TEHOKASTA KIELITIEDETTÄ

Opetuspuheen koodausoppaan kielitieteellinen perusta ja tutkimus fysiikan vaikutuspiirien merkityksestä sähkötehon oppimistuloksiin

Sami Sorvo

Pro gradu-tutkielma

Fysiikan laitos

Jyväskylän yliopisto

syksy 2011

Tiivistelmä

Erilaisia tiedon esitystapoja oppitunneilla eli ns. multimodaalisuutta on tutkittu runsaasti 2000-luvun vaihteesta alkaen. Tähän mennessä pystytään osoittamaan, ettei oppituntien pintarakenteiden eroavaisuuksilla voida selittää opiskelijoiden erilaisia oppimistuloksia, joten on tarve kehittää menetelmiä, joilla oppituntien syvärakennetta voidaan tutkia.

Jouni Viirin ja Jussi Helaakosken hypoteesin mukaan oppimistuloksiin saattaa vaikuttaa se, millä tavalla opettaja oppituntipuheessaan yhdistelee fysiikan eri vaikutuspiirejä toisiinsa. Fysiikan vaikutuspiirit ovat Viirin & Helaakosken viitekehyksessä

1. fysiikan teoreettinen vaikutuspiiri, jossa eksistoivat kaikki teoreettiset käsitteet ja lait
2. fysiikan konkreettinen vaikutuspiiri, jossa ovat kaikki arkikielellä havainnoitavat fysiikan ilmiöt
3. yhtälöiden ja symbolien vaikutuspiiri, jossa teoreettiset lait tehdään näkyviksi matematiikan keinoin
4. lukujen vaikutuspiiri, jossa käytetään numeroita kvantifioimaan erinäisiä asioita
5. kuvaajien vaikutuspiiri, jossa havaintoja tai lakeja visualisoidaan erilaisten kuvaajien käytöllä ja
6. mittaustekninen vaikutuspiiri, jossa (numeroita tuottavat) mittalaitteet operoivat konkreettisen ja teoreettisen vaikutuspiirin välillä.

Tutkimusta varten kehitettiin videoanalyysijärjestelmä, jonka avulla voidaan luokitella opettajan oppituntipuhe joihinkin edellä mainituista luokista tai niiden yhdistelmiin. Videoanalyysijärjestelmän pohjana oli tällä kertaa puheen tutkimuksen periaatteita, sillä aiemmin nämä järjestelmät ovat Jyväskylän Fysiikan Laitoksella perustuneet ennemminkin puhutun kielen käsittelemiseen ”kirjoitettuna tekstinä” puhekielen erityispiirteet täysin unohtaen.

Videoanalyysijärjestelmää testattiin, ja sen objektiivisuuden mittana käytetyn Kappa-suureen mukaan järjestelmä on jo tässäkin vaiheessaan hyvin toimiva, mutta objektiivisuuden parantamiseen lienee vielä syytä.

Valmiilla videoanalyysijärjestelmällä koodattiin kokeilumielessä muutamia suomalaisia oppitunteja, ja koodausten analyysissä havaittiin selkeä korrelaatio konkreettista vaikutuspiiriä sisältävän opetuksen ja oppimistulosten välillä. Myös opiskelijoiden motivaation havaittiin korreloivan merkittävästi oppimistulosten kanssa. Koska videoanalyysijärjestelmä on yhä kehitysvaiheessaan ja koekoodattu otos oli erityisen pieni, mitään suuren linjan tuloksia ei tässä vaiheessa voida kuitenkaan vetää.

Sisällysluettelo

Alkusanat eli se kyyneliä vuodatuttava Oscar-puhe

Graduni matka ideasta valmistuneeksi olioksi oli yllättävän pitkä ja kivikkoinen; ensimmäinen hyvänä pitämäni aihe kariutui graduohjaajani kaikkoamiseen vihreämmille työniityille ihanan ja ah niin kehutun Uuden PalkkausJärjestelmän ansiosta. Tämän jälkeen olin pitkälti omillani; halusin graduni olevan jollain tasolla ”humanistigradu”, koska mm. kielentutkimus ja kirjallisuus ovat lähellä sydäntäni. Gradu vaihtoikin pariin kertaan muotoaan ja aihettaan, ja joka kerta mukana oli jonkinlainen fysiikan käsittely myös kielentutkimuksellisin perustein.

Havaitsin myös olevani yllättävän yksin, ja alkoi käydä selväksi, etten tulisi paljon saamaan ohjausta gradun humanistiseen puoleen. Fysiikan laitoksen diskurssi-ilmapiirissä näkyy kohtuullisen vahvasti C. P. Snow'n ”kahden kulttuurin” ilmapiiri (Snow 1963), jossa ainoastaan Kova Fysiikka tarkoittaa jotain, ja kaikki muu on ”humanistista älinää”. Olin jopa pohtimassa sitä, että tekisin sittenkin pääaineeni jollekin toiselle laitokselle, kun osoittautui, että olin etsinyt minulle sopivia humanistisempia gradun aiheita ja -ohjaajaa vääristä paikoista. Vuoden 2009 alussa löysin Jussi Helaakosken, jolla oli tarjota erittäin hyvä graduaihio, joka jopa tulisi hyödyntämään erityisosaamistani kielitieteen puolella.

Erityisesti kiitän Jussia siitä, miten hänellä ei loppunut kärsivällisyys odotella tätä gradua silloinkaan, kun yritin burnoutata itseni liiallisella työnteolla lukuvuosina 2009–2011; gradu ei noina kahtena vuonna juuri päässyt etenemään, mutta hulluuteni (onneksi) palkittiin vakituisella työpaikalla. Kahden vuoden työnarkomanian jälkeen olen viimein saanut työmääräni kuriin, ja tämän pro gradu -tutkielman leijonanosa valmistuikin kesällä 2011.

Gradua työstäessäni huomasin sivumäärän paisuvan ja paisuvan – ja vähitellen alkoi tuntua siltä, että minulle annettu ”työmääräys” saattaisi ylittää pro gradu -tutkielman laajuuden. Ratkaisu oli onneksi helppo ja kivuton; olkoon ylilaaja pro gradu -tutkielmani samalla myös kandidaatintutkielmani. Yliopistojärjestelmähän ehti muuttua opiskeluaikanani siten, että kandidaatin tutkinto palasi osaksi systeemiä. Opettajaksi koulutetut ihmiset eivät vanhassa systeemissä tehneet erikoistyötä, joten minulla ei systeemin muuttuessa ollut mitään, minkä olisi voinut muuttaa kandidaatintutkielmaksi.

Byrokraattisesti voitaneen ajatella, että kandidaatintutkielmaani olisi vaikkapa tämän tutkielman LIITTEENÄ 4 oleva "koodausopas" ja sen syntymiseen liittyvät osat tutkielmaa; pääasiassa luku 3. Onneksi minun ei tarvitse kuitenkaan rikkoa tätä hyvää kokonaisuutta kahteen palaan, vaan kandidaatin tutkielmani on olemassa erillisenä ainoastaan yliopiston byrokratiassa. Lisäksi tunnen olevani Werther's Original -tavalla jotain todella erityistä, kun minulla on samoissa kansissa sekä gradu että kandi.

Koska ohjaajani Jussi tuli jo kiiteltyä, kiitellään tässä nyt samoin tein loputkin oleelliset ihmiset.

Haluan kiittää

- **äitiä ja isää**; siitä, että olen olemassa
- **parisuhdettani Pirvosta eli SuperSemeä**, jolle olen höpissyt ties mistä tähän graduun liittyvästä ad nauseam, ja jonka avustuksella olen säätänyt PSPP:tä ja Exceliä tutkielman analysointivaiheessa
- **Sakari Juutista;** siitä, että hän ohjasti minut Jussin tykö
- **Alkio-opiston LT-linjaa 11–12;** koodausoppaan saksinta-avusta
- **RopeApinoita;** teidän kanssanne olen näinä yliopistovuosina löytänyt itsestäni sen ihmisen, joka todella olen ja
- **Röhnökaattoria**; koska se on vihreä.

Sami Sorvo, Jyväskylän Kortepohjassa 12.9.2011

1 Johdanto

Multimodaalisuus on ollut 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen sana pedagogisessa ja didaktisessa tutkimuksessa myös luonnontieteen puolella (mm. biologia (Jaipal 2009), kemia (Kozma, ym. 2000), fysiikka (Kohl ja Finkelstein 2005). Käsitteenä multimodaalisuus oppitunnin kontekstissa tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että oppitunnin katsotaan koostuvan erilaisista moodeista, joita ovat esimerkiksi opettajan puhe, visuaaliset materiaalit kuten kuvat, kuvaajat ja kaaviot tai opettajan esittämä demonstraatio. Tieteellinen kiinnostus on kohdistunut näissä tutkimuksissa ensi sijassa siihen, millä tavalla multimodaalisuus voisi vaikuttaa oppimistuloksiin: onko väliä sillä, miten opettaja muotoilee sanottavansa oppitunnilla.

Tämä pro gradu -tutkielma on osa laajaa kansainvälistä fysiikan opetuksen tutkimusprojektia QuIP:tä (Quality of Instruction in Physics). Vuosina 2008–2009 videoitiin Suomessa, Saksassa ja Sveitsissä suuri määrä fysiikan oppitunteja aiheesta ”sähkötehon ja -energian välinen yhteys”. Videoanalyysia fysiikan opetuksesta on toki tehty aikaisemminkin muun muassa vuoden 1999 TIMSS Video Study of Sciencessä (Roth, ym. 2006). Tällöin löydettiin merkittäviä eroja opetustapojen ja valtioiden välillä, mutta näiden eri tapojen yhteydet oppimistuloksiin jäivät vielä vaille vastausta; tutkimuksen tulokset osoittavat, ettei pelkän opetuksen pintarakenteen analyysi riitä selittämään eroavaisuuksia oppilaiden oppimistuloksissa.

Tämän vuoksi QuIP:ssä ei keskitytä pelkästään opettajan käyttämien erilaisten tiedon esitystapojen (multiple representations) tutkimukseen – tämä olisi opetuksen pintarakennetta. Sen sijaan tutkitaan esitystapojen välistä vuorovaikutusta, ja niiden vuorovaikutusta fysiikan eri vaikutuspiirien (domain) välillä. Tutkimuksen tarkoituksena on etsiä yhteyksiä oppimistulosten ja opettajan oppituntikäytöksen välillä. Jyväskylän Fysiikan Laitoksella on

QuIP-materiaalista tehty jo aikaisemminkin pro gradu -tutkielmia (esim. (Ritvanen 2010)).

Oppimistuloksia vertailtiin teettämällä opiskelijoilla esitietotesti lukukauden alussa, ja videoitujen oppituntien jälkeen lukukauden lopulla opiskelijat vastasivat jälkitietotestiin. Vertaamalla oppilaiden tiedon lisääntymistä näiden testien välillä saadaan oppimistuloksia kuvaava muuttuja GAIN, jota voidaan käyttää tieteellisessä analyysissä.

Minun osani tässä tutkimuksessa oli kehittää ja luoda videoanalyysijärjestelmä, jolla opettajan oppituntiaktiviteetit luokitellaan Helaakosken ja Viirin esittämän vaikutuspiirimallin (Helaakoski ja Viiri 2009) kategorioihin.

Jyväskylän yliopiston Fysiikan laitoksella on jo minua ennen laadittu muutamia koodausoppaita mm. oppilaslaboratoriotyöskentelyn aikaisen puheen käsittelyyn (mm. (Loikkanen 2009)), mutta suurena puutteena näitä puheanalyysijärjestelmiä ovat olleet rakentamassa pääasiassa sellaiset fyysikot, joilla ei ole varsinaista kielentutkimuksellista pohjaa puheen analyysiin – näissä aikaisemmissa koodausjärjestelmissä opettajan puhetta onkin käsitelty kielitieteellisesti väärin ”vajavaisena kirjakielenä”.

Tässä pro gradu -tutkielmassani otan koodausoppaan laatimiseen kielitieteellisen lähtökohdan. Toiveenani on, että tutkielmastani voisi olla hyötyä tuleville koodausoppaiden tekijöille.

Koodausoppaani objektiivisuutta testaan lopuksi pro gradu - ohjaajani Jussi Helaakosken kanssa: koodaamme kumpikin saman oppitunnin, ja laskemme koodaustemme välille niiden yhteneväisyyttä kuvaavan Cohenin kappa -suureen. Teen lisäksi pienimuotoisen koetutkimuksen tutkimalla QuIP-projektin suomalaisista oppitunneista viittä eri teho-oppituntia toiveenani havaita jonkinlaista korrelaatiota opettajan luokkakäytöksen ja oppimistulosten välillä.

2 Teoreettisia lähtökohtia

Tässä luvussa käsittelen teoreettista pohjaa loppututkielman pohjatiedoksi. Aloitan esittelemällä LUVUSSA 2.1 videoanalyysijärjestelmän kehittämistyötä päälähtenäni Thomas Reyerin artikkeli aiheesta (Reyer 2005).

Seuraavaksi siirryn puheen tutkimuksen (LUKU 2.2) ja diskurssianalyysin (LUKU 2.3) teoriaan, sillä videoanalyysi on kuitenkin suurelta osalta nimenomaan oppituntiPUHEEN analysoimista: videoanalyysijärjestelmällä koodaavan henkilön ei välttämättä tarvitse tietää juuri mitään puheen tutkimuksesta, mutta järjestelmän kehittäjälle tällainen taustatieto on välttämätöntä.

Lopuksi esittelen lyhykäisessä katsauksessa nykyistä multimodaalista tutkimuskenttää (LUKU 2.4), ja lopulta koodausluokitteluni pohjalla olevan teoreettisen viitekehyksen: Helaakosken & Viirin multimodaalisen vaikutuspiirimallin (Helaakoski ja Viiri 2009) LUVUSSA 2.5.

2.1 Kvalitatiivisen videoanalyysijärjestelmän kehittäminen

Oppituntisisältöjen syvällisempään analyysiin tarvitaan videoanalyysijärjestelmä (tässä tutkielmassa käytän jatkossa nimitystä KOODAUSOPAS). Koodausoppaan kehittämiseen antaa tarkat suuntaviivat Thomas Reyer (Reyer 2005). Tässä luvussa kokoan yhteen Reyerin neuvot ja reflektoin niitä suhteessa oman koodausoppaani valmistumiseen.

2.1.1 Koodauksen tasoista

Koska tieteen on tarkoitus olla objektiivista, koodausopasta kehitettäessä on tärkeää pyrkiä eliminoimaan koodaajien subjektiiviset mielipiteet. Pyrkimyksenä olisi siis luoda koodaukselle mahdollisimman selkeät ja helppokäyttöiset säännöt, joita käyttäessään koodaaja joutuu tulkitsemaan niin vähän kuin mahdollista. Reyer määrittelee kolme koodauksen ”vaikeustasoa”:

1. Objektiivisimmassa koodauksen tasossa koodaajalta vaaditaan minimimäärä päättelyä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei koodaaja joudu millään tavalla tulkitsemaan havaintojaan tuodessaan niitä osaksi koodia. Tällainen koodaus voi olla esimerkiksi tiettyjen termien esiintymistiheyttä mittaava koodausjärjestelmä: koodaus tapahtuu joka kerta, kun tietty käsite tulee lausutuksi ääneen.
2. ”Keskitason päättelyä vaativaksi koodaukseksi” Reyer nimittää koodaustilannetta, jossa koodaajan täytyy ymmärtää tapahtuman konteksti: sama videotallenteen kohta voi tilanteesta riippuen sijaita useassa eri kategoriassa, mikä väistämättä tuottaa koodaukseen tulkintaa.
3. Eksperttitason koodauksessa vaaditaan niin taitavaa tulkintaa, että koodausta voivat suorittaa ainoastaan ”koodausekspertit”. Tämän tason koodauksen objektiivisuus voidaan kyseenalaistaa, koska aloitteleva koodaaja tuottaa selvästi erilaista koodia kuin mainitut ekspertit.

Tätä tutkimusta varten syntyvän koodausoppaan täytyy olla vähintään tason 2 opas, mutta objektiivisuuden säilyttämiseksi en halua joutua tasolle 3.

2.1.2 Koodausoppaan kehittämistyöstä

Reyer määrittelee seuraavat suuntaviivat koodausoppaan kehittämiselle:

1. Koodausjärjestelmä kehitetään käyttäen samanlaista aitoa videodataa kuin varsinaisessa tutkimuksessakin tullaan käyttämään. Päätutkimuksen datan pitäisi kuitenkin pysyä jatkuvasti erossa tästä ns. esitutkimusmateriaalista.
2. Päätetään, miltä dataosio näyttää; laukaiseeko koodauksen kiinteä aikaintervalli vai esimerkiksi jonkin tietyn termin esiintyminen? Pohditaan, mitkä termit ja käsitteet koodaajan oletetaan ymmärtävän, ja mitkä on selitettävä hänelle koodausoppaassa. Lisäksi luodaan indikaattorit, eli ne havaintodatan ominaisuudet, jotka määrittävät ko. da-

tan juuri tiettyyn havaintokategoriaan. Kullekin havaintokategorialle luodaan tarkasti määritelty ydin, ja erityisen tärkeää on antaa esimerkkejä kuhunkin kategoriaan kuuluvista havainnoista.

3. Kirjoittamalla ylös kakkosvaiheen ajatukset syntyy koodausoppaan prototyyppi, jonka Reyer suosittelee laitettavaksi taulukon muotoon.
4. Koodausopasta testataan esitutkimusmateriaalilla. Testaamisvaiheessa kahden ihmisen pitäisi koodata samaa videota vuorovaikuttamatta toistensa kanssa koodauksen aikana. Tämän jälkeen eriävistä kohdista keskustellaan, ja opasta parannetaan keskustelun tuloksilla. Oppaaseen lisätään esimerkkejä ristiin koodatuista kohdista.
5. Kohtaa 4 toistetaan…
6. … ja toistetaan…
7. … ja toistetaan, kunnes koodausopas on luotettava – tai ainakin kunnes ei ole enää aikaa parantaa sitä. Tämän jälkeen aloitetaan päätutkimusmateriaalin koodaus.
8. Siinäkin vaiheessa, kun manuaalia jo käytetään oikeisiin tutkimuksiin, on järkevä varmistaa tuloksia silloin tällöin; esimerkiksi 10 % videoista pitäisi tulla kahden toisistaan riippumattoman koodaajan koodaamiksi vertailuja varten.

Reyer huomauttaa, että kohdan 4 toistaminen on elintärkeää, sillä lopullista dataa koodattaessa saattaa hyvinkin tulla vastaan tilanne, johon ”proto-opas” ei annakaan koodausohjetta. Jos itse tutkimuksen aikana joudutaan vielä lisäämään oppaaseen jotain, kategorioiden rajat voivat muuttua, ja eri aikoina koodatut videot eivät enää ole yhteismitallisia keskenään.

Tätä tutkimustyötä aloitettaessa kohdan 3 proto-oppaana toimi Sami Loikkasen (Loikkanen 2009) pro gradu -tutkielmaansa varten kehittelemä koodausopas, joka oli suunniteltu yliopistotasoisen puheen analysointiin.

Koodausopasta kehitettäessä vaihetta 4 ei toistettu tarpeeksi. Tämä johtui pääosin siitä, että pro gradu -tutkielmalla on kuitenkin määritelty laajuus, johon ei mahdu loputtomasti toistotunteja. On oletettavaa, että joku seuraava tutkija tulee ottamaan minun koodausoppaani omaksi proto-oppaakseen ja kehittämään sitä edelleen.

2.1.3 Mittaluku koodauksen laadulle: Cohenin kappa

Koodausoppaan hyvyyttä voidaan arvioida siten, että yksi tai useampi koodaaja koodaa toisistaan riippumatta saman videoleikkeen samaa koodausopasta käyttäen. Koodausten välille voidaan tämän jälkeen laskea jokin sopiva tunnusluku, joka kuvaa koodausten yhtenevyyttä. Eräs klassinen tällainen tunnusluku on COHENIN KAPPA (Metsämuuronen 2006).

Mitä enemmän koodaukset vastaavat toisiaan, sitä suurempi on Cohenin kappan arvo. Kappa voi saada arvoja väliltä [–1 ja 1]. Kappa-testisuuretta laskettaessa koodaajien luokittelut asetetaan taulukkoon alla (TAULUKKO 2-1). Jos esimerkiksi koodaaja 1 on koodannut luokkaan 4 yhteensä seitsemän kertaa silloin, kun koodaaja 2 on koodannut luokkaan 5, taulukon alkion n_{54} arvo on 7. Kappaa laskettaessa kiinnostuneita ollaan niistä koodauksista, jotka ovat samanlaiset molemmilla koodaajilla. Taulukon rakenne ajaa nämä yhtenevät koodaukset taulukon diagonaalialkioiksi $\boldsymbol{n_{ii}}$.

