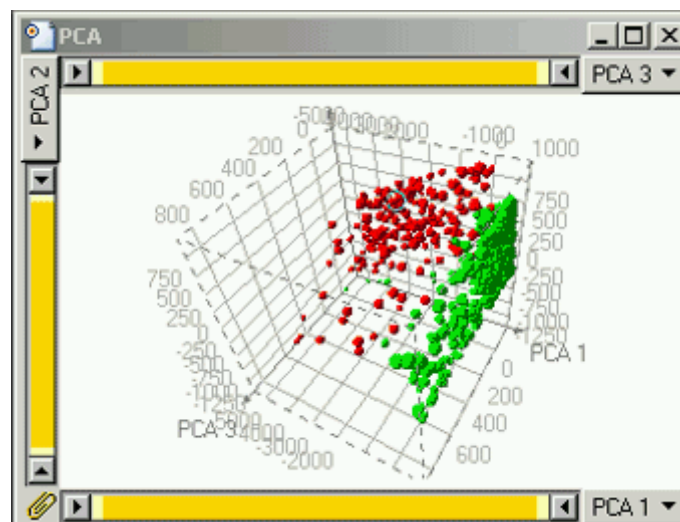
Hr	Teema	Loengu märkmed	Materjal	Rühmatöö	Artikkel	Ülesanne	Lahendus
0	Sissejuhatus		Sissejuhatus			Ootused ja juhtumid	Ootused ja juhtumid
1	Õppimine	Õppimine	Õppejõu kompetents Õppejõu amet	Mis on õppimine? Õppimine rühmas	Voices At The Top	Mis on õppimine?	Eneseanalüüs Mõistekaart
2	Õpiteooriad	Teooriad	Õpetamine-õppimine Bihaviorism Konstruktivism Humanism	Teooriate võrdlus Teooriate iseloomustus Võrdlustulemused	Towards Contemporary Comprehensive Of Learning	Ülikooli eesmärk	Ülikooli eesmärk
3	Õppekava		Õppekava arendus ECTS Assesment of Purpose of Educational Paper		Backward Design DeweyVsHutchins Artikli märkmed	Õppejoud-Üliopilane	Õppejoud-Üliopilane
4	Õpetamine	Õpetaja	Portfoolio Ülikool ja õppija Juhtumi analüüs	Paaristöö	Aligning Teaching and Assessing to Course Objectives Artikli märkmed	Kursuse Eesmärk	Kursuse Eesmärk Eneseanalüüs
5	Õppeprotsess	Õppeprotsess	Õppejõu rollid Õppeprotsess Õppemeetodid Hindamine	Rollid Tagasiside Õppimise eesmärk			
6	Mõjutamine ja Grupid	Mõjutamine Grupitöö					
7	Õppekava 2	Õppekava			Õppeprotsess Avatud Ülikoolis Artikli märkmed	Ainekava	Ainekava

Illustratsioon 15: Risttabeli näide - autori poolt loodud Kõrgkooli didaktika õpimapi avaleht

Mitmemõõtmelised vahendid

Mitmemõõtmeliseks võib nimetada objektide esitust, kui iga objektiga on seotud 3 või enam tunnust. Enamasti on iga objekt seotud suurema hulga selle sisu iseloomustavate tunnustega. Näiteks õpiobjekti olulisus, keerukus, erinevate kategooriate märksõnad jne. Selliste andmete visualiseerimisel tekib suurim probleem on seotud inimese piiratud kujutusvõimega (meie maailm on 3-mõõtmeline). Täiendavaid piiranguid seab arvuti kahemõõtmeline ekraan. Seetõttu on n-mõõtmeliste objektide esitamine 2-mõõtmelisel ekraanil alati moonutatud. Informatsioonist ülevaate saamiseks ja teadmise tekitamiseks on vaja projektsiooni muuta – vaadata kujutist erinevate nurkade alt. Teadmine tekib interaktsiooni käigus.