Cohenin kappa K lasketaan taulukon avulla seuraavasti:

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} n_{ii} - \sum_{i=1}^{r} R_i C_i}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} R_i C_i}. \tag{1}$$

Eri kirjallisuuslähteet antavat erilaisia mielipiteitä siitä, millaiset Kappan arvot käsitetään ”onnistuneen koodauksen” merkiksi. Reyer ehdottaa Kappan käytön ohjenuoriksi seuraavia:

hyvin onnistunut vähäisen tulkinnan koodaus	$0,75 \leq K \leq 1,00$
hyvin onnistunut tulkintaa vaativa koodaus	$0,6 \leq K$
kehno tulkintaa vaativa koodaus	$0,4 \leq K$
erittäin huono koodaus	$0 \leq K$.

(Reyer 2005)

Tämän tutkielman koodaus tulee olemaan tulkintaa vaativaa, eli koodausopasta testattaessa tullaan pyrkimään Kappan arvoon $K \geq 0,60$.

Taulukko 2-1: Cohenin Kappa-testisuuretta laskettaessa käytettävä aputaulukko. Diagonaalialkiot n_{ii} on korostettu.

Koodaaja 1

Koodaaja 2

koodausluokat							
	1	**2**	**…**	**i**	**…**	**r**	**Rivin summa** R
1	$\boldsymbol{n}_{11}$	n_{12}	…	n_{1i}	…	n_{1r}	R_1
2	n_{21}	$\boldsymbol{n}_{22}$	…	n_{2i}	…	n_{2r}	R_2
…	…	…	…	…	…	…	…
i	n_{i1}	n_{i2}	…	$\boldsymbol{n}_{ii}$	…	n_{ir}	R_i
…	…	…	…	…	…	…	…
r	n_{r1}	n_{r2}	…	n_{ri}	…	$\boldsymbol{n}_{rr}$	R_r
Sarakkeen summa C	C_1	C_2	…	C_i	…	C_r	N

2.2 Puheen luokittelemisen teoriaa

Jyväskylän yliopiston Fysiikan laitoksella Jussi Helaakosken alaisuudessa tuotetut aikaisemmat kvalitatiiviset videoanalyysijärjestelmät ovat perustuneet opettajan puheen analysoinnissa lähtökohtaisesti kirjoitetun kielen kielioppiin:

> *"1. Coding is based on full sentences (that is,* ***from capital letter until period with or without commas in between****). The sentences are identified from the talk by using intonation and pauses as primary markers for the change from one sentence to another."*[1] (Helaakoski (valmisteilla))

Tämä on ymmärrettävää siksi, etteivät fyysikot ole kielentutkijoita, ja puheen käsitteleminen "vajavaisena kirjakielenä" on myös kielentutkinnollisesti perinteikästä. Kielen tutkimuksessa puhekieltä tutkittiin pitkään vain historiallisessa kielitieteessä, ja 1900-luvun kielioppimallit kuvasivat käytännössä vain kirjakielijärjestelmiä. Puhuminen nähtiin tällöin nimenomaan joko vajavaisena kielioppisysteemin toteutumisena tai kontekstisidonnaisena puhuntaperformanssina (Hakulinen;Kauppinen, ym. 1994, 76–77).

Vasta 1900-luvun lopulla alettiin tarkastella puhuttua kieltä sen omista edellytyksistä käsin eikä pelkästään vertaamalla sitä kirjakieleen. Puhutusta suomen kielestä ei ole vielä toistaiseksikaan olemassa minkäänlaista systemaattista kieliopillista kuvausta – sellaisen laatiminen missään määrin "täydellisesti" olisi sitä paitsi melkoinen haaste jo sinälläänkin. Puhekielelle voidaan kuitenkin määritellä tiettyjä tyypillisiä piirteitä ja ominaisuuksia, joita käsittelen seuraavissa alaluvuissa.

2.2.1 Puheen yksiköistä yleensä

Puheen analyysi on olemassaolonsa ajan ollut enimmäkseen keskustelun tutkimista. Luokkahuonepuhe ei varsinaisesti ole dialogista, vaikka opettajan ja oppilaiden puheenvuorot voivatkin vuorotella. Esimerkkinä epäluonnollisesta dialogista – mutta erittäin tavallisesta luokkahuonedialogista – voisi olla vaikkapa seuraava keksitty otos:

[1] Lihavointi on minun tekemäni korostus.

OPETTAJA:	”Millä tavalla sähkövirta ja jännite liittyy toisiinsa? Allu vastaa.”
ALLU:	”No uu on är ii.”
OPETTAJA:	”Oikein.”

Todellisen maailman dialogissa opettajan lailla puhuvaa pidettäisiin vähäjärkisenä, sillä keskustelutilanteet ovat vuorovaikutusta, jossa osallistujat **YHDESSÄ** rakentavat olemassa olevaa todellisuutta.

Tyypillinen keskustelu voidaan nähdä tietynlaisena valtataistelutilanteena, jossa oikeus puheenvuoroon ei ole itsestäänselvyys, vaan niukka prosessi, jota säädellään eri tavoin (Hakulinen;Kauppinen, ym. 1994, 79). Puheen syntaksi ja erilaiset prosodiset keinot auttavat keskustelijoita ennakoimaan, mihin väliin he voivat lausua oman puheenvuoronsa. Luokkahuonetilanteeseen liittyy puheen kannalta auktoriteettiasema: opettaja on pääasiallisesti äänessä tai ainakin toimii puheenvuorojen jakajana. Lisäksi opettajan puhe ei ole täysin suunnittelematonta, vaan opettaja tietää suurin piirtein, mitä tulee oppitunnin aikana sanomaan – normaali vuorovaikutustilanne sen sijaan nähdään koostuvaksi toinen toistaan seuraavista ennakoimattomista puheakteista.

Näistä poikkeuksista huolimatta voidaan luokkatuntipuheen analysointiin käyttää keskusteluanalyysin tapaa jakaa puhetta yksiköihin. Videoanalysointisysteemin luonnin kannalta merkittävimpiä puheen yksiköitä ovat **PUHEENVUORO** ja **LAUSUMA**.

2.2.2 Puheenvuoro

Kuten aiemmin mainittiin, puhutun tekstin tyypillisin eli prototyyppinen muoto on keskustelu (dialogi). Keskustelu rakentuu puheenvuoroista, jotka ovat dialogisia kokonaisuuksia; tämä tarkoittaa sitä, että puheenvuoron rajaa puhujan vaihtuminen toiseksi.

Puheenvuorot jaetaan kieliopillisten ominaisuuksiensa perusteella kahtia PARTIKKELIVUOROIHIN ja LEKSIKAALISIIN VUOROIHIN.

Partikkelivuorot ovat hyvin lyhyitä, jopa yhden sanan tai pelkän eleen puheenvuoroja, joilla on enimmäkseen indeksointitarkoitus – niillä kuulijat voivat osoittaa joko ymmärrystään tai epäymmärrystään puhujan tarkoituksesta. Tyypilliset partikkelivuorot voivat hyvin tapahtua suoraan puhujan puheen päälle ilman, että puhujan vuoro katkeaa tai keskeytyy. Esimerkkejä tällaisista ovat pikkusanat ”joo”, ”mm-m” tai eleet kuten pään nyökkäys.

Leksikaalinen vuoro määritellään partikkelivuoron avulla: jos puheenvuoro ei ole partikkelivuoro, se on leksikaalinen vuoro. Leksikaaliset vuorot siis koostuvat aina yhdestä tai useammasta lausumasta. Toisin kuin partikkelivuoroja, leksikaalisia vuoroja on myös mahdollista analysoida kieliopillisesti.

Puheenvuoroissa on toki myös varsinaisen asiasisällön lisäksi irtonaisempia lisäyksiä, esimerkiksi puheen tuottamiseen ja suunnitteluun liittyvää aineistoa – puhuja saattaa korjata itseään tai tehdä lisäyksiä vuoronsa alkupäähän. Lisäksi vuorossa saattaa olla partikkelivuoron omaisia lyhyitä äännähdyksiä – esimerkiksi maiskautuksia tai empimisääntelyä – tai vuoroa jäsentäviä tai sen tulkintaa helpottavia elementtejä, kuten nyökyttelyä, katseen uudelleenkohdistamista tai vain asennon vaihtamista.

2.2.3 Lausuma

Puheen virtaa käsitellään sitä analysoitaessa ”puhuttuna tekstinä”. Sitä ei kuitenkaan voi jakaa jäännöksettömästi kirjakielen lauseiksi, sillä puheessa on laajalti myös muita kuin lauseen käsittäviä kokonaisuuksia. Nämä kokonaisuudet voivat kuitenkin ongelmattomasti toimia itsenäisesti toisin kuin kirjoitetun kielen puutteelliset lauseet.

Tällaisia kokonaisuuksia nimitetään puheentutkimuksessa lausumiksi. Yksittäinen lausuma vastaa siinä mielessä kirjoitetun kielen virkettä, että se on määritellyssä tilanteessa puhujan muotoilema tekstin osa (Hakulinen 2004, 987).

Lausumien kieliopillinen määrittely ei ole mahdollista puhuntatilanteen aikana, mutta jälkikäteen esimerkiksi nauhoituksista on mahdollista poimia puheen virrasta lausumia ja analysoida niitä. Toisin kuin kirjoitetun kielen kieliopissa lausumien tutkiminen edellyttää kuitenkin myös kontekstitietoa puhuntatilanteesta – lausumat ovat todellisia vain määrättyjen ehtojen vallitessa, tietyntyyppisissä konteksteissa tai tietynlaisen toiminnan osana.

Puheessa lausuma on erittäin vapaa yksikkö – se voi yksinään muodostaa PUHEENVUORON tai sijaita vapaavalinnaisessa kohdassa puheenvuoron kokonaisuutta. Jos puheenvuoro sisältää useita lausumia, puhutaan moniyksikköisestä vuorosta.

Kirjoitetun kielen virkkeessä hahmotusta ohjaavana tekijänä ovat välimerkit, mutta lausuman hahmottamista auttaa tyypillisesti puheen prosodia. Keskeinen lausuman hahmottamiseen vaikuttava prosodinen ominaisuus on yhtäläinen intonaatio eli sävelkulku (Hakulinen 2004, 987).

2.2.4 Puheenvuoro ja lausuma luokkahuonepuheessa

Tyypillisessä luonnollisessa keskustelutilanteessa puheenvuorot vaihtuvat kohtuullisen tiuhaan. Luokkahuonekeskustelussa sen sijaan opettajan puheenvuorot voivat olla erityisen pitkiä ja täysin keskeytymättömiä.

Luokkahuonetilanteessa kuulijoiden eli oppilaiden ääneen lausuttuja partikkelivuoroja ei tyypillisesti suvaita, koska kulttuurisesti nähdään, ettei ”opettajan päälle saa puhua” – lisäksi kaikki puheenvuorot vaaditaan viittaamalla. Äänettömät partikkelivuorot ovat toki mahdollisia: opettaja saattaa esimerkiksi puheensa aikana saada katsekontaktin johonkin oppilaaseen, joka nyökkää kevyesti ymmärtämisensä merkiksi. Tällöin opettaja jää kuitenkin täysin epätietoiseksi koko muun luokan ymmärrystasosta.

Epäymmärrystä osoittavien partikkelivuorojen puute johtaa siihen, että opettaja saattaa usein esittää kysymyksen: ”Ymmärsittekö kaikki?”. Tähän oppilaat vastannevat joko nyökkäämällä tai lyhyellä myöntävällä partikkelipuheenvuorolla.

2.3 Pintaraapaisu diskurssianalyysin teoriasta

Diskurssianalyysia on viime aikoina käytetty myös fysiikan opettajien puheen analysoimiseen. Mm. Jaipal-Jamani määrittelee eräänlaisen diskurssianalyyttisen viitekehyksen oppituntipuheen luokittelua varten. (Jaipal-Jamani 2011). Hänen viitekehyksensä on monella tapaa rinnakkainen Helaakosken ja Viirin vaikutuspiirirakenteen (LUKU 2.5) kanssa, mutta vahvan diskurssianalyyttisen painotuksensa takia se ei kelpaa tämänkaltaiseen kvantitatiiviseen tutkimukseen.

2.3.1 Diskurssianalyysin teoreettista määrittelyä

Jos jaotellaan kielen käytön analysointimenetelmiä karkeasti, voidaan lausua vaikkapa seuraava jako (Jokinen;Juhila ja Suoninen 1993):

1. tutkitaan kieltä todellisuuden kuvana. Tällöin kielen käyttäminen toimii välineenä saada tietoa olemassa olevista faktoista.
2. kieltä tutkitaan osana todellisuutta itseään. Tällöin kielen käyttämisellä rakennetaan ja erityisesti tuotetaan osaltaan todellisuutta sen sijaan, että vain peilattaisiin sitä.

Diskurssianalyysi voidaankin määritellä sellaiseksi kielenkäytön ja muun merkitysvälitteisen toiminnan tutkimukseksi, jossa analysoidaan yksityiskohtaisesti sitä, miten sosiaalista todellisuutta tuotetaan erilaisissa sosiaalisissa käytännöissä (Jokinen;Juhila ja Suoninen 1993).

Toisaalta diskurssianalyysia ei pidä missään nimessä ajatella selkeärajaisena tutkimusmenetelmänä, joksi sanan ”analyysi” saattaa helposti mieltää. Järkevämpää onkin ajatella, että diskurssianalyysi on väljä teoreettinen viitekehys (Suoninen 1992), joka sallii erilaisia tarkastelun painopisteitä ja menetelmällisiä sovelluksia.

Jos ei satu olemaan kielentutkija, nämä diskurssianalyysia yleisesti kuvaavat perusajatukset eivät sano juuri mitään. Seuraavissa aliluvuissa pyrin hieman avaamaan diskurssianalyysin ideaa niiltä osin, joilta tarvitaan teoreettista ymmärrystä koodausoppaan diskurssianalyysiperustaisen työkalun ja sen käytön ymmärtämiseen.

Toisaalta riippumatta siitä, mikä on luokkahuonepuhetta koodaavan ihmisen koulutuksellinen tausta, hänen olisi syytä olla edes hieman perillä siitä, mitä kaikkea luokkahuonevuorovaikutuksessa aaltoilee pinnan alla. Puheen analysointiin perehtyvälle ja koodausopasta laatimaan alkavalle tutkijalle pidän välttämättömänä vähintään pintapuolista diskurssianalyysiin tutustumista.

2.3.2 Kielen käyttäminen sosiaalisen todellisuuden rakentajana

Kielenkäyttö ei pelkästään kuvaa maailmaa, vaan myös merkityksellistää ja rakentaa sitä. Käyttäessään kieltä ihminen väistämättä konstruoi kohteet, joista hän puhuu. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että samasta kulttuurista tulevan ihmisen puhetta kuunnellessaan (tutut) käsitteet otetaan täydellisen itsestään selvinä, eikä niitä kyseenalaisteta. Klassinen esimerkki on ”kengän” käsite, joka on länsimaiselle ihmiselle ilmiselvä, mutta kommunikoitaessa jalkineitta liikkuvan viidakkoheimon jäsenten kanssa kengän käsite joututtaisiin merkityksellistämään ja selittämään heimon jäsenille.

Kengän käsitteen itsestäänselvyyden vuoksi on kulttuurin sisältä vaikea nähdä, mitä kaikkea käsite pitääkään sisällään: jalan suojaamista, astumismukavuutta, hikisiä sukkia ja paljon muuta: nämä kaikki nyanssit pitäisi pystyä löytämään ja selittämään mainitun heimon jäsenille, jotta nämä todella voisivat ymmärtää ”kengän” käsitteenä.

Tähän samaan liittyy myös normaali jaottelu esimerkiksi lukiolaisiin ja amiksiin, stadilaisiin ja maalaisiin. Ilmaisu ”amis” pitää sisällään paljon enemmän kuin pelkän tiedon siitä, että kyseinen henkilö käy tai on käynyt ammattikoulua. Esimerkiksi juuri ”amikset ja lukiolaiset” -jako on kulttuurillisesti hierarkkinen – katsotaan, että ”lukiolaisiin” liittyy konnotatiivisesti miellyttävämpiä ominaisuuksia kuin ”amiksiin”.

Diskurssianalyysi osaltaan perustuu juuri tällaisten ”ilmiselvien” käsitteiden sisältämien premissien ja konnotaatioiden löytämiseen ja tiettäväksi tekemiseen. Oppituntikontekstissa opettajan (ja opettajan puhetta tutkivan) on jonkin verran syytä kiinnittää huomiota mm. siihen, millä tavalla opettaja esittelee oppilaille uusia käsitteitä – mitkä konnotaatiot ja selitteet opettaja niihin liittää, ja mitkä niiden merkityksistä jäävät kokonaan lausumatta ääneen.

2.3.3 Rinnakkaiset merkityssysteemit

Maailma voidaan hahmottaa useiden erilaisten merkityssysteemien kilpailukentäksi. Samoja asioita voidaan eri merkityssysteemejä käytettäessä kuvata täysin erilaisilla termeillä. Nainen voitaisiin esimerkiksi merkityksellistää puheessa äidiksi, aikuiseksi, uskovaiseksi, raittiiksi jne. Merkityssysteemin valinta riippuu siitä, mihin puhuja pyrkii puhuessaan kyseisestä naisesta.

Diskurssianalyysissa ei sinänsä tarkastella näitä erilaisia merkityssysteemejä, vaan ollaan kiinnostuneita siitä, miksi puhuja valitsi naisesta puhuessaan kuvata naista nimenomaan ”uskovaisena”; haluttiinko esimerkiksi tehdä eroa ateistiin vai haluttiinko viitata johonkin ominaisuuteen, jonka katsotaan kulttuurillisesti LUVUN 2.3.2 tapaan sisältyvän itsestäänselvyytenä käsitteeseen ”uskovainen”.

Oppitunteja koodaavan on toisinaan hyvä pysähtyä pohtimaan, miksi opettaja käytti juuri tiettyä käsitettä: miksi opettaja sanoi ”energialaitos”, kun luonnollisessa puheessa käytettäisiin useimmiten termiä ”sähkölaitos”?

2.3.4 Toiminnan kontekstuaalisuus

Puheaktit tapahtuvat aina jossakin ympäristössä, jolla saattaa olla vaikutusta esimerkiksi sanavalintoihin ja jopa asioihin, joita on suotavaa sanoa ääneen. Esimerkiksi skinheadiksi itseään nimittävä ihminen saattaa yleisessä haastattelutilanteessa käyttää tarkoituksella leppoisaa kieltä ja luoda näin itsestään rauhallista mielikuvaa haastattelijalle, koska yleinen kulttuurillinen diskurssi pitää skinheadiksi tunnistautuvia väkivaltaisina. Tämä on kontekstivaikutteista laajin, ns. kulttuurillinen konteksti.

Konteksti saattaa myös liittyä puheaktin tuottopaikkaan tai vieläkin yksinkertaisemmin ihmisiin, jotka ovat läsnä puheaktin tapahtuessa: virallisessa kokouksessa käytetään toisenlaista kieltä kuin työpaikan kahvilassa.

Haastatteluja ja videointeja sisältävissä tutkimuksissa yritetään usein pitää huoli siitä, että haastattelu tai videointi häiritsee mahdollisimman vähän itse tilannetta, mutta diskurssianalyysissa tämä ”häiriö” otetaan huomioon puhetilanteen kontekstina, ja tutkimus saattaa hyvinkin fokusoitua siihen, millaiset puheaktit realisoituivat tämän häiriön läsnä ollessa.

2.3.5 Toimijan kiinnittyneisyys merkityssysteemeihin

Kontekstin lisäksi myös puhujien asema vaikuttaa heidän käyttämäänsä kieleen: esimerkiksi koulussa opettajalla on ”tenttaajan” asema eli SUBJEKTIPOSITIO ja oppilailla ”vastaajan” asema. Diskurssianalyysissa saatetaan olla kiinnostuneita esimerkiksi siitä, miten opettajat ja oppilaat ylläpitävät tuottamallaan puheella tätä hierarkkista rakennetta.

Tärkeintä diskurssianalyysissa on kuitenkin se, ettei pyritä selittämään haastateltavien/tutkittavien ihmisten käytöstä ja persoonaa – diskurssianalyytikko ei ole psykologi. Diskurssianalyytikko katsoo puhujan tekevän aina ennen puheaktin suorittamista valintoja, jotka määrittävät puheaktin sisällön. Tärkeintä on huomata sanasta ”valinta”, ettei tämän valinnan tarvitse olla tiedostettu. Kulttuuri, subjektipositio ja muu konteksti tuottaa puhujalle tarpeeksi tietoa, jonka perusteella puheaktin valinnat tehdään – usein nimenomaan puhujan tiedostamatta! Diskurssianalyytikko on kiinnostunut siitä, minkä takia tietyt valinnat aktualisoituivat puheaktissa; millaisia valtarakenteita puhuja esimerkiksi ylläpitää ilmaisemalla asiansa juuri tietyllä tavalla.

Oppituntitilanteessa on syytä muistaa, että kaikki opettajan tekemät puhevalinnat tapahtuvat opettajan subjektipositiossa luokkahuoneen kontekstissa. Opettajan puheakteja on tietyllä tapaa rajoitettu auktoriteettiaseman ja (erityisesti ala- ja yläasteella) yleisön alaikäisyyden vuoksi. Toisaalta opettajan subjektipositiossa oleva ihminen pyrkii toimimaan hyvänä opettajana: hän yrittää toimia siten, että tuottaisi yleisölleen (oppilaille) mahdollisimman hyvän oppimiskokemuksen.

2.4 Multimodaalisuus eli erilaiset tiedon esitystavat fysiikan opetuksessa

Erilaiset tiedon esitystavat eli ns. multimodaalisuus on ollut pedagogisen kiinnostuksen kohteena 1900-luvun lopusta alkaen kaikilla tieteenaloilla, myös luonnontieteissä (mm. biologia (Jaipal 2009) , kemia (Kozma, ym. 2000), fysiikka (Kohl ja Finkelstein 2005). Multimodaalisuuden käsitteen takana on ajatus siitä, että kaikki opetettavat alat voidaan jakaa tiettyyn määrään esitystapoja ja/tai analogioita (suomennoksesta riippuen myös moodeja tai modaliteetteja), joiden avulla voidaan kuvailla (ja opettaa) alan koko sisältö (Lesgold 1998).

Fysiikan kentällä käytetään multimodaalisuudesta suomennettua kokonaisuutta ”erilaiset tiedon esitystavat”[2]. Käsitteenä ”tiedon esitystapa” tarkoittaa mitä tahansa niistä erilaisista malleista tai tavoista, joilla fysiikan käsitteitä voidaan ymmärtää tai välittää (Meltzer 2005). Tällaisia ovat mm. kuvaajat, matemaattiset symbolit, graafit; jopa puhuttu kieli.

On myös voitu näyttää, että voidakseen syvällisesti ymmärtää jonkin fysikaalisen ilmiön opiskelijan täytyy pystyä tunnistamaan ja manipuloimaan kyseistä ilmiötä mahdollisimman monen eri tiedon esitystavan näkökulmasta (Hestenes 1997). Näin ollen opettajan tehtäväksi jää varmistaa, että opiskelija hallitsee riittävän monta erilaista tiedon esitystapaa ja osaa yhdistellä niitä ongelmanratkaisun vaatimalla tasolla.

2.4.1 Multimodaalisuuden hyötyjä ja haittoja oppimisen kannalta

Ainsworth täydentää multimodaalisuudelle oppimisen kannalta kolmijaon, jonka mukaan multimodaalisuutta voidaan käyttää

1. täydentämään muita tiedon esitystapoja: eri modaliteetit eivät välttämättä yksinään pysty tuottamaan opiskelijalle riittävää käsitystä opetettavasta alasta. Yksittäinen tiedon esitystapa saattaa olla joko liian rajoittunut välittämään asiasta kokonaiskuvaa, tai liian monimutkainen kyseisen opiskelijan tasoon nähden.
2. sitomaan eri esitystapoja toisiinsa: esimerkiksi yhtälöitä (matematiikan kieltä ja/tai symboleita) voidaan tehdä ymmärrettäviksi esimerkiksi liittämällä näiden yhtälöiden muodot tiettyihin kuvaajiin (suoran yhtälö, paraabelin yhtälö).

[2] Englanniksi ”multiple representations”.

3. muodostamaan täydellisempi ymmärrys opetettavasta alasta eri tiedon esitystapoja yhdistelemällä. Fysiikan alalla pelkkä matemaattis-teoreettisen esitystavan käsittely esimerkiksi Newtonin liikeyhtälöillä ei ehkä vielä riitä tuottamaan opiskelijalle syvempää ymmärrystä, mutta samaa teoreettista lakia havainnollistava konkreettinen esitystapa – esimerkiksi demonstraatio – saattaakin jo saada asiat ”loksahtamaan kohdalleen”.

(S. Ainsworth 1999)

Toisaalta opetettavien aineiden multimodaalinen rakenne tuottaa opiskelijoille myös enemmän osattavaa ja ymmärrettävää (Ainsworth;Bibby ja Wood 1998), sillä heidän täytyy

1. oppia ”puhumaan” kunkin erilaisen tiedon esitystavan kieltä ja käyttämään sen omia toimintatapoja: esimerkiksi fysiikan teoreettis–verbaalisessa esitystavassa voidaan kuvailla vaikkapa Ohmin laki sanomalla ”jännite on suoraan verrannollinen virtaan verrannollisuuskertoimenaan komponentin resistanssi”. Ymmärtääkseen tämän esitystavan opiskelijan täytyy tuntea käsitteiden ”jännite”, ”suoraan verrannollinen”, ”virta” ja ”resistanssi” merkitys. Jos taas sama asia sanotaan matemaattisesti muodossa $U = RI$, opiskelijan täytyy ymmärtää niin matematiikan kieli kuin myös tietää, kunkin yhtälössä esiintyvän symbolin merkitys.
2. ymmärtää, miten juuri kyseinen tiedon esitystapa kuvaa sitä aitoa ilmiötä, joka luonnossa havaitaan. Esimerkiksi: miten Newtonin lakeja käsiteltäessä massakappaleiden kuviin piirretyt yhtä pitkät vastakkaissuuntaiset nuolet liittyvät siihen tosiasiaan, että luonnossa jonkin asia liikkuu tasaisella nopeudella.

3. ymmärtää, miten eri modaliteetit liittyvät ja kytkeytyvät toinen toisiinsa. Esimerkiksi: mitä tekemistä yhtälöllä $U = RI$ on sen kanssa, että jännite–virta-kuvaajana havaitaan ohmisen komponentin tapauksessa suora viiva.

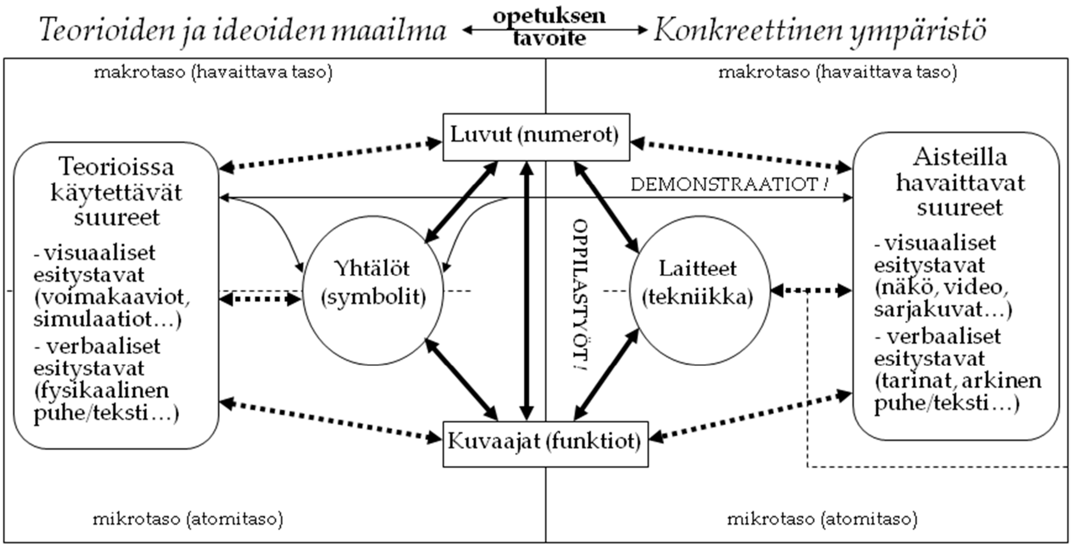
2.4.2 Aikaisempia tutkimuksia multimodaalisuudesta fysiikassa

Multimodaalisuutta tutkittaessa voidaan keskittyä esimerkiksi joihinkin tiettyihin yksittäisiin tiedon esitystapoihin tai laajentaa tarkastelua käsittämään koko tutkittavan alan kenttää. Fysiikassa on aikaisemmin tutkittu kohtuullisen runsaasti multimodaliteetin viitekehyksessä opiskelijoiden ongelmanratkaisukykyä (mm. (Kohl ja Finkelstein 2006), (Savelsbergh;de Jong ja Ferguson-Hessler 1998)). Näissä tutkimuksissa on havaittu, että sekä ongelman konteksti että tiedon esitystapa vaikuttavat opiskelijan ongelmanratkaisukykyyn: täsmälleen sama ongelma osataan ratkaista tiettyä/tiettyjä esitystapoja käyttämällä, mutta ratkaisu epäonnistuu kontekstin ja/tai esitystavan muuttuessa.

Toisaalta on tutkittu jonkin verran fysiikan teoreettisen ja konkreettisen esitystavan merkitystä sekä oppimiselle että ongelmanratkaisulle (mm. (Meij ja de Jong 2006), (Moreno ja Ozogul 2011) ja (Meltzer 2005)) pääpainonaan nimenomaan erilaiset visuaaliset esitystavat. Tutkimuksissa on havaittu selkeää näyttöä siitä, että oppimistulokset paranevat, mikäli opettaja yhdistelee sekä teoreettisen että konkreettisen esitystavan visuaalisia elementtejä opetuksessaan.

2.5 Helaakosken ja Viirin multimodaalinen viitekehys

Helaakoski ja Viiri ovat esittäneet multimodaalisen mallin (Helaakoski ja Viiri 2009) luokkahuonepuheen luokittelusta. Seuraavassa esittelen tätä mallia ja täydennän sitä niillä periaatteilla, joita käytän videoluokittelujärjestelmää tehdessäni.



Kuva 2-1: Helaakosken ja Viirin malli fysiikan eri vaikutuspiireistä ja fysikaalisen tiedon erilaisista esitystavoista **(Helaakoski ja Viiri 2009)**[3].

Helaakosken ja Viirin mallissa ei keskitytä pelkästään visuaalisiin tai verbaalisiin tiedon esitystapoihin, vaan pyritään yhdistämään kaikki fysiikan opetuksessa tapahtuvat opetusaktit samaan viitekehykseen. Malli on esitetty diagrammina yllä (KUVA 2-1).

2.5.1 Teoreettinen ja konkreettinen vaikutuspiiri

Fysiikka nähdään koostuvaksi erilaisista vaikutuspiireistä (domain)[4], jotka asuvat eri puolilla fysiikan maailmaa. Fysiikan maailma ajatellaan jatkumoksi, jonka toisella reunalla on luonteeltaan abstrakti fysiikan teorioiden ja ideoiden TEOREETTINEN VAIKUTUSPIIRI ja vastakkaisella reunalla oleilevat reaalimaailman objektit ja luonnossa havaittavat asiat KONKREETTISESSA VAIKUTUSPIIRISSÄ.

Teoreettisessa vaikutuspiirissä asuu ns. puhdas fysiikka, joka koostuu matemaattisista malleista ja teorioista. Siellä asuvat ne ideaaliset abstraktiot kuten

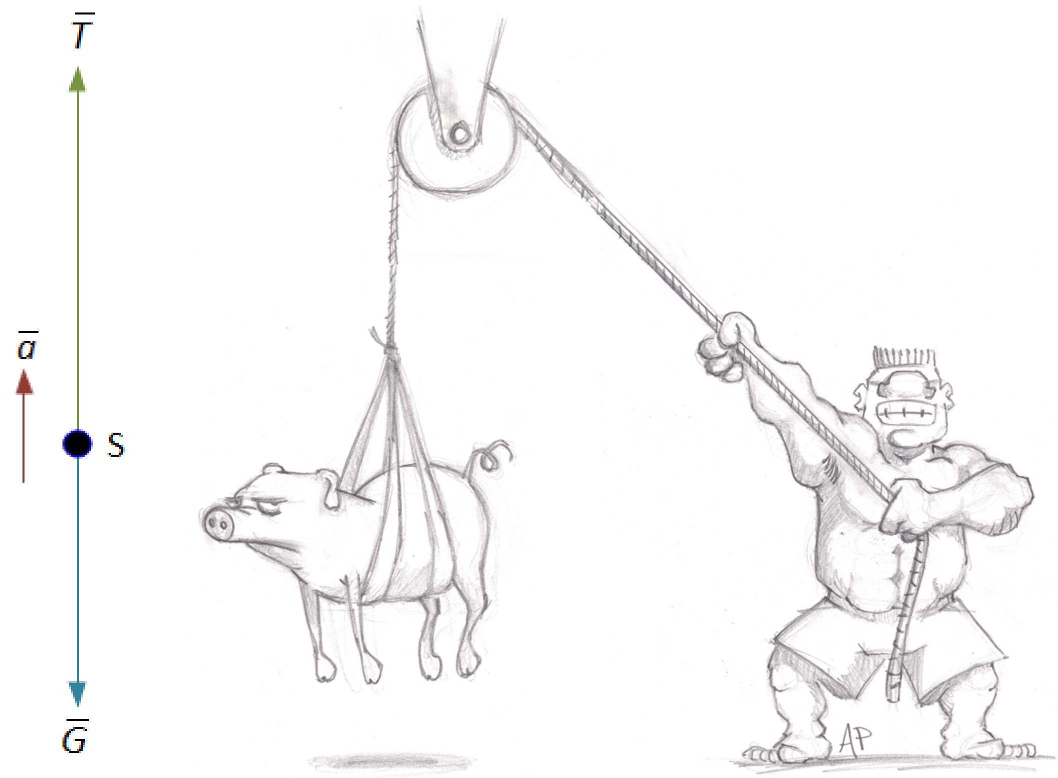
[3] Tämä kuvion suomenkielinen versio on Jussi Helaakosken pitämän kurssin ”FYSK310 Demonstraatiokurssi” luentomateriaaleista keväältä 2007.

[4] On hyvä tiedostaa, että Helaakosken & Viirin ”vaikutuspiiri” on hieman tiedon esitystapaa laajempi käsite. Yksittäinen vaikutuspiiri saattaa sisältää useita erilaisia tiedon esitystapoja.

"massaton lanka" ja "kitkaton pinta" – asioita, joita ei ole olemassa todellisuudessa, mutta jotka sinällään muodostavat fysiikan kielen ja kieliopin.

Täysin toisella puolella maailmaa sijaitsee konkreettinen vaikutuspiiri. Siellä ovat kaikki konkreettiset fysikaaliset havainnot, joita tehdään jokapäiväisessä elämässä ja välitetään toisille ihmisille arkikielen avulla. Konkreettisessa vaikutuspiirissä fysikaalisia idealisaatioita ei ole – liukkainkin jää pysäyttää sitä pitkin liukuvan kiekon, ja jopa kevein lanka voidaan punnita vaa'alla.

a) **b)**



Kuva 2-2: Esimerkki a) teoreettisen ja b) konkreettisen vaikutuspiirin visuaalisesta representaatiosta: kumpikin kuvioista voidaan käsittää saman tapahtuman kuvaukseksi, ja ne voidaan verbaalisin keinoin lausua esimerkiksi näin:
a) Newtonin II lain mukainen vapaakappalekuvio massapisteestä S, johon vaikuttavien kahden vektorivoiman G ja T summa aiheuttaa sille kiihtyvyyden a.
b) Matti Machohetero kiskoo tylsistynyttä sikaa ylöspäin köyden avulla. (Kuva kirjasta Lääkisfysiikka I – Perusmekaniikka **(Sorvo 2010)**, kuva julkaistu taiteilija Antti Pennasen luvalla.)

Sekä teoreettisen että konkreettisen vaikutuspiirin asioita voidaan havainnollistaa niin kuvin (visuaalisesti) kuin sanoinkin (verbaalisesti). Tätä ideaa selvennetään kuvassa yllä (KUVA 2-2), jossa sama yksinkertainen mekaniikan tilanne esitetään kummankin vaikutuspiirin visuaalisin ja verbaalisin keinoin.

Kummassakin vaikutuspiirissä voidaan asioita ilmaista visuaalisesti sekä staattisen että dynaamisen median avulla. Konkreettisessa vaikutuspiirissä staattiset esitykset ovat mm. valokuvia tietyistä ilmiöistä tai piirroksia kuten kuvassa yllä (KUVA 2-2B). Konkreettiset dynaamiset esitykset voivat olla esimerkiksi videokuvaa tai jonkinlaisia demonstraatioita erittäin arkisilla välineillä (vaikkapa vieritetään omenaa kaltevaa tasoa alas). Teoreettisessa vaikutuspiirissä staattiset esitykset ovat esimerkiksi vapaakappalekuvioita kuten kuvassa yllä (KUVA 2-2A), dynaamiset esitykset mm. simulaatioita.

On tärkeää huomata, että kummankin mainitun vaikutuspiirin asioita voidaan välittää eteenpäin normaalin yleiskielen avulla. Vaikka fysiikan maailma onkin hyvin teoreettinen, sen sisältöä välittämään ei tarvita täysin uutta kieltä – ainoastaan uudenlaisia arkikielelle tuntemattomia käsitteitä.

Tilannetta monimutkaistaa hieman se, että osa teoreettisen vaikutuspiirin käsitteistä on myös arkikielelle tuttuja; tällaisia ovat esimerkiksi voima, työ ja teho. Näiden käsitteiden merkityssisällöt ovat erilaiset arkipuheessa ja fysikaalisessa puheessa, ja vastaisuudessa kutsun tällaisia käsitteitä **KAHDEN VAIKUTUSPIIRIN KÄSITTEIKSI**.

Arkikielessä voima viittaa jonkinlaiseen fyysiseen vahvuuteen ja tämän vahvuuden hyväksikäyttöön. Mitä enemmän ihmisellä on voimaa, sen enemmän asioita hän jaksaa tehdä: ”Pera se jaksaa ahertaa – hänellä sitä voimia riittääkin!”. Fysikaalisessa mielessä sen sijaan voima on Newtonin mekaniikan vektorikäsite, joka kykenee esimerkiksi antamaan kappaleelle, jonka massa on m, kiihtyvyyden *a*. Mitä suurempi voima, sen ”helpommin” se saa kappaleet liikkumaan tai sitä suurempia fysikaalisia töitä se pystyy tekemään.

Fysiikan opettajalla onkin edessään suuri haaste: miten opettaa näitä kahden vaikutuspiirin käsitteitä siten, etteivät opiskelijat sekoita niitä arkikielen samannimisiin käsitteisiin.

Toisaalta opettaja saattaa myös pyrkiä tietoisesti yhdistämään opetuksessaan eri vaikutuspiirien ilmiöitä: yksinkertainen esimerkki voisi olla vaikkapa se, että vapaakappalekuviota piirrettäessä voimat piirretäänkin vaikuttamaan piirrossikaan eikä massapisteeseen S, joka kuvaa sikaa (KUVA 2-3).

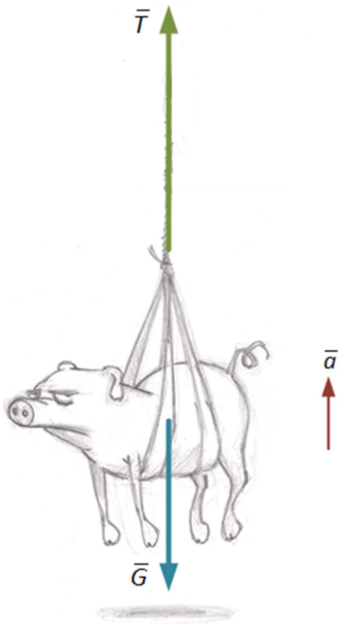
2.5.2 Graafinen ja numeerinen vaikutuspiiri

Graafinen ja numeerinen vaikutuspiiri asuvat fysiikan maailmassa kaiken keskellä: sillä rajalla, jossa abstrakti ja teoreettinen maailma hiljalleen vaihtuu konkreettiseksi ja aistein havainnoitavaksi maailmaksi.

Graafeilla ja numeroilla on myös fysikaalisessa puheessa samanlainen merkitys: ne yhdistävät toisiinsa abstraktin ja konkreettisen todellisuuden. Graafisen ja numeerisen datan avulla voidaan luoda teoreettisia rakennelmia havaittavista konkreettisista tapahtumista – toisaalta teoreettisia ideoita voidaan käyttää kuvailemaan havaintomaailmaa numeroiden tai graafisen informaation avulla.

Numeerisessa vaikutuspiirissä on sekä verbaalisia että visuaalisia esitystapoja; verbaalisia tapoja voisi edustaa vaikkapa numeroista koostuva taulukko ja visuaalisia jonkinlainen diagrammi.

Graafisessa vaikutuspiirissä on sen sijaan – jo nimensä mukaisestikin – ainoastaan visuaalisia esitystapoja: tyypillisin ja yleisin tällainen graafinen esitys on kuvaaja, joka kuvaa jonkin suureen muuttumista toisen suureen funktiona.



Kuva 2-3: Esimerkki visuaalisesta esityksestä, joka yhdistää teoreettisen ja konkreettisen vaikutuspiirin: vapaakappalekuviossa onkin korvattu sikaa esittävä massapiste S piirroksella siasta, jolloin havaitaan helpommin voimien vaikuttavan nimenomaan konkreettiseen objektiin "sika" teoreettisen massapisteen asemesta.

2.5.3 Symbolinen vaikutuspiiri

Fysiikan maailman teoreettisella puolella sijaitsee lisäksi symbolinen vaikutuspiiri, jonne kuuluvat kaikki symboliset esitystavat. Tällaisia asioita ovat kaikkein selvimmin yhtälöt, jotka kuvaavat matematiikan kielellä fysikaalisten käsitteiden ja suureiden välisiä riippuvuussuhteita.