Suhteliselt lihtne on arvutiekraanil esitada kuni 5 mõõdet (Illustratsioon 16). Punktid paigutatakse ekraanile 3 telje järgi. Punkti suurus võib kirjeldada neljandat mõõdet ja värv viiendat.



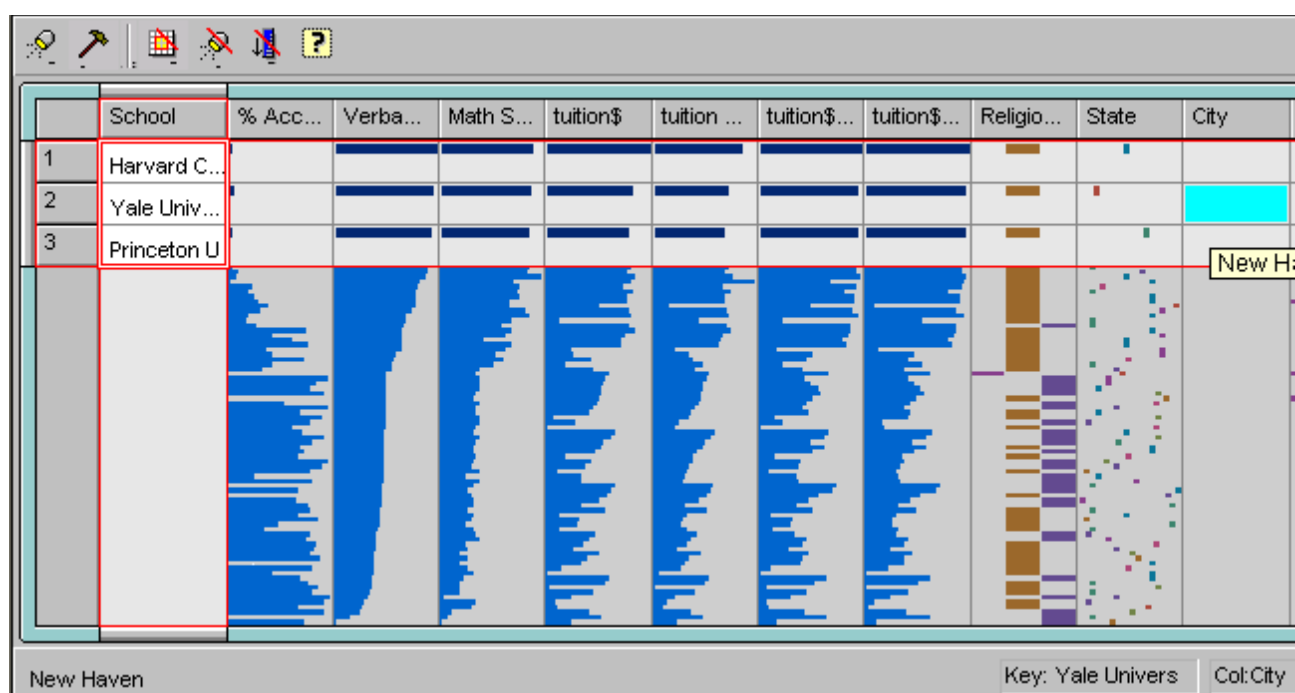
Illustratsioon 16: 5-mõõtmelise ruumi näide. www.spotfire.com

Järgnevalt mõned vahendid n-mõõtmeliste objektide esitamiseks:

1. tabeliläätsed;
2. multidimensionaalne skaleerimine.

Tabeliläätsed

Table Lenses on firma Inxight poolt loodud tarkvara. Tegemist on vahendiga, mis esitab andmetabeli veergude andmed graafikutena (vaata Illustratsioon 17). Klõkkides veeru päisel, järjestatakse tabel selle veeru andmete järgi (näitetabel on järjestatud „Verba“ veeru järgi – suuline sisseastumiskatse). Veergude järjekorda võib muuta tulpade pealkirju sikutades. Graafikul mõne riba klikkimine avab sellele vastava andmerea. Siis on võimalik näha mitteamvulisi andmeid. Graafiku ribale vastavaid arvvaartusi näidatakse, kui kursor tabeli lahtrisse viia.