Tämä vaikutuspiiri poikkeaa selvimmin muista vaikutuspiireistä juuri kielensä avulla; aiemmin totesin, että jopa teoreettisen vaikutuspiirin asioita voidaan välittää eteenpäin normaalia yleiskieltä käyttäen – symbolinen vaikutuspiiri operoi lähes pelkästään matematiikan kielen avulla. Matemaattisessa kielessä kullakin suureella on oma tunnuksensa, ja matemaattisten operaattoreiden avulla voidaan esittää lyhyessä ja täsmällisessä muodossa riippuvuuksia eri suureiden välillä.

Toisaalta opettaja saattaa yhtälöitä liitutaululle pyöritellessään hyvinkin viitata yhtälössä esiintyvään symboliin U ”jännitteenä”, jolloin pieni osa tämän vaikutuspiirin sisällöistä pystytään kuitenkin välittämään luonnollisella kielellä. Onkin hyvä huomata, että tällä tavalla viitattu ”jännite” on kahden vaikutuspiirin käsite; se tarkoittaa samalla sekä symbolia U että teoreettisen vaikutuspiirin käsitettä ”jännite”.

2.5.4 Mittaustekninen vaikutuspiiri

Alkuperäisessä Helaakosken ja Viirin esityksessä tämä vaikutuspiiri on nimetty ”tekniseksi vaikutuspiiriksi” (technical domain). On kuitenkin luontevampaa ja järkevämpää suomentaa se mittausteknikseksi vaikutuspiiriksi, sillä sen alueelle kuuluvat kaikenlaiset tekniset mittavälineet, mm. jännite- ja virtamittarit.

Mittaustekninen vaikutuspiiri sijaitsee enimmäkseen fysiikan konkreettisen maailman puolella; tyypilliselle mittalaitteen käyttäjälle mittarit ovat vain konkreettisia laitteita, jotka antavat konkreettista dataa jostakin fysikaalisesta ilmiöstä. Mittareista saatava data on tyypillisesti luonteeltaan numeerista.

Mittaustekninen laite ei kuitenkaan pohjimmiltaan asu pelkästään konkreettisen fysiikan maailmassa – se on nimittäin suunniteltu toimimaan tiettyjen teoreettisten periaatteiden ja lakien mukaan. Monissa tapauksissa mittaustekninen laite mittaa jotakin tiettyä ominaisuutta, jonka se muuntaa fysiikan lakien avulla joksikin toiseksi ominaisuudeksi. Yksinkertainen esimerkki on perinteinen analoginen jännitemittari (d’Arsonvalin kiertokäämimittari), joka todellisuudessa mittaa virtaa, mutta muuntaa mittaamansa virran arvon jännitteeksi Ohmin lain mukaisesti.

2.5.5 Opetuksen tavoite: yhteydet eri vaikutuspiirien välillä

Opettajat hyödyntävät erilaisia tiedon esitystapoja luokkahuonepuheessaan ja luovat yhteyksiä edellä esiteltyjen vaikutuspiirien välille. Tällöin samalla oppilaille uskotaan syntyvän yhteyksiä fysiikan konkreettisen ja teoreettisen maailman välille.

Opettajat esimerkiksi opettaessaan piirtävät tyypillisesti taululle kuvia. Kuvat voivat tietenkin olla selvästi joko konkreettisen tai teoreettisen vaikutuspiirin kuvia, mutta erittäin usein kuvat yhdistelevät näitä kahta vaikutuspiiriä toisiinsa. Esimerkki tällaisesta mainittiin aiemmin LUVUSSA **2.5.1** (**kuva 2-3**). Viiri ja Helaakoski kutsuvat tällaisia esityksiä risteymämuodoiksi teoreettisesta ja konkreettisesta representaatiosta[5]. Oletuksena on, että opettaja näin toimiessaan eksplisiittisesti tähtää siihen, että hän esittää oppilaille yhteyden eri vaikutuspiirien välillä.

Tästä huolimatta ei kuitenkaan ole olemassa yksikäsitteistä todistusaineistoa siitä, että oppilaiden oppimistulokset kytkeytyisivät siihen, millaisia tiedon esitystapoja ja niiden kombinaatioita opettajat oppitunneilla käyttävät. Tarkasti ei tiedetä myöskään sitä, millä tavoilla opettajat luovat yhteyksiä eri fysiikan vaikutuspiirien välille. Näitä asioita tullaan tutkimaan QuIP-projektissa.

2.6 Korrelaatio

Selvitän oppimistulosten ja opetuspuheen välistä yhteyttä käyttämällä tunnuslukuna Pearsonin korrelaatiokerrointa R, joka kuvaa muuttujien välisen lineaarisen riippuvuuden vahvuutta. Korrelaatiokertoimen tulkinnalle on hieman eri ohjeita lähteestä riippuen samaan tapaan kuin Cohenin kappalle-

[5] Minä kutsun niitä tässä pro gradu -tutkielmassa ”summavaikutuspiireiksi”: esimerkiksi: ”summavaikutuspiiri ’teoreettinen’ + ’konkreettinen’”.

kin LUVUSSA 2.1.3. Tässä tutkimuksessa käytän seuraavanlaista jaottelua (Internetix-opinnot 2011):

Korrelaation suuruus on

- voimakas, jos $|R| \geq 0,8$
- huomattava, jos $0,6 \leq |R| < 0,8$
- kohtalainen, jos $0,3 \leq |R| < 0,6$
- merkityksetön, jos $|R| < 0,3$.

Korrelaatiolle ilmoitetaan tämän lisäksi ns. *p*-arvo, joka kuvaa korrelaation luotettavuutta. Täsmällisesti ilmaistuna *p*-arvo on todennäköisyys sille, että tehdään virhepäättely, jos väitetään muuttujien korreloivan. Varsinkin pienissä otoksissa sattuman merkitys on suuri, ja *p*:llä on näin ollen varsin suuri painoarvo. Yleisesti katsotaan, että tulosta $p \leq 0,05$ voidaan pitää tieteellisesti hyväksyttävänä (ns. kahden sigman sääntö).

3 Videoanalysointisysteemin kehitystyöstä

Lähtiessäni kehittämään koodausopasta minulla oli pohjana Sami Loikkasen pro gradu -projektin muassa syntynyt yliopisto-opiskelijoiden oppilaslaboratoriotyöskentelyn aikaisen puheen koodausopas (Loikkanen 2009). Yläastepuhunnat poikkeavat kuitenkin yliopistotasosta hyvin paljon, joten minun täytyi tehdä monia asioita täysin uusiksi.

Lisäksi olen ottanut koodausoppaaseeni mukaan monia kielitieteellisiä näkemyksiä koodauksen pohjaksi. Tässä luvussa käyn läpi koodausoppaan logiikkaa ja valitsemiani sääntöjä. Pyrin perustelemaan, miksi olen rakentanut koodauksen logiikan sellaiseksi kuin se on; esittelen lisäksi tarkasti litteroituja esimerkkejä autenttisista tutkimusvideoiden koodauksista. Toisinaan käytän myös keksittyjä esimerkkejä, jos materiaalista itsestään ei ole sopivaa löytynyt. Aidot esimerkit on litteroitu käyttäen hyväksyttyjä litterointimerkkejä, ja käyttämieni merkkien lista on LIITTEENÄ 1. Keksityt esimerkit on kirjoitettu ”kaunokirjallisesti” suomen kielen oikeinkirjoitussäännöstöä noudattaen.

Tämän luvun tarkoitus on enimmäkseen tehdä koodausoppaani sisältö ”läpinäkyväksi”; toiveenani on, että tästä läpinäkyvyydestä voisi tulevaisuudessa olla hyötyä omien koodausoppaidensa kanssa painiskeleville tutkijoille tai tutkijanaluille.

Pyrin etenemään tässä luvussa ”juurista latvaan” – toisin sanoen suurista koodauksen suuntaviivoista siirrytään kohti yksittäisiä koodauksen työkaluja.

3.1 Systeemin jaksotus puheen tutkimuksen näkökulmasta

Videoanalyysi tullaan tekemään tietokoneohjelmistolla nimeltä Videograph[6]. Koodauksen pääidea on jakaa video Videographin avulla samanpituisiksi jaksoiksi[7], joiden sisältö tullaan koodaamaan joihinkin koodausoppaan luokista. Cohenin kappa -suureen (LUKU 2.1.3) käyttäminen koodausoppaan objektiivisuuden mittana vaatii koodaussysteemin luokat toisensa poissulkeviksi. Tämä asettaa puheen analysoinnille tiukat rajat, jotka on pystyttävä muotoilemaan (riittävän) yksikäsitteisiksi.

Aiemmin LUVUSSA 2.2 määriteltiin puheen analyysin luonnolliset jako-osat: puheenvuoro ja lausuma. Tarkastellaan tässä, mitä ongelmia on Videographin ja puheen analysoinnin vaatimusten yhteensovittamisessa, ja millaiseen ratkaisuun päädyin.

3.1.1 Puheenvuoro analyysin perusyksikkönä?

Puheenvuoro vaihtuu puhujan vaihtuessa. Näin ollen luokkahuonepuheessa opettajan yksittäiset puheenvuorot saattavat kestää erittäin pitkiä aikoja, koska oppilaiden partikkelipuheenvuorot ovat joko todella harvinaisia tai niitä ei ole lainkaan. Opettajan yksittäinen puheenvuoro saattaa siis sisältää erittäin monia lausumia, joiden sisällön analysoiminen yksittäisiin fysiikan vaikutuspiireihin tai kahden vaikutuspiirin SUMMAVAIKUTUSPIIREIHIN tulisi olemaan mahdotonta.

---

[6] VideoGraph-ohjelmiston Internet-sivu on http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/videograph/enhtmStart.htm (Viittauspäivä 8.10.2011)

[7] Puheen analyysiin olisi tietysti parempi tehdä jako esimerkiksi puheenvuorojen mukaisesti, mutta puheenvuoron alkaminen ja päättyminen on tietyissä olosuhteissa tulkinnanvaraista. Koska koodausoppaasta halutaan mahdollisimman objektiivinen, on parempi standardisoida jaksot jollain muulla perusteella – tällöin koodauksiin ei synny eroa pelkästään siitä syystä, että toinen koodaaja katsoo puheenvuoron vaihtuvan esimerkiksi yhtä sekuntia aikaisemmin kuin toinen. Toisaalta jos jompikumpi koodaaja tekee yhdenkin puheenvuorojaon enemmän tai vähemmän kuin toinen, koko loppukoodaus tästä eteenpäin menee ”yhden puheenvuoron pieleen”, ja kappan käyttö muuttuisi erittäin hankalaksi.

Puheenvuoro sinällään on siis täydellisen kelvoton analyysin perusmittayksiköksi – sen pituus on täysin ennakoimaton, ja luokkahuonepuheessa opettajan puheenvuorot ovat aivan liian pitkiä käsiteltäväksi tasajaetuissa analysointipätkissä.

3.1.2 Lausuma analyysin perusyksikkönä?

Käytännössä kaikki opettajan puheenvuorot ovat erittäin harvinaisia poikkeuksia lukuun ottamatta leksikaalisia vuoroja, jotka koostuvat yhdestä tai useammasta eri lausumasta. Seuraavaksi järkevin jako lieneekin ajatella koodattavana kokonaisuutena yksittäistä opettajan lausumaa.

Lausuma on kokonaisuus, jota voidaan käsitellä ”puheen virkkeenä” sillä perusteella, että yksittäinen lausuma muodostaa aina jonkinlaisen (kontekstiriippuvaisen) kokonaisuuden. Lausumat eivät tästä syystä ole tyypillisessä luokkahuonepuheessakaan loputtoman pitkiä kokonaisuuksia – toisin kuin opettajan puheenvuorot. Pituus rajoittaa tämän vuoksi tehokkaasti myös sitä, miten monen eri vaikutuspiirin asioita yhteen opettajan lausumaan voi mahtua.

Lausuma tuntuu näin ollen huomattavasti järkevämmältä koodausjako-osalta kuin puheenvuoro, ja tulen Videographin rajoissa käyttämään koodausjärjestelmäni pääyksikkönä (opettajan) puheen yksittäistä lausumaa.

3.1.3 Videograph ja lausumat

Koodauksessa kukin oppitunti jaetaan tietynpituisiin jaksoihin, ja kunkin jakson sisältämä puhe konteksteineen koodataan johonkin määritellyistä puheen luokista. On selvää, että puheen lausumat ovat kuitenkin eripituisia keskenään, jolloin Videographilla suoritettu tasapilkonta tulee aiheuttamaan ongelmia ainakin tietyissä rajatapauksissa.

On täydellisen mahdollista, että yhteen Videographin tasapituiseen jaksoon mahtuu useampi opettajan lausuma. Parhaassa tapauksessa näistä lausumista kaikki paitsi yksi ovat partikkelimaisia lausumia – esimerkiksi ilmeitä, eleitä, myöntöjä tai empimisiä. Ne eivät ole koodauksen kannalta mielenkiintoisia, koska nyt ei tutkita opettajan puhetta keskusteluanalyysin vaan puheen sisällön kannalta. Näissä tilanteissa on helppo vetää raja:

JOS VIDEOGRAPHIN TASAPITUISESSA JAKSOSSA ESIINTYY USEAMPI LAUSUMA, JOISTA VAIN YKSI ON NS. LEKSIKAALINEN (SISÄLLÖLLINEN) LAUSUMA, KOODAUKSESSA HUOMIOIDAAN VAIN TÄMÄ LAUSUMA, JA MUITA LAUSUMIA EI KOODATA.

Erityisen useasti tulee tapahtumaan niin, että puhujan lausuma ylittää kahden koodausjakson rajan. Tälle ongelmalle olisi pelkästään suomenkielistä materiaalia koodattaessa erittäin helppo ratkaisu. Koska leksikaalisen lausuman voi ajatella tietyin rajoituksin puhutun kielen virkkeenä, kullakin lausumalla on oma pääpredikaattinsa. Pääpredikaatin paikkaa voisi näin ollen yksikäsitteisesti käyttää lausuman sijaintimerkkinä.

Valitettavasti samaa koodausopasta on tarkoitus hyödyntää myös muilla kielialueilla – erityisesti QuIP-projektin yhteydessä on ollut puhe saksalaisesta kielialueesta. Saksan kieliopin erityispiirteenä on predikaattiverbien ketjutus lausumien loppuun. On mahdollista, että tämä tulisi rytmittämään suomalaisen ja saksalaisen koodauksen niin eri tavalla, etteivät koodaukset olisi välttämättä yhteismitallisia keskenään.

Valitsen tämän vuoksi koodausoppaaseen toiseksi ilmiselvimmän – ja huomattavasti kieliopeista riippumattomamman tavan:

LAUSUMA KATSOTAAN KUULUVAKSI SIIHEN VIDEOGRAPH-OHJELMISTON MÄÄRITTÄMÄÄN JAKSOON, JONKA SISÄLLÄ ON TÄSTÄ LAUSUMASTA AJALLISESTI PIDEMPI OSUUS.

Videographin jakson pituus on täydellisesti koodaajan itsensä määrättävissä, joten sopiva jakson pituus on löydettävissä ainoastaan kokeilemalla. Sami Loikkasen pro gradu -projektissa (Loikkanen 2009) päädyttiin käyttämään 30 s pituisia jaksoja, jotka käytännössä todettiin liian pitkiksi – liian usein jaksoon mahtui useampi kuin yksi lausuma, ja näiden lausumien asettaminen tärkeysjärjestykseen oli mahdoton tehtävä.

Tämän vuoksi määrittelen omien kokeilujeni perusteella, että

> **VIDEOGRAPH-OHJELMISTOSSA MÄÄRITELLÄÄN YHDEN TASAPITKÄN KOODAUSJAKSON PITUUDEKSI 10 S.**

Kokemus on osoittanut, ettei 10 s jaksoon useimmiten mahdu kahta leksikaalista lausumaa. Se on kuitenkin tarpeeksi pitkä aika siihen, ettei tyhjiä – joko äänettömiä tai pelkästään partikkelivuoromaisia lausumia sisältäviä – jaksoja tule liian monta. Toisaalta myös melko harvoin yksittäinen lausuma ylittää kestoltaan yli puolitoista jaksoa, jolloin vältytään joko pseudotyhjiltä (jaksoon ei koodata mitään, koska lausuma on jo koodattu edelliseen jaksoon) tai tuplakoodatuilta (sama lausuma koodattaisiin kahteen eri jaksoon) lausumilta. Toki on poikkeustilanteita varten määriteltävä toimintaohje:

> **JOS LAUSUMAN PITUUS YLITTÄÄ PUOLITOISTA JAKSOA, LAUSUMA KOODATAAN VAIN SIIHEN JAKSOON, JOSSA SITÄ ON AJALLISESTI PIDEMPI OSUUS. TOINEN TÄTÄ LAUSUMAA SISÄLTÄVÄ JAKSO KOODATAAN SITEN, ETTEI HUOMIOIDA JO KOODATUN LAUSUMAN OLEMASSAOLOA.**

3.2 Systeemin jaksottaminen eri vaikutuspiirien näkökulmasta

Kun koodauksen raamit on asetettu, on aika tarkentaa ja siirtyä varsinaisen koodausprosessin määrittelyyn ja ideointiin. Tässä luvussa käyn lävitse koodauksen perusperiaatteet, koodauksen kategoriat ja aitoja esimerkkejä eri vaikutuspiirien yhteispelistä oppituntipuheessa. Varsinainen koodausopas on tämän tutkielman LIITTEENÄ 4 – tämän luvun on tarkoitus toimia ainoastaan kokoavana pohdintana siitä, millaisia asioita koodauksessa tutkitaan ja millä periaatteilla koodaus ihanneolosuhteissa toimii. Määrittelen seuraavaksi koodauksen pääkategoriat eli -luokat.

3.2.1 Asiasisältö (pääluokka 1)

Käytännössä ollaan kiinnostuneita pelkästään OPETUSPUHEESTA. Opetuspuhe voidaan määritellä oppitunnilla tapahtuvaksi opettajan puheeksi, jonka suorana pyrkimyksenä on opettaa oppilaille fysiikkaa. Oppitunnilla tapahtuu myös runsaasti muita puheakteja. Näistä pääosa on järjestelypuhetta, jonka sisällöt liittyvät esimerkiksi oppitunnin käytännön etenemiseen tai lukurauhan ylläpitämiseen.

Oppitunnilla saattaa olla myös opetuksettomia hiljaisia osioita – opettaja voi esimerkiksi rakentaa jotain laitteistoa hiljaisuuden vallitessa, kirjoittaa taululle tai valvoa pistokoetta. Tällaiset jaksot koodataan kategoriaan ”hiljaisuus”.

Tässä pääluokassa erotetaan opetuspuhe järjestelypuheesta ja hiljaisuudesta, ja vain opetuspuhetta analysoidaan tarkemmin muiden pääluokkien avulla.

3.2.2 Puhuja (pääluokka 2)

Vaikka oppilaat puhuvatkin tunnilla huomattavan vähän, koodauksessa pystytään lähes samalla vaivalla ottamaan huomioon myös heidän osuutensa. Toisessa koodauksen pääkategoriassa erotellaan, kuka tai ketkä ovat äänessä kyseisellä 10 s koodausjaksolla: puhuuko pelkästään opettaja, pelkästään oppilaat vai puhuvatko molemmat. Oppilasmassaa käsitellään koodauksessa yhtenä ainoana entiteettinä, jota nimitetään tästä eteenpäin OPPILASTOksi.

3.2.3 Fysiikan vaikutuspiirit oppitunnin puheakteissa (pääluokat 3 ja 4)

Nämä ovat varsinaisen tutkimuksen kannalta tärkeimmät luokat. Kaikki opetuspuhetta sisältävät leksikaaliset lausumat analysoidaan ja lajitellaan ne Helaakosken ja Viirin vaikutuspiireihin (LUKU 2.5).

Pyrkimyksenä on saada lajiteltua kukin lausuma kuuluvaksi korkeintaan kahteen eri vaikutuspiiriin – ongelmana on toki se, että monimutkaisempi lausuma saattaa sisältää myös kolmatta vaikutuspiiriä. Erittäin harvinaisissa tapauksissa havaitaan jopa neljän vaikutuspiirin lausumia. Käsittelen tätä ongelmaa erikseen LUVUSSA 3.6.

Erillisiä yksittäisiä vaikutuspiirejä on yhteensä kuusi kappaletta, ja koska oppituntipuheessa voi (ainakin teoriassa) esiintyä minkä tahansa kahden vaikutuspiirin asioita, saadaan tällaisia yhdistelmäluokkia aikaan 15 kappaletta. Koodauksen kannalta käytännöllisimpänä kompromissina päädyin seuraavaan:

> KULLEKIN 10 S JAKSOLLE VOIDAAN KOODATA YHTEENSÄ KAHDEN ERILAISEN LAUSUMAN VAIKUTUSPIIRIEN SISÄLTÖ. NÄMÄ LAUSUMAT VOIVAT OLLA MOLEMMAT OPETTAJAN, MOLEMMAT OPPILASTON TAI TOINEN VOI OLLA OPETTAJAN JA TOINEN OPPILASTON.
>
> PÄÄKATEGORIASSA 2 (LUKU 3.2.2) MÄÄRITELLÄÄN, MIKÄ NÄISTÄ TAPAUKSISTA ON KYSEESSÄ, JA VIIMEISIMMÄN TAPAUKSEN TILANTEESSA OPETTAJAN LAUSUMA KOODATAAN AINA JAKSON ENSIMMÄISEN LAUSUMAN KOODAUSPAIKKAAN, VAIKKA SE OLISIKIN AJALLISESTI OPPILASTON LAUSUMAN JÄLJESSÄ.

Tämä sääntö menee rikki, mikäli jakson aikana tuotetaan enemmän kuin kaksi lausumaa. Ratkaisuja ongelmaan esitän tulevissa LUVUISSA 3.4 ja 3.6.

3.2.4 Konkreettisen puhunnan arkipäiväsovellukset (pääluokka 5)

Viimeisenä pääkategoriana eritellään konkreettista vaikutuspiiriä sisältävistä lausumista, millaisiin arkipäiväisiin sovelluksiin puhetyyppi viittaa. Tällä osiolla koodausopasta ei ole varsinaisesti tekemistä minun tutkielmani kannalta, mutta se on liitetty kokeilumielessä mukaan jo tässä vaiheessa.

Konkreettisesta puhunnasta kategorisoidaan, liittyikö puhe

- johonkin erityisen arkipäiväiseen asiaan tai sen mainitsemiseen – esimerkiksi puhuttiin jääkaapista, autoista tai hiustenkuivaajasta täysin arkipäivän kielen tasolla – kuulijalta ei vaadita minkäänlaista fysikaalista orientaatiota puheaktin ymmärtämiseen.
- johonkin tekniseen tai teolliseen sovellukseen – puhutaan esimerkiksi jääkaapin tai auton toiminnasta syvällisemmällä tasolla, joka ei kuitenkaan mene vielä fysiikan teoreettiselle alueelle. Myös tehtaista ja vastaavista puhuminen on tätä kategoriaa.
- johonkin yhteiskunnalliseen asiaan: puhuttiinko esimerkiksi ekologiasta, politiikasta, energian säästämisestä tai sähkön hinnasta.
- johonkin historialliseen näkökulmaan; puhuttiinko esimerkiksi jonkin fyysikon henkilöhistoriasta tai fysiikan historiallisesta kehityksestä.
- johonkin fysiikan oppitunnilla juuri tehtävään tai aikaisemmin tehtyyn demonstraatioon.

3.3 Visuaalisen datan koodaamisesta

Visuaalisen datan suhteen teen periaatepäätöksen:

VISUAALISET ASIAT OVAT KOODAUKSEN KOHTEITA AINOASTAAN SILLOIN, KUN OPETTAJA OPETUSPUHEESSAAN VIITTAA NIIHIN YKSIKÄSITTEISESTI.

Visuaaliset asiat ovat siis aina alisteisia puheelle, eikä niitä koskaan koodata ”yksinään”; opettajan puheen täytyy tuottaa niihin fokus.

Tämä päätös on tehty ensi sijassa kahden erittäin tavallisen tilanteen vuoksi. Ensinnäkin oppitunnilla on hyvin usein hetkiä, joiden aikana opettaja kirjoittaa taululle teoriaa, tehtävää tai vastaavaa puhumatta sanaakaan. Oppilaiden tehtävänä on tässä vaiheessa kopioida nopeasti opettajan kirjoitus itselleen vihkoihin. Pikakopioinnin ei ole tarkoituskaan opettaa mitään, ainoastaan tuottaa oppilastolle materiaalia, josta kopioinnin tapahduttua tulee (todennäköisesti) opettajan opetuksen fokus.

Toisekseen visuaalista materiaalia on usein tarjolla ylimäärä: alkutunnin laskut ovat yhä liitutaululla, dokumenttikamerassa on työkirjan sivu, pulpetilla on avoinna värikäs oppikirjan aukeama ja opettajakin kirjoittaa jotain piirtoheitinkalvolle. Näistä kaikista visuaalisista ärsykkeistä aktualisoituu oppilaston huomion kohteeksi se, johon opettaja heidän huomionsa kiinnittää.[8]

Visuaalista dataa koodataan ja jätetään koodaamatta LUKUJEN 3.6.2 ja 3.6.3 esimerkeissä.

3.4 Superpositioperiaate koodauksen apuvälineenä

Superpositioperiaate on useimmissa tapauksissa työkaluna niin yksinkertainen, että tuntuu varsin bombastiselta antaa sille oma nimi. Koska koodaus kuitenkin perustuu erittäin suurilta osin juuri tämän periaatteen käyttöön, olkoon tämä pieni flamboyanssi sallittua.

3.4.1 Superpositio pelkästään opetuspuheen koodauksessa

Opetuspuheessa superposition idea voidaan tiivistää seuraavasti

[8] Tässä toki oletetaan ihanteellinen oppilasto, joka seuraa herkeämättä opetusta, eikä esimerkiksi ammuskele vihaisilla linnuilla sikapossuja.

SE, ETTÄ KAKSI ERI VAIKUTUSPIIRIÄ ESIINTYY YHDENAIKAISESTI SAMASSA LAUSUMASSA, RIITTÄÄ YHDISTÄMÄÄN NÄMÄ VAIKUTUSPIIRIT TOISIINSA YHDISTELMÄLUOKAKSI.

Tämä on useimmissa tapauksissa ilmiselvää, esimerkiksi

KOEOPETTAJA1: mites tota (0.3) watit liittyy vaikkapa (.) sanotaan (0.4) hiustenkuivaajaahh

Opettajan lausumassa esiintyy symbolien/yhtälöiden vaikutuspiirin ”watti” ja konkreettisen vaikutuspiirin esine ”hiustenkuivaaja”. Koska nämä esiintyvät samassa lausumassa, superpositioperiaatteella niistä tulee summavaikutuspiiri ”symbolit/yhtälöt” + ”konkreettinen”.

Jos koodattavana on pelkkää puhetta ilman visuaalisia elementtejä, tätä työkalua voidaan jossain mielessä pitää turhana; melkein kaikki keksittävissä olevat esimerkit koodattaisiin ilman tätä periaatettakin oikeaan summavaikutuspiiriin. Sen sijaan periaate osoittautuu erityisen käyttökelpoiseksi, jos koodattava jakso sisältää sekä opetuspuhetta että visuaalista aineistoa.

3.4.2 Superpositio yhdistämässä opetuspuhetta ja visuaalista dataa

Useimmiten opettaja sitoo jo puheaktillaan visuaalisen elementin kiinni lausumaan. Edellisen esimerkin opettajan lausuma voisi toisessa tilanteessa tapahtua vaikkapa näin:

KEKSITTY OPE1: ”Miten watit liittyvät vaikkapa tähän hiustenkuivaajan?” (Samalla opettaja nostaa kädessään olevan hiustenkuivaajan luokan nähtäväksi.)

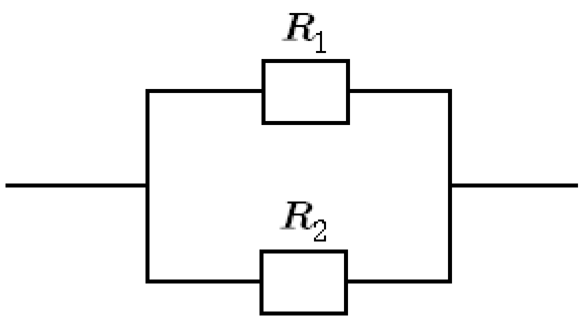
Opettaja mainitsee jo puheaktissaan hiustenkuivaajan, joten laitteen olemassaolo myös visuaalisena objektina ei tuo lausumaan mitään uutta: se koodataan samaan summavaikutuspiiriin kuin aiempi autenttinenkin esimerkki.

Toisinaan opettaja liittää visuaalisen elementin mukaan opetukseensa koskettamatta tätä elementtiä puheaktillaan. Seuraavassa esimerkissä opettajalla on taululla visuaalista dataa, josta olen koonnut rekonstruktiokuvan (KUVA 3-1). En pystynyt käyttämään kuvaruutukaappausta alkuperäisestä koodausvideosta, sillä opettaja istuu taululla olevan kuvan ja kameran välissä peittäen osan liitutaulusta.

KOEOPETTAJA2: ((opettaja kirjoittaa yhtälön (KUVA 3-1B) valmiiksi)) eli (0.2) eli yks per är (0.4) tai yks per #kokona#isresistanssi (0.3) on (.) yhtäkun (.) yks per hh (0.5) ((tauon aikana opettaja osoittaa vastusta yksi virtapiirikaaviosta (KUVA 3-1A))) vastuksen yks? resistanssi (0.2) plus (.) yks per hh (0.5) vastuksen kaks resistanssi hhh

Jos visuaalista dataa ei olisi mukana, esimerkin opetuspuhe olisi erittäin tarkasti yhtälöiden/symbolien vaikutuspiirin puhetta. Nyt kuitenkin opettaja yhdistää fokuksena olevaan yhtälöön teoreettisen vaikutuspiirin osoittamalla vastusta R_1 virtapiirikaaviosta. Superpositioperiaatteella saadaan koodaukseksi täten summavaikutuspiiri ”teoreettinen” + ”yhtälöt/symbolit”.

a)



b)

$$\frac{1}{R_{\text{kok}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Kuva 3-1: Luvun 3.4.2 oppituntiesimerkkiin liittyvä taululla ollut visuaalinen data. **a)** teoreettisen vaikutuspiirin virtapiirikaavio ja **b)** yhtälöt/symbolit-vaikutuspiirin yhtälö. Merkinnät ”a)” ja ”b)” eivät esiintyneet oppitunnilla taululla olleessa kuvassa.

3.4.3 Superpositio yhdistämässä useita (lyhyitä) lausumia toisiinsa

Toisinaan luokkapuhe koostuu erittäin lyhyistä lausumista, jotka seuraavat toisiaan joko saman puhujan suusta tai vuoropuheluna esimerkiksi opettajan ja oppilaston välillä. Jos näitä erittäin lyhyitä lausumia tuotetaan nopeasti peräkkäin, seuraa YLIAHDETTU JAKSO eli jakso, jossa on enemmän koodattavia lausumia kuin koodausoppaassa koodauspaikkoja. Tällä koodausoppaalla saadaan koodattua vain kaksi lausumaa per jakso, ja pahimmillaan lausumia saattaa olla jopa viisi tai enemmän. Esimerkiksi

OPETTAJA 5:	ǀǀ paljonko menee rahaa. ((tämä päättää aikaisemman pitkän lausuman, josta ajallisesti suurin osa sijaitsi edeltävässä jaksossa))
OPPILASTO:	*tuhat*kaksataa
OPETTAJA 5:	nii (.) tuhatkaksataa euroa
OPPILASTO:	vuodessa.
OPETTAJA 5:	nii (.) minulla hh (0.4)
OPPILASTO:	miten sulla riitǀǀtää rahat.

Opettajan ensimmäisen lausuman vaikutuspiiri on ”luvut”. Opettajan toinen lausuma sen sijaan on konkreettinen ”minulla (on palkkatuloja)”.

Oppilastolla on ”tuhatkaksataa euroa”, joka on vaikutuspiiriä ”luvut” ja ”vuodessa”, joka on suureen ”aika” yksikkö. Kolmas lausuma oppilastolle on: ”miten sulla riittää rahat”, joka on enimmäkseen järjestelypuhetta, opetukseen liittymätöntä ”läpänheittoa”.

Muodostan superpositioperiaatteen avulla menetelmän, jolla tämänkaltaiset lyhyiden lausumien jaksot koodataan:

> MIKÄLI SAMASSA JAKSOSSA ESIINTYY SAMALLA PUHUJALLA USEITA (LYHYITÄ) LAUSUMIA, JOTKA VOIDAAN SUPERPOSITIOPERIAAT-

TEELLA SUMMAAMALLA SAADA YHDEN TAI KAHDEN VAIKUTUSPIIRIN SUMMAVAIKUTUSPIIRIKSI, KOODATAAN JAKSOON TÄMÄ SUMMAVAIKUTUSPIIRI. MIKÄLI SUPERPOSITIOLLA VAIKUTUSPIIRIT SUMMAUTUVAT YLI KAHTEEN, KOODATAAN LUVUN 3.6 OHJEIDEN MUKAISESTI.

Tällä menetelmällä opettajan kahden lausuman sisällöt summautuisivat summavaikutuspiiriksi ”luvut” + ”konkreettinen”. Oppilastolle olisi vastaavasti superpositio: ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit”, sillä yksiköt koodataan aina yhtälöiden/symbolien luokkaan niiden esiintyessä yksinään.

Tämä menetelmä saattaa joissain tapauksissa vääristellä lopputulosta hieman. Useimmissa tilanteissa voidaan kuitenkin hyväksyä se, että lähekkäin sanotut toisiinsa liittyvät lausumat olisi voitu yhtä hyvin lausua yhtenä kokonaisuutena, vaikka välissä olikin toisen henkilön puhetta. Esimerkin tilanteessa opettajan voisi ongelmitta nähdä lausuvan kokonaisuuden: ”Minun palkkani on 1200 €.” Tämäkin koodattaisiin summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”konkreettinen”.

3.5 Vastausta ohjaavat kysymykset

Koodauksia tehdessäni huomioni kiinnittyi siihen, että oppilaston useimmat vastaukset tuntuivat olevan erittäin lyhyitä. Ilmiötä pohtiessani huomasin, että opettaja muotoilee usein kysymyksensä siten, että vastaus tulee väistämättä sijoittumaan johonkin tiettyyn (yksittäiseen) vaikutuspiiriin. Nimitän tästä eteenpäin tällaista kysymystä VASTAUSTA OHJAAVAKSI KYSYMYKSEKSI.

Useimmissa tilanteissa ei ole koodauksen suhteen mitään merkitystä sillä, pakotettiinko oppilasto tiettyyn vaikutuspiiriin. Toisinaan kuitenkin joudutaan rajanvetojen äärelle.

3.5.1 Ongelmaton tapaus

Erittäin tyypillinen esimerkki koodauksen kannalta ongelmattomasta luokkatilanteen vastausta ohjaavasta kysymyksestä olisi vaikkapa seuraava:

KEKSITTY OPE2: ”Mitä saitte vastaukseksi tehtävään kolme? Monenko watin lamppu siinä on?”

Tähän kysymykseen voi vastata ainoastaan antamalla luvun ”n wattia”[9], eli kysymys ohjaa (oppilaston) vaikutuspiiriin ”luvut”. Myös opettajan lausuma on helppo koodata: opettaja yhdistää konkreettisen vaikutuspiirin olion ”lamppu” symboliin ”watti”, eli hänet koodattaisiin summavaikutuspiiriin ”konkreettinen” + ”yhtälöt/symbolit”.

3.5.2 Ongelmallinen tapaus

Vaikeampi tapaus on sellainen, jossa opettajan opetuspuhe on täysin piirteetöntä, mutta se silti ohjaa oppilaston vastauksen johonkin tiettyyn vaikutuspiiriin. Seuraavassa keksityssä esimerkissä on sama tilanne kuin edellisessä esimerkissä:

KEKSITTY OPE3: ”Mitä saitte vastaukseksi tehtävään kolme? ((tauko)) Mitäs siitä tulee?”

Ensimmäisenä ongelmana on pohtia, onko opettajan lausuma järjestelypuhetta vai opetuspuhetta. Se voisi olla järjestelypuhetta, koska se ei sisällä mitään fysikaalisia vaikutuspiirejä eikä myöskään suoraan opeta fysiikkaa. Opetuspuheeksi sen voisi tulkita siksi, että se vie oppituntia eteenpäin ja tuottaa oppilaston seuraavaan lausumaan fysikaalista sisältöä: vastaushan tulee varmasti olemaan vaikutuspiiriä ”luvut”.

[9] Toki kelpaa myös vastaus ”en tiedä”.

Tämä päätös on siis valintakysymys. Koodausoppaaseeni päätän, että tämäntyyppinen vastausta ohjaava kysymys on opetuspuhetta. Sääntö on tällöin:

> KUN OPETTAJA ESITTÄÄ OPPILASTOLLE SELLAISEN VASTAUSTA OHJAAVAN KYSYMYKSEN, JOKA EI SISÄLLÄ MITÄÄN OPETUSPUHEEN PIIRTEITÄ, KOODATAAN TÄMÄ KYSYMYS SAMAAN VAIKUTUSPIIRIIN, JOHON SE OHJAA OPPILASTON VASTAUKSEN.

Tämän luvun esimerkki koodattaisiin siis vaikutuspiiriin ”luvut”.

3.6 Useamman kuin kahden vaikutuspiirin lausumat – alilausumiin jakaminen

Jos lausuma sisältää useamman kuin kahden vaikutuspiirin asioita, yksi vaihtoehto käsitellä tilanne olisi laittaa koodaaja päättämään, mitkä kaksi vaikutuspiiriä ovat lausumassa jollain tavalla ”vahvimmin” edustettuina. Tämä lisäisi koodaukseen subjektiivisuutta, joten syntyi tarve kehittää jokin parempi ratkaisu.

3.6.1 ”Alilausuman” käsite

Ratkaisuni perustuu sille ajatukselle, että monimutkainen lausuma on useimmissa tapauksissa mahdollista jakaa alilausumiin hieman samaan tapaan kuin kirjoitetun kielen virke voidaan jakaa lauseiksi.

> LAUSUMAA ALILAUSUMIKSI JAETTAESSA ETSITÄÄN LAUSUMASTA YKSITTÄISIÄ KOKONAISUUKSIA, JOTKA SISÄLTÄVÄT VAIN KAHTA VAIKUTUSPIIRIÄ. ALILAUSUMIIN JAKAMINEN SUORITETAAN AJALLISESTI SITEN, ETTÄ LAUSUMAN ALKUPÄÄSTÄ EROTETAAN ENSIMMÄINEN ALILAUSUMA JA EDETÄÄN TÄSTÄ AIKAJÄRJESTYKSESSÄ ETEENPÄIN SITEN, ETTÄ VIIMEINEN ALILAUSUMA SISÄLTÄÄ ALKUPERÄISEN LAUSUMAN LOPUN.

On tärkeää huomata, että jokaisen näin muodostuneen alilausuman täytyy sisältää kahta vaikutuspiiriä! Koska tutkielmassa etsitään opettajan puheesta usean vaikutuspiirin yhteispeliä, ei olisi järkevää jakaa esimerkiksi kolmen vaikutuspiirin lausumaa yhden ja kahden vaikutuspiirin alilausumiksi. Opettajahan ei suorittanut yhden vaikutuspiirin puheaktia, joten miksi hänelle sellainen koodattaisiin?

Näin meneteltäessä saadaan talteen kaikki lausuman sisältämät vaikutuspiiriaspektit, eikä jouduta hylkäämään ainuttakaan. Toisaalta haittapuolena on se, että alkuperäinen lausuma on enemmän kuin alilausumiensa summa, ja tätä emergenttiä osaa ei saada talteen alilausumareduktiolla. Jääköön siis emergenssi objektiivisuuden jalkoihin, ja täydennetään alilausuma-ajattelua kahdella autenttisella esimerkillä.

3.6.2 Esimerkki: Yksinkertainen kolmen vaikutuspiirin lausuma

Seuraavassa esimerkissä on kolmen koodausjakson ajalle sijoittuva kolmen eri vaikutuspiirin asioita sisältävä lausuma.

OPETTAJA 2: se (.) kymmenen ampeerin sulake kes||tää kakstuhattakolmesataa wattia? ja (.) noi lamput ku kaikki oli tuolla ((opettaja osoittaa kaikkialle liitutaululla)) ja (0.6) mth p- silitysraudat ja (0.4) leivänpaahtimet || ni (.) niistä tuli vähemmän noita (.) <u>wa</u>tteja elikkä (0.4) sen takia kestää

Visuaalista elementtiä on täysin mahdoton koodata, koska opettajan taululle osoittaminen on vain viittaus ”asioihin, joita äsken tehtiin”; LUVUN 3.3 säännön mukaan visuaalinen viittaus koodataan ainoastaan silloin, kun se on yksikäsitteinen. Opettajan puheessa on lukujen vaikutuspiiriä (10 A ja 2300 W), konkreettista vaikutuspiiriä (sulake, lamput, silitysraudat, leivänpaahtimet) ja yhtälöiden/symbolien vaikutuspiiriä (watteja).

Näistä saadaan koodattua alusta alkaen kaksi alilausumaa, joista ensimmäinen on ”10 A sulake kestää 2300 W”, joka on summavaikutuspiiriä ”konkreettinen” + ”luvut”. Jälkimmäinen alilausuma on ”lampuista, silitysraudoista ja leivänpaahtimista tulee vähemmän watteja, joten sulake kestää”. Tämä kokonaisuus sisältää vain symboleja ja konkreettisia asioita, joten koodataan se yhdistelmäluokkaan ”konkreettinen” + ”yhtälöt/symbolit”.

3.6.3 Esimerkki: Hankalahko kolmen vaikutuspiirin lausuma

Seuraavassa esimerkissä kahden koodausjakson ajalle sijoittuva opettajan lausuma sisältää sekä puhuttua että visuaalista elementtiä.