Illustratsioon 17: Tabeliläätsse näide - USA ülikoolide edetabel. Allikas www.inxight.com/products/sdks/tl

Tabeliläätsed muudavad andmete esitamise kergemaks, kuid ei too esile andmete või objektide omavahelisi seoseid. Ka õpiobjektide metaandmeid võib esitada tabelina. Metaandmete alusel toimub nende järjestamine, grupeerimine ja valimine. Valiku järel avatakse õpiobjekti sisu (eelpool näites selline võimalus puudub).

Multidimensionaalne skaleerimine

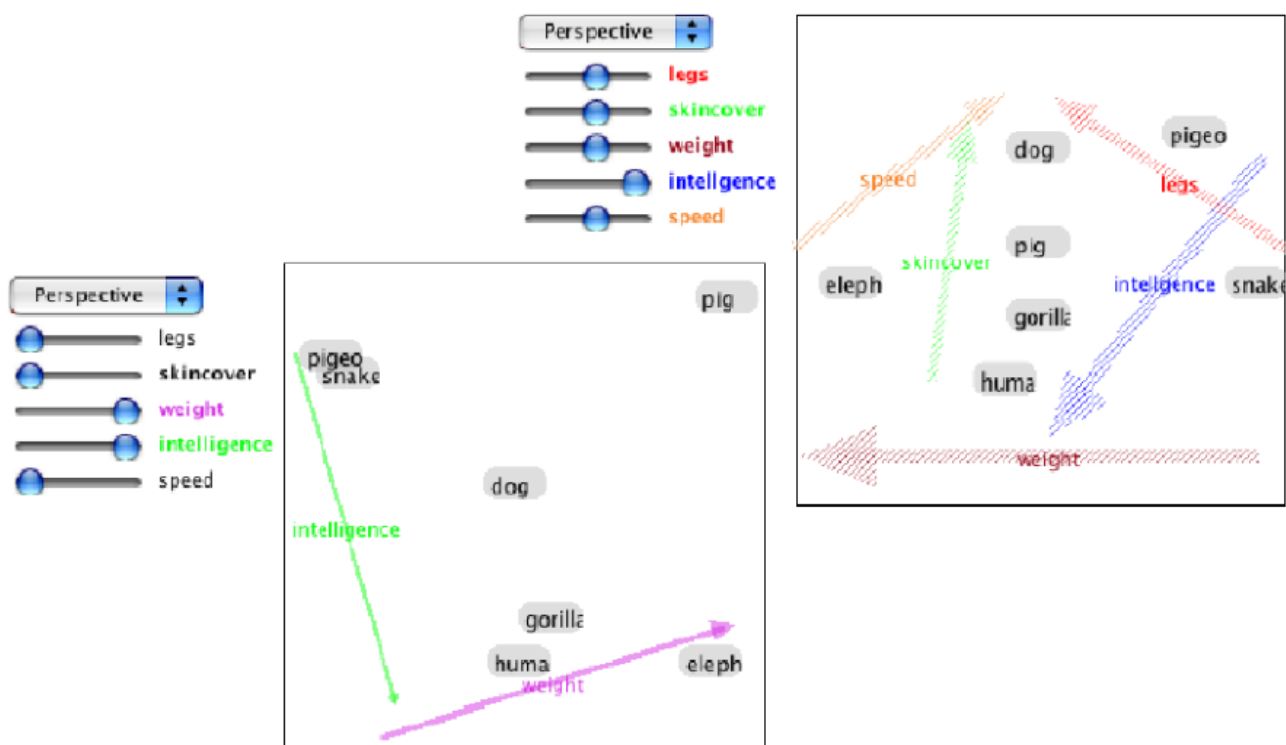
Mitmemõõtmeline skaleerimine (MDS - Multidimensional Scaling) on alternatiiviks faktoranalüüsile. Faktoranalüüsi sisuks on sarnaste tunnuste kombineerimine uueks tunnuseks – faktoriks. Eesmärk on vähendada analüüsitavate tunnuste hulka, näiteks selleks, et võrrelda kahe koondfaktori omavahelist seost (Niglas, K. 2005). Mitmemõõtmelise skaleerimise eesmärk on sarnane – leida mitmemõõtmelise ruumi vähim arv dimensioone, mis võimaldaks esitada objektide