OPETTAJA 1: no sit me ostettiin uus mikro .hhh ja uuessa mikrossa lukee nyt sitten näin, (4.2) ((opettaja kirjoittaa tauon aikana taululle ”P_{max} = 750 W”)) | | eli uus mikro näyttää nyt sitte tuolta .hhhh ((opettaja osoittaa taululta lukua 750 W))

Lausumassa on kolmen vaikutuspiirin elementtejä: konkreettista vaikutuspiiriä on itse mikroaaltouuni, symbolien vaikutuspiiriä taululla esiintyvä $P_{\max}$ ja lukujen[10] vaikutuspiiriä 750 W.

Lausumassa tulee lisäksi hyvin esille puhekielen tapa rakentua sitä mukaa, kun puheakti etenee: opettaja ilmaisee täsmälleen saman asian kaksi kertaa (ns. puheen toistorakenne (Hakulinen;Kauppinen, ym. 1994)). Lausuma sisältää oppikirjaesimerkin summavaikutuspiiristä ”yhtälöt/symbolit” + ”luvut”: taululle kirjoitettu ”P_{max} = 750 W”. Tämän lisäksi opettaja korostaa, että konkreettisen vaikutuspiirin ”uudella mikrolla” on lukujen vaikutuspiirin ominaisuus ”750 W”, joten toinen summavaikutuspiiri on ”konkreettinen” + ”luvut”. Toistorakenteen takia on kuitenkin hankala hahmottaa, missä järjestyksessä nämä alilausumat koodataan.

---

[10] Yksikön katsotaan kuuluvan osaksi lukua silloin, kun se toimii luvun määritteenä (esim. 13 cm, 45 V) – yksinään esiintyessään ne koodataan yhtälöiden/symbolien vaikutuspiiriin.

Aiemmin määriteltiin, että alilausumajako tehdään ajallisin perustein. Koska lausumassa mainitaan ensimmäisenä uusi mikro, kombinaatio ”konkreettinen” + ”luvut” koodataan jakson ensimmäiseksi alilausumaksi ja summavaikutuspiiri ”symbolit/yhtälöt” + ”luvut” toiseksi.

3.7 Luonnollisen kielen ongelma: ”Kahden vaikutuspiirin käsitteet”

Kielellisesti fysiikan kieli on pääasiassa ”suomea”, vaikka osa fysiikan käsitteistä voidaan välittää myös matematiikan kielellä. Kun fysiikkaa puhutaan käyttäen suomen kieltä, normaaliin arki(puhe)kieleen liitetään fysikaalisia käsitteitä. Kuulijan täytyy siis tuntea käytettyjen fysikaalisten käsitteiden merkitys ymmärtääkseen puheaktin sisällön – pelkkä suomen kielen osaaminen ei riitä.

3.7.1 Kahden vaikutuspiirin käsitteet oppituntipuheessa

Osa fysiikan käsitteistä on niin kaukana arkikielestä, että on mahdotonta tulla sekaannusta siitä, onko kyseessä fysiikan vai arkikielen käsite: esimerkiksi ”sähkömagneettinen induktio”. Tietyt käsitteet ovat kuitenkin olemassa sekä fysiikassa että arkikielessä; helpoin esimerkki lienee ”matka”. Useimmiten fysiikan ja arkikielen ”matka” tarkoittavat niin lähelle samaa asiaa, ettei tästä erosta seuraa väärinkäsityksiä.

Ongelmia seuraa, kun samalla käsitteellä on jokin fundamendaali ero fysiikan ja arkikielen välillä. Tällaisia käsitteitä ovat esimerkiksi hitaus, voima, työ ja teho. Jos ihminen on tehokas, asialla ei ole välttämättä mitään tekemistä fysikaalisen tehon kanssa: ”Marbas on tehokas jätkä: hän kirjoitti tunnissa seitsemän sivua pro gradu -tutkielmaa.”

Montako wattia on Marbaan teho?

Kun opetuspuheessa esiintyy näitä KAHDEN VAIKUTUSPIIRIN KÄSITTEITÄ, koodaus voi olla vaikeaa – koodaajan ei välttämättä ole helppo tietää, onko termiä käytetty fysiikan vai arkikielen käsitteenä. Tämä ongelma korostuu pahimmin konkreettisen ja teoreettisen vaikutuspiirin sekä symbolien/yhtälöiden ja teoreettisen vaikutuspiirin välillä.

Konkreettisen ja teoreettisen vaikutuspiirin erottamiseksi olen kehitellyt uuden työkalun, DISKURSSIANALYYTTISEN VALINNAN, jonka esittelen LUVUSSA 3.8. Symbolien/yhtälöiden ja teoreettisen vaikutuspiirin kanssa ei tarvita työkalua, vaan sopiva määritteleminen riittää hyvään koodaussääntöön.

3.7.2 Symbolit/yhtälöt vai teoreettinen vaikutuspiiri?

Kun opetuksessa käsitellään suureyhtälöitä, esimerkiksi

$$U = RI\,, \tag{2}$$

saatetaan suureyhtälössä mukana olevaan symboliin U viitata joko ”jännitteenä” tai ”uu”:na. Opettaja voi yhtä hyvin sanoa: ”ratkaistaan tästä yhtälöstä jännite” tai ”ratkaistaan tästä yhtälöstä ’uu’”.

Koska sana ”jännite” on fysiikan teoreettisen vaikutuspiirin termi, ensimmäisessä tilanteessa tekee aluksi mieli koodata lausuma summavaikutuspiiriin ”yhtälöt/symbolit” + ”teoreettinen” – jälkimmäinen tapaus koodattaisiin toki puhtaan vaikutuspiirin ”yhtälöt/symbolit” lausumaksi.

Summavaikutuspiiriin koodaaminen on kuitenkin virhe, sillä yhtälönpyörittelyn aikana puheakteissa esiintyvät ”jännite” ja ”uu” viittaavat lähes aina nimenomaan symboliin U. On toki mahdollista, että opettaja eksplisiittisesti kiinnittää yhtälössä esiintyviä symboleita fysiikan teoriamaailmaan, mutta tämä on yleensä erittäin helppo havaita; tyypillisimmin opettaja tällöin lausuu esimerkiksi ”yhtälössä U on jännite” tai ”U eli jännite”.

Koodausoppaaseen saadaan siis säännöksi:

KUN PUHUJA KÄYTTÄÄ TEOREETTISEN VAIKUTUSPIIRIN SUUREKÄSITETTÄ – KUTEN ESIMERKIKSI ”JÄNNITE”, ”VIRTA”, ”TEHO” – YHTEYDESSÄ, JOSSA EI OLLA KIINNOSTUNEITA SIITÄ, MILLAISIA TEOREETTISIA OMINAISUUKSIA TÄLLÄ KÄSITTEELLÄ ON, VAAN AINOASTAAN SIITÄ, MITEN KYSEISEN KÄSITTEEN SYMBOLI KÄYTTÄYTYY MATEMAATTISENA OBJEKTINA ESIMERKIKSI YHTÄLÖITÄ PYÖRITELTÄESSÄ, PUHUJAN KATSOTAAN VIITTAAVAN SYMBOLIIN TEOREETTISEN KÄSITTEEN ASEMESTA.

3.8 Diskurssianalyyttinen valinta

Esitän koodaajalle seuraavassa apuvälineen, jota kutsun DISKURSSIANALYYTTISEKSI VALINNAKSI. Siitä on hyötyä tilanteissa, joissa opettaja käyttää sellaista kahden vaikutuspiirin käsitettä, jolla on eri merkitys teoreettisessa ja konkreettisessa vaikutuspiirissä.

3.8.1 Käytännön johdantoa diskurssianalyyttisen valinnan työkaluun

Diskurssianalyysissa ollaan kiinnostuneita siitä, miksi juuri tietyt sanavalinnat aktualisoituvat puheessa ja miten kulttuurilliset konventiot ja konteksti vaikuttavat puheaktien sisältöön. Opettajan puhe tapahtuu sekin kulttuurillisessa kontekstissa nimeltä ”luokkahuonetilanne” – ja opettajan jokaisen puheenvuoron takana on koko opettajakulttuuriin vaikuttava painolasti. Tämän vuoksi opettaja tekee puheakteihinsa liittyvät valinnat premissinään tuottaa mahdollisimman hyvä oppimistulos.

Tässä kohtaa ilmeneekin vaikeus: eri-ikäiset opettajat ovat saaneet opettajakoulutuksen, jossa on painotettu eri asioita. Myös opettajan uran aikainen kouluttautuminen saattaa muuttaa niitä premissejä, joita vasten opettaja valitsee sanojaan. Tätä monimutkaisuutta itsessään on mahdotonta ottaa huomioon, ja siksi diskurssianalyysilla ei voidakaan tuottaa kvantitatiivisia tuloksia. On kuitenkin eräs koodauksessa esiintyvä ongelmatilanne, joka pystytään ratkaisemaan kohtuullisen elegantisti diskurssianalyysin periaattein.

3.8.2 Diskurssianalyyttinen valinta

Määrittelen diskurssianalyyttisen valinnan seuraavasti:

> OPETTAJA SUORITTAA DISKURSSIANALYYTTISEN VALINNAN OPETUSPUHEESSAAN, JOS HÄN KÄYTTÄÄ KAHDEN VAIKUTUSPIIRIN KÄSITETTÄ TILANTEESSA, JOSSA NORMAALISSA ARKIKIELESSÄ KÄYTETTÄISIIN HARVOIN TAI TUSKIN KOSKAAN TÄTÄ KYSEISTÄ KÄSITETTÄ.

Tämä on varsinaisesti hypoteesi, mutta perustuu sille ajatukselle, että fysiikan opettaja pyrkii fysiikan tunnin kontekstissa välittämään oppilaille nimenomaan fysiikan käsitteitä ja merkityssisältöjä.

Seuraava esimerkki on variaatio eräästä koodaamastani videosta, ja se selkeyttää tämän työkalun ideaa.

KEKSITTY OPE4: Mä laitan lisää tota jännitettä, ((opettaja antaa lisää jännitettä moottorille jännitelähteestä; moottorin käyntiääni kertoo kierrosten lisääntyneen selvästi)) niin te kuulette, kuinka moottori toimii nyt tehokkaammin.

Opettajan lausumassa on kahden vaikutuspiirin käsite ”tehokkaammin”. Koodattaessa mietitään, miten sama kokonaisuus sanottaisiin ilman oppitunnin viitekehystä. Luultavasti luonnollinen valinta olisi ilmaista ”moottorin pyörivän lujempaa” tai ”moottorin käyvän nyt kovemmin”. Tästä voidaan päätellä, että opettaja käytti sanaa ”tehokkaammin” kuvaamaan nimenomaan fysikaalista tehoa.

Esimerkki on kohtuullisen selkeä, ja sopii siksi havainnollistamaan diskurssianalyyttisen valinnan periaatetta – koodaaja voi kuitenkin tällä samalla periaatteella ratkaista huomattavasti häilyvimpiäkin tapauksia konkreettisen ja teoreettisen vaikutuspiirin välillä.

4 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Varsinainen tutkimustyöni jakautuu kahteen osaan. Ensimmäinen osa (LUKU 4.1) liittyy minitutkimukseen, jossa koodaan LIITTEEN 4 koodausoppaallani viittä suomalaista yläastefysiikan opettajaa näiden opettaessa sähkötehon ja -energian välistä yhteyttä. Koodauksista pyrin löytämään joitakin yhteyksiä oppimistulosten ja opettajan oppituntikäytöksen välillä.

Toisessa osassa tutkimusta (LUKU 4.2) selvitetään, kuinka objektiivinen koodausoppaastani loppujen lopuksi tuli: koodaamme pro gradu -ohjaajani kanssa saman oppitunnin, ja laskemme lukuarvon koodaustemme yhtenevyyttä kuvaavalle Cohenin kappa -suureelle.

4.1 Opettajan opetuspuheen yhteydet oppimistuloksiin

Oppituntikoodausten tuloksina saadaan data, jossa jokainen oppitunnilla konstruoitu lausuma on lajiteltu tarkasti eri ryhmään asiasisällön, puhujan ja lausuman sisällön mukaisesti. Lausuman sisällön eri luokat määrittää Helaakosken & Viirin multimodaalinen viitekehys LUVUSSA 2.5.

Tästä datasta on mahdollista määrittää mm. kuinka suuren osan oppitunnista opettaja tai oppilasto ovat äänessä; toisaalta voidaan samaan tapaan selvittää, kuinka suuri osuus opettajan puheesta sisältää mitäkin vaikutuspiirejä tai näiden yhdistelmiä. Esittelen seuraavassa tarkemmin tutkimuksen aineistoa ja varsinaiset tutkimuskysymykset.

4.1.1 Tutkimuksessa käytetty aineisto

Tutkimuksessa minulla oli käytössäni videotaltioinnit 25 suomalaisen opettajan pitämistä yläasteen 9. luokan oppitunneista, joiden aiheena on sähkötehon ja -energian välinen yhteys. Kutakin oppituntia kuvattiin sekä staattisella että liikkuvalla videokameralla. Lisäksi oppitunnit äänitettiin eri puolille luokkaa sijoitetuilla mikrofoneilla, joista yksi liikkui opettajan mukana.

Lukukauden alussa ennen sähköopin kurssin alkua tai sen juuri alettua kukin luokka täytti esitietotestin, ja lukukauden lopulla sähköön liittyvien asioiden opettamisen jälkeen oppilaille pidettiin jälkitesti. Esitietotestin yhteydessä oppilaat täyttivät myös kyselylomakkeen, jonka avulla heidän motivaatiotaan ja asennettaan fysiikan oppimista kohtaan voitiin arvioida. Näistä kysymyksistä laskettiin kullekin luokalle MOT-suure; mitä suurempi MOT, sen enemmän luokka on kiinnostunut fysiikan opiskelusta.

Testituloksista määritettiin myös GAIN-suure, joka kuvaa luokan osaamistason muutosta esitieto- ja jälkitestin välisenä aikana. Käytännössä kullekin opiskelijalle laskettiin jälkitestin ja esitietotestin erotus, joka normitettiin oppilaskohtaiseksi GAIN-muuttujaksi – näistä voitiin sitten laskea kunkin luokan keskiarvoinen GAIN. Muuttujien arvoihin vaikuttivat toki vain sellaiset oppilaat, jotka olivat läsnä sekä esitieto- että jälkitestissä.

Tarkoituksenani on verrata sekä oppilaiden motivaatiota että opetuspuheen rakennetta GAIN-suureeseen selvittääkseni, millä tavalla opetuspuhe tai luokan asenne korreloi oppimistulosten kanssa.

4.1.2 Tutkimuskysymykset opetuspuheen rakenteen yhteydestä oppimistuloksiin

Aikaisemmissa tutkimuksissa mm. (Moreno ja Ozogul 2011) on havaittu opiskelijoiden hyötyvän siitä, että opettaja yhdistelee opetuksessaan tiettyjä tiedon esitystapoja – erityisesti on havaittu tärkeäksi luoda yhteyksiä teoreettisen ja konkreettisen vaikutuspiirin välille. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenäni selvitänkin, näkyykö Morenon ja Ozogulin havaitsema ilmiö myös suomalaisessa yläasteympäristössä: riittääkö oppimistulosten paranemiseen jo yksin se, että opetuspuheessa yhdistellään runsaasti toisiinsa teoreettista ja konkreettista fysiikan vaikutuspiiriä?

Toisena tutkimuskysymyksenäni pohdin, olisivatko oppimistulokset sitä parempia, mitä enemmän opettaja luo yhteyksiä kaikkien fysiikan eri vaikutuspiirien välille. Tällaisen laaja-alaisen yhdistelyn voisi ajatella johtavan paremman kokonaiskuvan syntymiseen koko fysiikan kentästä. Selvitän, kuinka suuri osuus opettajan lausumista on koodattu summavaikutuspiireihin, ja vertaan tätä osuutta luokkakohtaisiin GAIN-muuttujiin.

Kolmas tutkimuskysymykseni ottaa hieman erilaisen lähestymistavan: voidaan osoittaa, että ihmisen käsityskyky on pohjimmiltaan konkreettista (Reeves ja Weisberg 1993): voisivatko oppimistuloksetkin riippua siitä, miten paljon opetuspuhe sisältää konkreettista vaikutuspiiriä? Hypoteesina on tällöin, että konkreettinen maailma ja tapa ajatella toimisivat ikään kuin "portteina" muihin fysikaalisen tiedon esitystapoihin.

Opettajan puheen tutkimisen lisäksi etsin joitakin selityksiä sille, miksi summavaikutuspiirejä esiintyy hyvin vähän oppilaston puheessa. Hypoteesinani on, että opettajan runsas vastausta ohjaavien kysymysten määrä käytännössä pakottaa oppilaston vastaukset yksittäisiin vaikutuspiireihin.

4.2 Koodausoppaan objektiivisuuden testaaminen KAPPA-suureella

Eräs tieteen ihanteista on objektiivisuus: samasta aineistosta pitäisi kahden toisistaan riippumattoman tutkijan saada sama tutkimustulos. Koska laatimaani koodausopasta saatetaan käyttää tutkimukseen laajemminkin, sen objektiivisuuden aste on syytä selvittää.

Tulkintaa vaativa koodaus on väistämättä jollain tasolla subjektiivista. Tämän vuoksi ei voida vaatia, että samaa oppituntia koodanneiden kahden eri tutkijan koodaukset olisivat identtiset; niiden tulee kuitenkin olla "riittävän suurella tarkkuudella samat". Tieteellinen tapa määritellä "riittävä samuus" on käyttää jotakin tulosten yhtenevyyttä kuvaavaa suuretta, joksi tässä tutkimuksessa valittiin Cohenin kappa (LUKU 2.1.3).

Koodaamme näin ollen pro gradu -ohjaajani Jussi Helaakosken kanssa saman oppitunnin toisistamme riippumatta, ja vertaamme koodaustemme yhtenevyyttä laskemalla niiden välisiä kappa-arvoja.

Tämän jälkeen analysoin vielä tarkemmin ristiriitoja koodauksissamme: haluan selvittää, kuinka suuri osa niistä aiheutui koodausoppaan tai koodaajan virheistä, ja miten paljon mukana on koodauksen subjektiivisesta luonteesta johtuvia eroja.

5 Tutkimustulokset

Tämä luku jakautuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa LUVUSSA 5.1 tarkastelen tekemäni minitutkimuksen tuloksia. Selvitän, löydänkö joitakin yhtäläisyyksiä opettajan opetusvalintojen – erityisesti fysiikan eri vaikutuspiirien kombinoimisen – ja oppimistulosten väliltä. Testaan myös, korreloivatko opiskelijoiden motivaatio ja oppimistulokset keskenään.

Toisessa osassa LUVUSSA 5.2 tarkastellaan, miten objektiivinen koodausoppaastani loppujen lopuksi tuli: koodasimme pro gradu -ohjaajani kanssa saman oppitunnin koodausoppaan lopullisella versiolla, ja laskemme koodaustemme yhtenevyyttä kuvaavalle Cohenin kapalle lukuarvon.

Lopuksi LUVUSSA 5.3 analysoin tarkasti niitä kappa-koodauksen kohtia, joissa ohjaajallani ja minulla oli koodauksissamme ristiriitoja. Tarkoituksenani on selvittää, missä määrin koodauksen erot johtuvat joko inhimillisistä erehdyksistä, koodausoppaan puutteellisuudesta tai koodauksen osittain subjektiivisesta luonteesta.

5.1 Opettajan opetuspuheen eri aspektit ja oppilaiden motivaatio oppimistulosten selittäjänä

Tutkimuksessani koodasin viideltä eri suomalaiselta fysiikan opettajalta ne kaksi yläasteen yhdeksännen luokan oppituntia, joilla käsiteltiin sähköenergian ja -tehon välistä yhteyttä.

5.1.1 Opettajan puhetyyppien analysoiminen koodausjärjestelmän avulla

Valikoin 25 opettajan aineistosta viisi oppituntiparia siten, että niiden oppimistuloksia kuvaava luokkakohtainen GAIN-suure liikkuu tasaisesti mahdollisimman laajalla alueella. Valitsemani opettajat GAIN- ja MOT-suureineen olen esittänyt taulukossa (TAULUKKO 5-1). MOT-suureet kuvaavat kunkin luokan oppilaiden kiinnostusta ja motivaatiota fysiikkaa kohtaan.

Taulukko 5-1: Tutkimukseeni valikoidut oppitunnit, ja näiden tuntien GAIN- ja MOT-suureiden arvot.

Opettaja	MOT	GAIN
”1”	0,56	0,81
”2”	0,63	0,95
”6”	0,36	0,01
”23”	0,66	0,24
”27”	0,54	0,49

Koodaamistani oppitunneista erottelin taulukkolaskentaohjelman[11] avulla opettajan opetuspuheen lausumat muista luokkapuheista. Opetuspuheen lausumista laskin erikseen sekä kahden eri vaikutuspiirin yhdistelmät että summavaikutuspiirin ”teoreettinen” + ”konkreettinen” lausumat. Vertaamalla summavaikutuspiirejä sisältävien lausumien määrää kaikkiin opettajan opetuslausumiin voidaan selvittää, kuinka monta prosenttia opettajan opetuspuheesta on yhdistänyt toisiinsa eri vaikutuspiirejä. Tulokset olen koonnut taulukkoon alla (TAULUKKO 5-2).

Havaintomateriaalissa nähdään selkeä ero sen välillä, miten paljon eri opettajat oppitunneillaan puhuvat: lausumia mahtuu kahteen oppituntiin vajaasta kahdestasadasta lähes kolmeensataan. Opetuspuheesta pyöristettynä 35–49 % on liittänyt toisiinsa eri vaikutuspiirejä, ja 14–28 % on ollut summavaikutuspiiriä ”teoreettinen” + ”konkreettinen”.

[11] Microsoft Excel 2007

Taulukko 5-2: Opettajien opetuspuheen lausumat yläasteen 9. luokan teho-oppituntien aikana. Lausumista on eroteltu ne lausumat, jotka sisältävät kahden vaikutuspiirin opetuspuhetta.

Opettaja	Opetuspuhetta sisältäviä lausumia	Kahden vaikutuspiirin lausumia	Kahden vaikutuspiirin lausumia (%)	Summavaikutuspiirin ”teoreettinen” + ”konkreettinen” lausumia (%)
”1”	253	89	35 %	14 %
”2”	282	139	49 %	21 %
”6”	178	76	43 %	14 %
”23”	283	140	49 %	28 %
”27”	229	105	46 %	14 %

5.1.2 Summavaikutuspiirin ”teoreettinen” + ”konkreettinen” käyttämisen vaikutus oppimistuloksiin

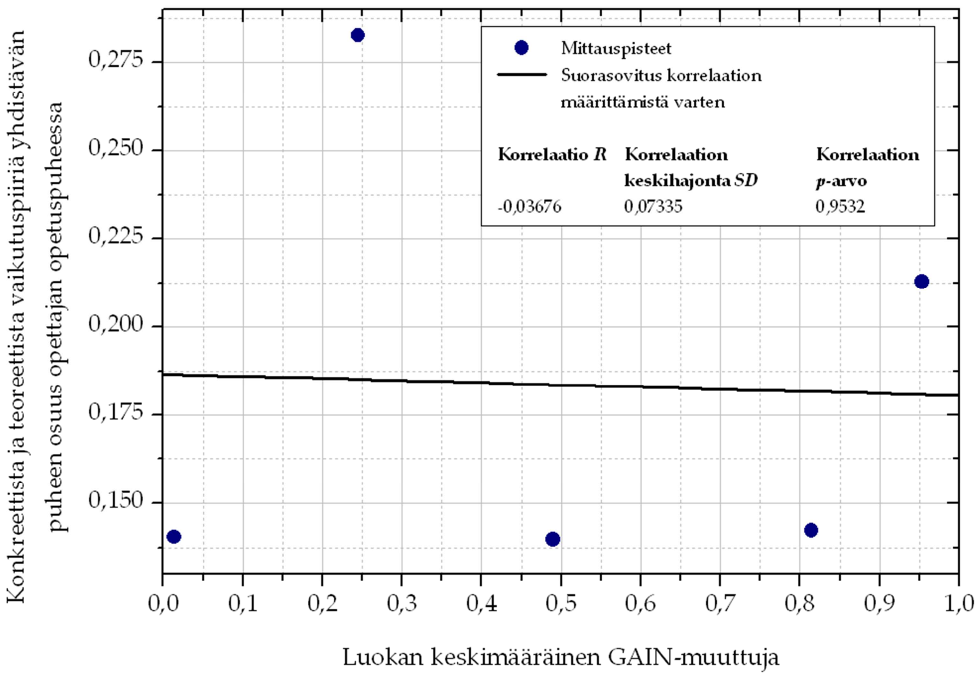
Konkreettisen ja teoreettisen vaikutuspiirin yhdistämisen vaikutusta fysiikan opetukseen on tutkittu mm. yliopisto-opiskelijoilla (Meij ja de Jong 2006). Mainitussa tutkimuksessa painoarvo oli erilaisilla visuaalisilla esitystavoilla.

Opiskelijoiden ongelmanratkaisukykyjen osoitettiin paranevan eniten opetuksen sisältäessä sekä konkreettisia että teoreettisia moodeja. Tarkastelen korrelaation avulla, voisiko sama tulos pitää paikkansa jo yläasteikäisillä: kuvaaja korrelaation määrityksestä on alla (KUVA 5-1).

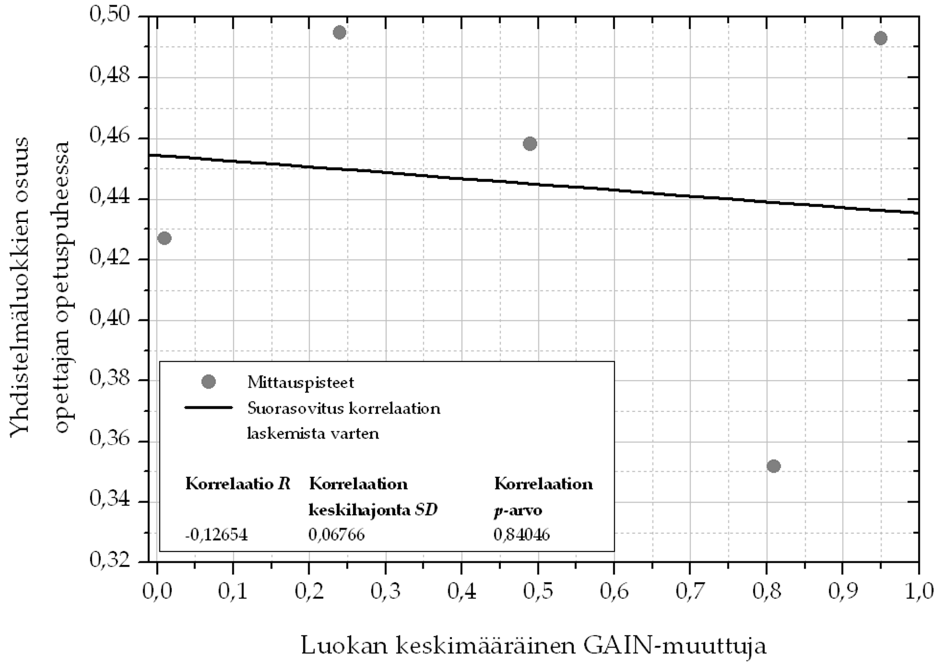
Tuloksena on täysin merkityksetön korrelaatio: $R = -0{,}037$ p-arvolla 0,95. Näyttäisi siis siltä, etteivät yläasteikäiset opiskelijat olisi vielä valmiita yhdistelemään teoreettista vaikutuspiiriä fysiikan konkreettiseen puoleen.

5.1.3 Opettajan opetuspuheen summavaikutuspiirien käyttö oppimistulosten selittäjänä

Toisena tutkimushypoteesina arveltiin runsaan summavaikutuspiirien käytön opetuspuheessa vaikuttavan positiivisesti oppimistuloksiin. Niinpä vertasin opettajien summavaikutuspiirejä sisältävien lausumien osuutta GAIN:eihin. Graafinen esitys tuloksista on kuvana (KUVA 5-2): korrelaatiokertoimeksi saatiin $R = -0{,}13$ p-arvolla 0,84, mikä vastaa mitätöntä korrelaatiota. Otoksen perusteella oppimistulosten kannalta ei siis ole merkitystä sillä, yhdisteleekö opettaja opetuspuheessaan eri vaikutuspiirejä toisiinsa.



Kuva 5-1: Opettajien käyttämän summavaikutuspiirin "teoreettinen" + "konkreettinen" osuus oppimistulosten funktiona. Havaitaan täysin olematon korrelaatio, eli opettajan teoreettista ja konkreettista vaikutuspiiriä yhdistelevällä puheella ei ole minkäänlaista merkitystä oppimistulosten kannalta.

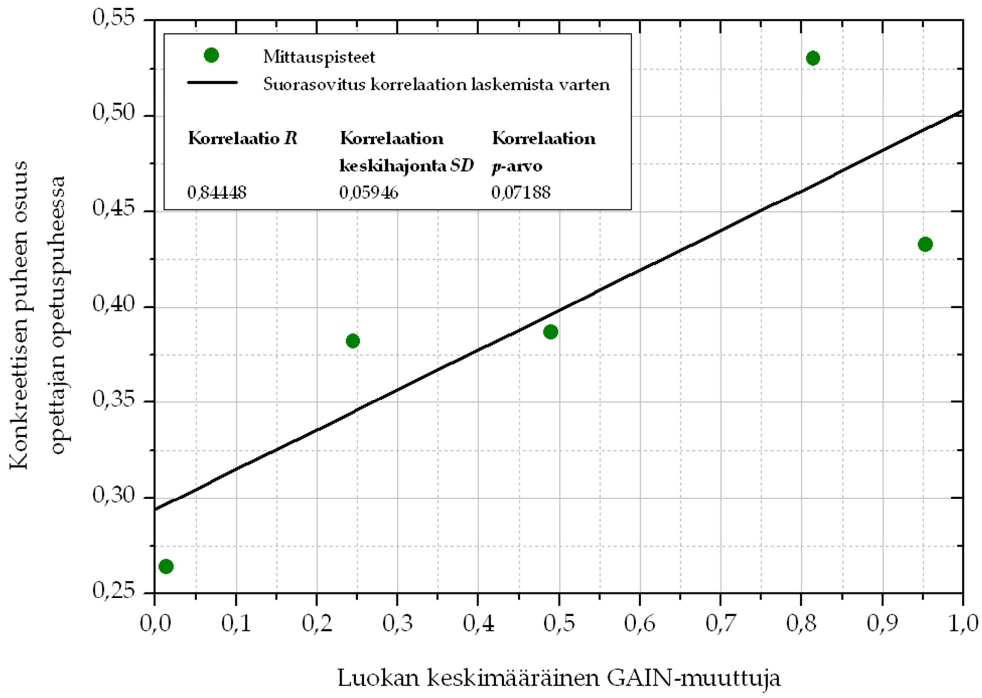


Kuva 5-2: Oppimistulokset opetuspuheen summavaikutuspiirien prosenttiosuuden funktiona. Korrelaatiokerroin on –0,12654 *p*-arvolla 0,84046, eli oppimistulosten kannalta ei ole mitään merkitystä sillä, kuinka paljon tai vähän opettaja käyttää opetuksessaan summavaikutuspiirejä.

5.1.4 Yksittäisten vaikutuspiirien osuus opetuspuheessa oppimistulosten selittäjänä

Aiempien hypoteesien epäonnistuttua tarkastelen oppitunteja vielä kolmannestakin näkökulmasta. On voitu osoittaa, että ihmisen ajattelu ja fysiikan ratkaisumallit ovat pohjimmiltaan konkreettisia (Reeves ja Weisberg 1993): Reevesin mukaan opiskelijat käyttävät fysikaalisissa ongelmanratkaisuissaan nimenomaan käytännönläheisiä, aiemmin koeteltuja metodeja. He hyötyvät uusien periaatteiden opetuksessa eniten siitä, että heille tarjotaan konkreettisen sisällön lisäksi tätä konkreettisuutta selittäviä abstrakteja malleja.

Koska konkreettisuus näyttäisi tämän perusteella olevan opetusta hyödyntävä tekijä, voisiko paljon konkreettista vaikutuspiiriä sisältävä opetus korreloida positiivisesti oppimistuloksiin? Aloin selvittää tätä laskemalla kultakin oppitunnilta kaikki opettajan puhtaan konkreettiset puheaktit ja sellaiset



Kuva 5-3: Opettajien konkreettista vaikutuspiiriä sisältävien opetuspuhuntojen osuus suhteessa oppimistuloksiin: havaitaan selkeä ja kohtuullisen vahva korrelaatio 0,84 p-arvolla 0,071. Opettajien kannattaa siis tämän tuloksen perusteella käyttää runsaasti konkreettisen vaikutuspiirin opetuspuhetta fysiikkaa opettaessaan.

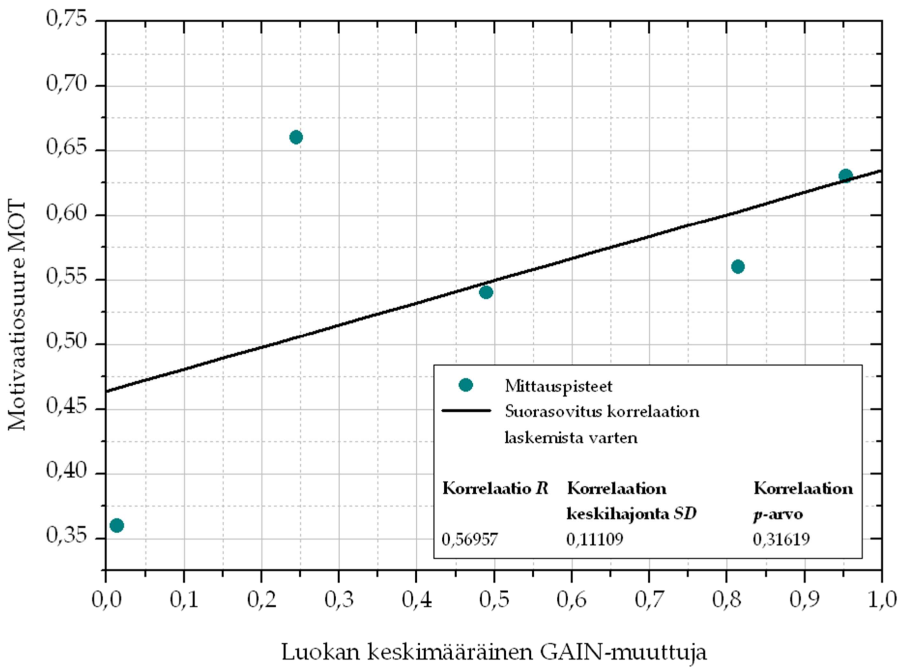
summavaikutuspiirilausumat, joiden toisena komponenttina on ollut konkreettinen vaikutuspiiri. Vertaan sitten opettajakohtaisia konkreettisen puheen prosenttiosuuksia luokkakohtaisiin GAIN-muuttujiin. Taulukko konkreettisen puheen osuuksista on LIITTEESSÄ 3, ja itse korrelaation määritys on esitetty yllä (KUVA 5-3).

Tulos on erittäin positiivinen: korrelaatio konkreettisen opetuspuheen osuuden ja oppimistulosten välillä on $R = 0{,}84$ p-arvolla 0,071, mikä vastaa jo vahvaa korrelaatiota, ja jopa p-arvo on hyvin lähellä maagista < 0,05:n rajaa. Tuloksen positiivisuudesta innostuneena määritin samanlaiset kuvaajat myös muiden vaikutuspiirien kokonaisosuuksista GAINin funktiona. Nämä loput kuvaajat ovat LIITTEENÄ 3, muttei niissä ole enää tällaisia selkeän hyviä tuloksia. Yksi ajatuksia herättävä mahtuu kuitenkin mukaan: yllättäen yhtälöiden/symbolien vaikutuspiirin runsas käyttäminen opetuspuheessa näyttäisi korreloivan merkittävästi opetustuloksiin – mutta käänteisenä! Mainittu korrelaatio on $R = -0{,}75$ p-arvolla 0,14.

5.1.5 Oppilaiden motivaatio oppimistulosten selittäjänä

Opiskelijoiden motivaatio on useissa tutkimuksissa (esim. kansainväliset PISA ja TIMSS) havaittu hyvin tärkeäksi tekijäksi oppimistuloksia tarkasteltaessa. Kullekin tutkimalleni koululuokalle oli aiemmin selvitetty luokkakohtaiset MOT-suureet, jotka kuvaavat opiskelijoiden innostusta ja motivaatiota fysiikan opiskelua kohtaan. Näiden suureiden avulla voidaan selvittää, millainen korrelaatio on tässä otoksessa vallinnut opiskelijoiden motivaation ja oppimistulosten välillä.

Kuvaajassa alla (KUVA 5-4) on esitetty MOT GAIN-suureen funktiona. Korrelaatiokertoimeksi saadaan $R = 0{,}57$ p-arvolla 0,32, mikä tarkoittaa sitä, että motivaatio ja oppimistulokset korreloivat kohtalaisesti.



Kuva 5-4: Oppimistulokset oppilaston motivaatiosuureen MOT funktiona. Korrelaatiokerroin on $R = 0{,}57$ p-arvolla 0,32, mikä tarkoittaa sitä, että muuttujien välillä on kohtalainen korrelaatio.

5.1.6 Oppilaston puhetyypit koodatuissa oppitunneissa

Oppilaston puheita koodatessani havaitsin, että oppilaston vastaukset tuntuivat hyvin usein sisältävän vain yhtä vaikutuspiiriä. Päätin opettajan puheen lisäksi tutkia myös tätä luokkahuonepuheen aspektia, ja laskin oppilaston lausumista summavaikutuspiirilausumien prosenttiosuudet. Tulokset ovat taulukoituna alla (TAULUKKO 5-3).

Näyttää siltä, että oppilaston vastauksissa on hyvin vähän summavaikutuspiirejä. Niiden prosenttiosuus oppilaston lausumista on vain 4–8 %.

Muotoilemani hypoteesin mukaan opettajan kysymykset ovat usein vastausta ohjaavia: tällöin opettaja siis pakottaisi oppilaston vastaukset yksittäisiin vaikutuspiireihin.

Tätä hypoteesia testatakseni katselin uudestaan opettajan ”1” jälkimmäisen teho-oppitunnin. Opettaja kysyi oppilastolta yhteensä 42 kysymystä. Näistä 35 ohjasi oppilaston johonkin yksittäiseen vaikutuspiiriin. Esimerkiksi

OPETTAJA1: montako sekuntia on tunnissa, (0.6) montako sekuntia, (0.5) tunnissa

Taulukko 5-3: Oppilaston opetuspuheen lausumat yläasteen 9. luokan teho-oppituntien aikana. Lausumista on eroteltu ne lausumat, jotka sisältävät kahden vaikutuspiirin opetuspuhetta.

Oppilasto luokasta	Opetuspuhetta sisältäviä lausumia	Kahden vaikutuspiirin lausumia	Kahden vaikutuspiirin lausumia opetuspuheesta (%)
”1”	102	4	3,9 %
”2”	117	7	6,0 %
”6”	64	5	7,8 %
”23”	102	8	7,8 %
”27”	71	6	8,4 %

ja

OPETTAJA1: paljonko (.) mahtaa mennä | | sähköenergiaa >tuotani< päivässä (0.4) montako kilowattituntia hhh

Kumpikin esimerkki pakottaa oppilaston vastauksen vaikutuspiiriin ”luvut”. Opettajan kysymyksistä peräti 83 % on muotoiltu tähän tapaan, mikä selittää varsin tehokkaasti oppilaston vähäisen taipumuksen käyttää puheessaan summavaikutuspiirejä.

Esittelen lisäksi kaksi esimerkkiä opettajan harvinaisemmasta ei-ohjaavasta kysymystyypistä:

OPETTAJA1: milläs eri tavalla suomessa t- (0.3) tuotetaan sähköö,

ja

OPETTAJA1: pystyisit<tekö te kattomaan >tuotani sen< televisioluva (0.6) verran eli kahe- (0.4) neljä euro: eestä viikossa (0.3) televisioo (0.4)| |onko=mahollista,

Ensimmäinen näistä on kenties puoliohjaava kysymys, sillä se todennäköisesti ohjaa oppilaston lausumaan konkreettisia sähköntuottovaihtoehtoja, esimerkiksi ”turve”, ”ydinvoima” ja ”tuulivoima”. Vastaukseksi kelpaisi myös jonkinlainen sähköntuoton prosessien kuvaus, joka voisi sisältää mielivaltaisia vaikutuspiirejä.

Jälkimmäinen esimerkki on oppilastolle huomattavasti vapaampi. Tietenkin siihen on mahdollista vastata yhdellä sanalla ”joo” tai ”ei”, mutta kunnollinen vastaus voi sisältää vaikkapa esimerkkilaskun ääneen lausumisen tai yleistä pohdintaa aiheesta.

5.2 Videoanalyysijärjestelmän luotettavuuden testaaminen

Koodasimme pro gradu -ohjaajani Jussi Helaakosken kanssa kumpikin saman oppitunnin testataksemme koodausoppaani laatua ja objektiivisuutta. Näitä voidaan arvioida LUVUSSA 2.1.3 esitellyllä Cohenin kappa -suureella.

5.2.1 Kappa-arvojen vertailu minun ja pro gradu -ohjaajani koodauksissa

Täydelliset kappa-laskut olen laittanut tämän tutkielman LIITTEEKSI 2. Cohenin kappa laskettiin erikseen kullekin koodauksen pääluokalle: asiasisältö, puhuja, lausuma 1, lausuma 2 ja arkipuheen tyypit. Tulokset on koottu taulukkoon (TAULUKKO 5-4).

Asiasisällön ja puhujan osalta voidaan katsoa koodausoppaani onnistuneen loistavasti. Hyvän oppaan määrittelee kappan arvo $K \geq 0,6$, joka ylittyy näillä molemmilla selvästi. Myös arkipuhetyypeissä päästään vaaditun kappa-arvon ylitse.