sarnasusi või erinevusi. MDS ei ole täpne reegel, pigem viis, kuidas objekte ringi paigutada nii, et nende eripärad tuleksid paremini esile (Statsoft. 2003).

Sarnasusest hoolimata on neil ka palju erinevusi. Faktoranalüüsi saab kasutada, kui andmed on arvtunnused võrdsete vahemikega skaalal, objekte on vähemalt 300, tunnuste vahel leidub märkimisväärne seos ja vastavad mitmemõõtmelisele normaaljaotusele. MDS sellisi nõudmisi ei esita.

MDS sooritamiseks on loodud mitmeid erinevaid programme (loetelu alternatiividest asub aadressil www.granular.com/MDS), kuid olgu siinkohal tutvustatud Tallinna Ülikoolis arendatav tarkvara – Explorea (vahendi lõplik nimi ei ole veel kinnitatud). Tarkvara loogika autor on Mauri Kaipainen. Arendajaks on Jaagup Kipper. Explorea valmib 2006. aasta lõpus IVA keskkonnas.

Illustratsioon 18 kujutatud pilt tekib Tabel 1 andmete põhjal. Tabeli veergudest (tunnused) sõltub ekraanil esitatud liugurite hulk. Ridadest (objektidest) sõltub punktide hulk diagrammi aknas. Liugurite abil saab vähendada ruumi mõõdete hulka või dimensioonide kaalu. Näiteks Illustratsioon 18 vasakpoolne osa kirjeldab lihtsustatud juhtumit, kus sisse on lülitatud 2 mõõdet. Explorea graafikul telgi tegelikult ei esitata, need on joonisele lisatud selguse mõttes. Sama illustratsiooni parem pool esitab samad andmed 5-mõõtmelises ruumis. Selle mõistmiseks 2-mõõtmelisel projektsioonil tuleb kasutajal liuguritega mängida ja vaadata punktide nihkumist ekraanil. Lõpuks tekib ülevaade objektide sarnasustest ja erinevustest visuaalsel teel.



Illustratsioon 18: MDS näide - 7 looma ja 5 mõõdet. Allikas Kaipainen, M

Tabel 1: MDS lähteandmed (testandmed ei ole kooskõlas reaalsusega)

	Legs	Fur	Weight	Intel	Speed
Dog	1	1	0,01	0,33	0,71
Pig	1	0,5	0,02	0,25	0,14
Human	0,5	0	0,02	1	0,17
Gorilla	0,5	1	0,02	0,5	0,21
Snake	0	0	0	0,17	0,07
Elephant	1	0	1	0,5	0,1
Pigeon	0,5	0,8	0	0,04	1

Kokkuvõte

Selgub, et erinevaid vahendeid teadmiste konstrueerimiseks ja visualiseerimiseks on väga palju. See on täiesti mõistetav, sest erinevad inimesed eelistavad erinevaid meetodeid. Üksikud tarkvarapaketid integreerivad omavahel erinevaid meetodeid (näiteks cMap mõistekaarti võib konverteerida mitmetasemeliseks loeteluks), kuid enamasti on iga programm ühe konkreetse meetodi rakendus. Hetkel puudub selline tarkvara või õpikeskkond, mis võimaldaks kasutada erinevaid erinevaid visualiseerimise konstrueerimise meetodeid ning neid omavahel siduda.

Sellisele integreeritud keskkonnale on kõige lähedasem NVivo kvalitatiivse andmeanalüüsi meetod. NVivo võimaldab kasutajal kodeerida tekstidokumente (selekteerida tekstilõike ja varustada neid võtmesõnadega). Grupeerida ja süstematiseerida võtmesõnu. Grupeerimine käib settide kaudu. Sett erineb kaustast selle poolest, et üks kood (objekt) võib samal ajal kuuluda mitmesse setti. Kui objekt oleks samaaeselt erinevates kataloogides, siis on tegemist erinevate instantsidega. Võtmesõnade ja gruppide põhjal on võimalik luua mudeleid ja risttabeleid. Paraku on NVivo litsents väga kallis (€ 2000) ja seda saavad endale lubada vaid teadlased, kellele vastav tarkvara on uurimistöö seisukohast hädavajalik. Siiski võiks tulevikus loodavad õpikeskkonnad võimaldada üliõpilastele sarnaseid integreeritud teadmiste konstrueerimise vahendeid.

Paljud õppejõudude ja haridustehnoloogid on avaldatud kahtlust, kas üliõpilased on huvitatud eelpool kirjeldatud meetodite ja vahendite kasutamisest? Arvatakse, et nendest on pigem abi õppejõule loengu või kursuse temaatika selgemaks esitamiseks. Väidetakse, et üliõpilasel on rohkem kasu õppejõu poolt loodud selgetest struktuuridest, kui omaloodud skeemidest ja et üliõpilane ei oska selliseid vahendeid kasutada. Käesoleva artikli autor usub siiski, et teadmine on sügavam ja püsivam, kui õpilane ise selle konstrueerib. Õppejõud peab tekitama üliõpilases „ebamugavustunde“, mis sunnib teda pingutama. Õppejõu kohustus on üliõpilast suunata struktuuride loomisel. Loomulikult ei ole võimalik koostada terviklikku skeemi kohe kursuse alguses. Konstruktsiooni loomine võiks olla kursust läbiv protsess. Õppejõud võiks oma materjalid ja teemad esitada kõige lihtsamal viisil (ühemõõtmeline loetelu). Kursuse käigus tutvustab ta erinevaid konstrueerimise meetodeid, mõned jätab üliõpilastele iseseisvaks tutvumiseks. Kursuse lõpuks peavad nad olema loonud ain materjalidest oma struktuuri. Motiveerimaks õpilasi kasutama keerulisemaid mudeleid, võib neile teatada, et arvestuse hinne sõltub ka konstruktsiooni atraktiivsusest, selgusest või ülevaatlikkusest. Vältimaks suvaliste konstruktsioonide loomist, võiks tudengid oma skeeme ka kaasüliõpilaste ees tutvustada ja kaitsta.

Kasutatud kirjandus

1. Bringham, J. Sudarsanam, S. (2000) Visualizing large hierarchical clusters in hyperbolic space.
2. Herren, J. (2006) TagCloud is Getting an Overhaul [www.tagcloud.com]
3. Kaipainen, M (2006) Knowledge environments with soft ontologies and multiperspective explorability
4. Maier, R. (2005) Modeling Knowledge Work for the Design of Knowledge Infrastructures, Journal of Universal Computer Science 11(4)
5. Niglas, K. (2005) Faktoranalüüs [www.cs.tlu.ee/~katrin/sisu/materjalid/opmat/jatk/faktor.pdf]
6. Shneiderman, B. (1998). "Information Visualization." Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (Third ed., pp. 522-541)
7. Statsoft. (2003) Multidimensional Scaling [www.statsoft.com/textbook/stmulzca.html]
8. Van der Stoep, S. W., Fagerlin, A., Feenstra, J. S. (2000) What Do Students Remember From Introductory Psychology? - Teaching of Psychology, Vol. 27, No. 2, Pages 89-92
9. Walter, J. A. (2004) H-MDS: a new approach for interactive visualization with multidimensional scaling in the hyperbolic space. [www.techfak.uni-bielefeld.de/~walter/h2vis]