Sen sijaan kumpikin lausumaluokka näyttää jäävän vaaditun kappa-arvon alapuolelle. Näistä lausuma 1 voitaneen "pelastaa", sillä kappa laskettiin nopeimmalla mahdollisella tavalla, mikä todennäköisesti huonontaa saatua tulosta jonkin verran. Ensimmäinen huonontava tekijä koskee luokan "puheesta ei saa selvää" käyttämistä. Tähän luokkaan koodataan tilanteissa, jossa koodaaja ei syystä tai toisesta kuule, mitä kyseisessä jaksossa tarkkaan ottaen sanotaan. Jos toinen koodaaja on mielestään varma jakson sisällöstä, koodauksiin syntyy kappaa huonontava eroavuus. Tämä ero ei kuitenkaan johdu koodausoppaan huonoudesta; "syy" on koodaajissa.

Toinen kappaa huonontava tekijä on se, että koodausdataa ei puhdistettu niiltä osin, joissa toinen koodaaja oli koodannut opetuspuhetta ja toinen esimerkiksi järjestelypuhetta tai hiljaisuutta. Tällöin koodaajille tulee väistämättä eroa myös puhuja- ja lausumaluokkiin. Nämä jälkimmäiset erot eivät seuraa koodausoppaan huonoudesta; tarkemmassa tutkimustyössä ne voitaisiin eliminoida pois kappaa pienentämästä.

On teoriassa mahdollista, että ottamalla edellä mainitut muutokset huomioon kappa saattaisikin yhä huonontua, sillä korjaukset tehtäisiin poistamalla koodausjoukosta alkioita. Tällöin yksittäinen todellinen jäljelle jäävä koodausvirhe saa suuremman painoarvon: tilannetta voi verrata siihen, että yksi virhe 11 alkion joukossa on 9 % arvoinen, mutta yksi virhe kymmenen alkion joukossa jo 10 %.

Käsittelen seuraavissa alaluvuissa huonoimpia kappa-arvoja saaneita pääluokkia. Yritän analysoida merkittävimpiä syitä minun ja ohjaajani koodausten eroavaisuuksille.

Taulukko 5-4: Koodausoppaan testauksessa lasketut kappa-arvot

	Pääluokka	Cohenin kappa
1.	Asiasisältö	0,724
2.	Puhuja	0,665
3.	Lausuma 1	0,598
4.	Lausuma 2	0,535
5.	Arkipuhetyypit	0,609

5.2.2 Erot pääluokkaa Lausuma 1 koodattaessa

Lausuma 1 on kahdesta eri lausumakoodauksesta koodaajalle huomattavasti helpompi tapaus. Suurin osa monimutkaisemmista koodaussäännöistä ja -tilanteista koskee lausumaa 2.

Yhteiskoodattu oppitunti sisältää kummankin koodaajan mielestä vain kymmentä eri lausumaluokkaa. Niitä on yhteensä 22 [12], eli vain noin puolta

[12] 21 luokkaa ja niiden lisäksi ”ei opetuspuhetta” -luokka

käytettiin oppitunnin aikana – tämä saattaa indikoida sitä, että koodattu oppitunti oli ehkä koodauksen kannalta helppo. Tällöin kappan arvot saattavat painottua liian hyviksi, koska koko koodausopas ei tule koetelluksi koodauksen aikana. Toisaalta yhteensä kuusi koodausluokkaa sisältää yläasteopetuksessa erittäin harvinaista kuvaajien vaikutuspiiriä, joten näitä luokkia ei juuri voida odottaa koodauksissa esiintyvän.

Tarkasteltaessa LIITTEEN 2 ”lausuman 1” kappataulukkoa havaitaan yhden eron olevan ylitse muiden. Ohjaajani Jussi on koodannut summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit” yhteensä 19 kertaa ja minä vain 12 kertaa. Koodauksemme yhtyivät tässä vaikutuspiirissä ainoastaan 7 kertaa; Jussin koodatessa tätä summavaikutuspiiriä minä olen koodannut neljästi puhdasta lukujen vaikutuspiiriä, kolmasti puhdasta vaikutuspiiriä ”yhtälöt/symbolit” ja kolmasti summavaikutuspiiriä ”konkreettinen” + ”luvut”.

Pelkästään näitä lukuja tarkastelemalla näyttää siltä, että minun koodaukseni saattaisi olla jollain tapaa ”syvemmän tason koodausta” – olen ehkä koodannut sellaisia nyanssieroja, joita Jussi ei ole jaksoissa nähnyt. Tämä on hyvinkin mahdollista, koska olen koodannut tällä systeemillä huomattavasti Jussia enemmän. Toisaalta ero voi myös tarkoittaa sitä, että olen luonut itse itselleni ”hiljaista koodausohjeistoa” – kriteereitä, jotka eivät näy koodausoppaassa, mutta joiden perusteella olen silti erotellut havaintojani.

Ristiriitoja summavaikutuspiirin ”luvut” + ” yhtälöt/symbolit” koodauksissa käsittelen tarkasti LUVUSSA 5.3. Pyrkimyksenäni on saada selville, onko jokin yksittäinen seikka tuottanut eroja koodauksiimme, vai onko kysymyksessä ehkä pelkkä ”sattumien suma”.

5.2.3 Erot pääluokkaa Lausuma 2 koodattaessa

Lausuma 2 sai kaikkein huonoimman kappa-arvon. Eräs kappaa huonontava tekijä korostuu nimenomaan tämän pääluokan kanssa: toisinaan täyteen ahdetuissa jaksoissa saattavat sekä opettaja että oppilasto puhua useita kertoja. Näissä jaksoissa haparointi lausuma- tai alilausumajaon kanssa saattaa tuottaa tilanteen, jossa toinen koodaaja koodaa lausumaksi 2 oppilastoa ja toinen koodaaja opettajaa. Koska opettaja ja oppilasto todennäköisesti puhuvat eri vaikutuspiirien asioita, tämä tuottaa eroavaisuuksia koodauksiin.

Käyttämämme helpoin tapa laskea kappa-arvot ei korjaa tästä syntyvää virhettä; menetelmässä eri pääluokkien kappat lasketaan erillisinä, vaikka niiden välillä on tämä mainittu riippuvuus.

LIITTEEN 2 ”lausuman 2” analyyseistä havaitaan, että kaikkein suurin hajonta löytyy ensimmäisestä sarakkeesta ja rivistä; kun toinen koodaajista on koodannut luokkaa ”ei opetuspuhetta”, toinen onkin koodannut jotain vaikutuspiiriluokkaa. Mielenkiintoisena yksityiskohtana kumpikin koodaaja on useimmin kirjannut ”puhtaan konkreettista” puhetyyppiä tilanteissa, joissa toinen koodaaja ei ole havainnut opetuspuhetta lainkaan.

Muutoin aineistosta ei pysty tekemään tämän enempää yhteenvetoa; loput koodauksen erot ovat enimmäkseen yksittäisiä poikkeuksia.

5.2.4 Erot pääluokkaa ”arkipuhetyypit” koodattaessa

Pääluokka ”arkipuhetyypit” päätyi kappan suhteen juuri ja juuri ”kuiville”; kappan arvoksi saatiin 0,609, kun hyväksyttävä tulos on $K > 0{,}6$. Aineistoa silmäilemällä näyttää siltä, että hajonta on tässä luokassa suurempaa kuin muissa pääluokissa. Erityisesti vaikeuksia näyttää tuottavan erottelu yhteiskunnallisiin asioihin ja arkipäivän sovelluksiin.

Tämä ei varsinaisesti yllätä minua, sillä pidin tätä rajanvetoa erityisen hankalana – ja nyt koodaustuloksista käy selväksi, että hiontaa olisi yhä pitänyt jatkaa. Koodaajilla on selvästi ollut toisistaan eriävät rajanvedot käytössään; jos Jussi on koodannut ”arkipäivän sovellukset”, minä olen huomattavan usein koodannut saman jakson ”yhteiskunnallisiin asioihin” – mutta jos minä olen koodannut ”arkipäivän sovellukset”, ei Jussi ole kertaakaan koodannut samaa jaksoa ”yhteiskunnallisiin asioihin”.

Näyttää siis siltä, että toinen meistä on koodannut jonkun muun mielikuvan kuin koodausoppaan mukaan – tämä taas mitä luultavimmin johtuu liian leväperäisestä rajanvedosta luokkien välillä.

5.3 Koodausristiriitoja – analyysiesimerkkejä

Kuten edellisessä luvussa mainitsin, suurimmat koodauksen erot tulivat vastaan summavaikutuspiiriluokassa ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt”. Jussi oli koodannut tähän vaikutuspiiriin useita sellaisia kohtia, joissa minä olin koodannut (useimmiten) jotakin puhdasta vaikutuspiiriä.

Etsin seuraavaksi yhteiskoodatusta oppitunnista kaikki tapaukset, joissa tämä mainittu summavaikutuspiiri aiheuttaa ristiriidan kappaa laskettaessa. Esitellyt litteraatit ovat tyypillisesti otteita laajemmasta kokonaisuudesta, jotta lukijan on mahdollista saada käsitys ristiriitaisen lausuman kontekstista. Täsmällinen ristiriidan paikka on korostettu vihreällä värillä.

5.3.1 Esimerkki 1: yksikkömuunnoksia ja käsite ”kilo”

OPETTAJA5: yks kilowattitunti hh (0.3) kirjotetaan se | | (10.0) ((opettaja kirjoittaa taululle ”1 kWh = 1 kilowattitunti”, oppilastossa puheensorinaa)) | | (0.4) muutetaapas se jouleiks sitte hh (0.5) kilowattitunti (0.3) muuttakaa jouleiks (2.4) | | (10.0) ((opettaja odottaa vastausta luokalta)) | | (2.3) miten muutetaa? (7.4) | | (2.9) no mitä tehää et saadaan tuo jouleiks (1.2)

OPPILASTO: no (0.3) muutetaa se jouleiks

OPETTAJA5: no miten | |

OPPILASTO:	no kerro sinä (0.6) kyllä me tiietään mut sä et pysty [((päällekkäispuhuntaa yksittäisten tavujen verran toisilta oppilailta ja opettajaltakin ”ni” – kokonaisuudesta ei saa selvää))] (~2.5)
OPETTAJA5:	no mikäs se kilo oli (2.4)
OPPILASTO:	tuhat | |

Jussi on tulkinnut, että opettajan ”se” ja ”tuo” kolmessa ensimmäisessä vihreällä korostetussa lausumassa viittaa kokonaisuuteen ”1 kWh”, kun taas minä olen tulkinnut opettajan viittaavaan pelkästään symboliin ”kWh”. Lisäksi Jussilla oli tässä kohtaa epäröinti kommenteissaan: ”vai puhdas yhtälöt/symbolit?”.

Tämä on minusta ”hyväksyttävä tulkinnallinen ero”, mutta esimerkiksi tässä nimenomaisessa koodauksessa juuri tämä ero tuottaa merkittävän huononnuksen kappaan: sama tulkintaerimielisyys aiheuttaa ainakin kolme virhettä.

Sen sijaan viimeinen riitatapaus täytyy käsitellä koodausoppaan pohjalta: lausuma ”no mikäs se kilo oli” olisi ehdottomasti symboleja, koska lausuttu ”kilo” on tasan sama asia kuin symboli ”k”. Koodausoppaaseen on jäänyt ikävä bugi, joka selittänee Jussin koodauksen. Koodausoppaan LUVUSSA 2.3.18 lukee:

> ”Sen sijaan pelkkä luettelu ’milli ja sentti ja mikro’ on sama kuin luettelisi NUMEROITA (LUOKKA 3)” (korostus on oppaassa).

Tässä määritelmässä ei ole mitään järkeä, ja se lienee vahinkoremnantti menneiltä ajoilta. En ole koodannut tämän ajatuksen mukaan hyvin pitkään aikaan – jos koskaan – mutta Jussi lienee tällä perusteella laittanut ”kilon” lukujen vaikutuspiiriin. Koska kilo on millä tahansa logiikalla luvun 1000 symboli, korjaan tämän virheen ehdottomasti koodausoppaan lopulliseen versioon LIITTEESEEN 4.

5.3.2 Esimerkki 2: yksiköistä puhuminen on luvuista puhumista

OPETTAJA5: [montako sekuntia on] tunnissa hh (1.2) montako sekuntia [(0.9)] tunnissa

OPPILASTO: [sehä just sano]
[nii]

Jussi on koodannut tämän summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt”, minä olen koodannut sen teoreettiseen vaikutuspiiriin. Minulla on aivan selvästi osunut hiiren osoitin väärään vaikutuspiiriin, sillä tämä ei mitenkään ole teoreettista vaikutuspiiriä. Olen varma, että minun on pitänyt koodata tämä puhtaaseen vaikutuspiiriin ”symbolit/yhtälöt” koodausoppaan LUVUSSA 2.3.6 olevan kohdan perusteella:

> ”Yksiköistä puhuminen ilman lukuja on aina symboleista puhumista.”

Koodausikkunaa vieritettäessä on erittäin helppo osua hiirellä vahingossa vierityspalkin ulkopuolelle, mistä on seurauksena aikaisemman koodauksen vaihtuminen joksikin muuksi.

Jussi saattaa olla koodannut lukuvaikutuspiiriä symbolien lisäksi siksi, että opettajan puhe ohjaa oppilaston vastaamaan puhdasta lukua. Koodausoppaassa kuitenkin sanotaan, että vastausta ohjaava kysymys koodataan vastauksen luokkaan vain, jos kysymys on ”piirteetön”. Näyttää siltä, että Jussikin on koodannut tässä samassa jaksossa virheellisesti.

5.3.3 Esimerkki 3: huomiotta jätetty visuaalinen vaikutuspiiri

OPPILASTO: monta nollaa siinä on (.) onksiinä viis (0.4) | |

OPETTAJA5: viis (0.3) nolla (2.1) niinku on=noissa kerrottavissaki, ((opettaja osoittaa taululle))

Minä olen koodannut opettajan lausuman puhtaaseen lukujen vaikutuspiiriin. Jussi sen sijaan on koodannut summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit”. Pystyn perustelemaan oman koodaukseni, mutta näyttää siltä, että Jussi on koodannut paremmin. Videolta ei käy eksplisiittisesti ilmi, että opettaja osoittaa kertolaskuun, mutta kyseinen lasku on näkynyt aikaisemmin videolla. Näin ollen koodaajan pitäisi pystyä päättelemään opettajan osoituksen kohde. Kertolasku kuuluu ”yhtälöiden/symbolien” vaikutuspiirin, ja superpositiolla koodaus menee kuin Jussilla.

Tässä kohtaa vika ei siis ole ollut koodausoppaassa vaan koodaajassa.

5.3.4 Esimerkki 4: koodausoppaan ambivalenssia

OPPILASTO: paljo=menee (0.3) vuodessa rahaa sähkölaskuun

OPETTAJA5: <ei::h>ä >siinä ny paljoo< tuu jos< (0.4) mietippä sitä (.) kakstoistatuhatta (.) kilowattituntia (.) kymmenen senttii || kilowattitunnilta ((opettaja osoittaa taululle ylimalkaisesti ”olkansa ylitse”, mielestäni edes oppilaat eivät voi päätellä, mihin osoitus kohdistuu. Tulkitsen eleen niin, että opettaja tähdentää mainittujen lukujen olevan myös taululla näkyvillä)) (0.4) paljoko menee /rahaa,

Jussi on koodannut tämän ”lukujen” + ”yhtälöiden/symbolien” summavaikutuspiiriin, minä taas summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”konkreettinen”. Opettaja yhdistää konkreettisen kysymyksen: ”paljonko menee rahaa?” numeroihin, joista vastaus voidaan laskea. Litteroinnista näkyykin, että olen tulkinnut opettajan ylimalkaisen osoituksen taulun suuntaan lähinnä huomautukseksi oppilaille siitä, että ”nämä mainitut luvut ovat myös taululla”.

Koodausoppaan LUVUSSA 2.3.18 on sääntö, jonka perusteella uskon Jussin koodanneen tämän lausuman summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt”. Koodausopas sanoo:

> ”Jos lausuman sisältö on mahdollista kirjoittaa ’matemaattiseksi lausekkeeksi, jossa esiintyy myös lukuarvoja’, koodataan tähän luokkaan.”

Jussi lienee siis ajatellut, että opettajan lausuma voidaan kirjoittaa matemaattiseen muotoon

$$12000 \text{ kWh} \cdot 0{,}10 \ {}^{€}\!/\!_{\text{kWh}} = x \ €,$$

jolloin Jussinkin koodaus olisi koodausoppaan mukainen. Toisaalta tällä tavalla jää konkreettinen osa – ”paljonko rahaa menee” – täysin koodaamatta.

Käsittelen tätä ambivalenssia johtopäätöksissä, ja esitän siellä korjausehdotuksen manuaaliin.

5.3.5 Esimerkki 5: Monimutkainen opetuskokonaisuus ristiriitaisesti koodattuna

OPPILASTO: kakssataa (.) no (0.3) kertaa (.) kakskytä

OPETTAJA5: nii tuollaha on tuo (0.5) teho lasketaan (0.3) tai <u>te</u>hosta laske[<u>taa</u>n] ((samalla opettaja alleviivaa yhtälön E = Pt))

OPPILASTO: [no] ei si||he

OPETTAJA5: <u>työ</u> >samalla=siitä=tulee< energiaki (0.9) ((oppilaston lyhyt nauru tauon aikana)) elikkä (0.7) kaksataa wattia (0.8) ke||rtaa kakskyt tuntia. ((tauon opettaja kirjoittaa taululle laskua, ja samaan aikaan oppilasto sanoo jotain ~kahden sanan verran, mutta en saa selvää)) neljätuhatta <u>wat</u>tituntia,=mitäs t<u>uo</u>lle nyt pitäs tehä || ku tämä ((opettaja alleviivaa samalla taululta tekstin x = 10 snt/kWh)) tiedetään.

Tässä on monen lausuman kokonaisuus, josta kuvailen ensin sanallisesti, miten minä ja Jussi koodasimme sen. Tämän jälkeen olen koonnut sanalliset havainnot taulukkoon (TAULUKKO 5-5). Käytän eri värejä erottelemaan koodatut lausumat toisistaan (musta tarkoittaa, ettei kyseistä puhetta ole koodattu mihinkään luokkaan).

Minun koodaukseni:

Ensimmäiseen jaksoon olen koodannut sekä oppilaston että opettajan puhetta. Oppilasto lausuu tyylipuhtaan ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit” -summavaikutuspiirin, jossa ei juuri tulkinnanvaraa ole. Opettajalle koodasin summavaikutuspiirin ”teoreettinen” + ”symbolit/yhtälöt”; lausuma pitää sisällään kokonaisuuden ”tehosta lasketaan työ, ja samalla siitä tulee energia”. Puhe on puhtaan teoreettista vaikutuspiiriä, ja yhtälöt/symbolit-vaikutuspiiri syntyy visuaalisena opettajan alleviivatessa taululta yhtälön $E = Pt$.

Seuraavan jakson ajan olen koodannut hiljaisuutta, koska edeltävä lausuma oli ajallisesti enimmäkseen aiemmassa jaksossa. Tässä jaksossa alkaa neljän sekunnin kohdalla seuraava pitkähkö lausuma, joka täytyy hajottaa alilausumiin. Ensimmäinen alilausumakokonaisuus on sanallisena lausuttu lasku

$$200\ \mathrm{W} \cdot 20\ \mathrm{h} = 4000\ \mathrm{Wh},$$

joka on tyyppiesimerkki summavaikutuspiiristä ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit”. Se sijoittuu ajallisesti enemmän seuraavaan jaksoon, jossa on myös tämän lausuman toinen alilausuma ”mitäs tälle (luku) pitäisi tehdä, kun tämä (yhtälö) tiedetään”.

Jälkimmäinenkin alilausuma olisi siis ehdottomasti ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit”, mutta minulta oli jäänyt huomaamatta opettajan suorittama yhtälön alleviivaus – luultavasti siksi, koska se tapahtuu osittain kameran näkökentän ulkopuolella. Jälkimmäisen alilausuman olin koodannut siis pieleen puhtaaseen vaikutuspiiriin ”luvut”.

Jussin koodaus:

Jussilla on kaikkien näiden jaksojen aikana vain opettajan puhetta koodattuna. Ajallisesti Jussilla on seuraavanlainen koodausrakenne:

1. jaksossa Jussilla on koodauksena summavaikutuspiiri ”teoreettinen” + ”yhtälöt/symbolit”
2. jaksossa summavaikutuspiiri ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt”
3. jaksossa lukujen vaikutuspiiri
4. jaksoon on merkitty ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt”.

Pyrin konstruoimaan näistä tiedoista, millaisen rakenteen Jussi on tälle kokonaisuudelle nähnyt. En tiedä, miksei hän ole koodannut oppilaston puhetta ensimmäiseen jaksoon, koska jaksossa olisi ollut toinen lausumapaikka vapaana. Opettajalle sen sijaan on koodattu ”teoreettinen” + ”yhtälöt”, joka vastaa minun koodaustani ja logiikkaani.

Loput puheaktit Jussi on jakanut kolmeksi koodattavaksi lausumaksi, joiden uskoisin koodauksista päätellen menevän näin:

1. ”elikkä 200 W * 20 h”
2. ”4000 Wh”
3. ”mitäs tuolle (4000 Wh) pitäisi tehdä, kun tiedetään tämä (yhtälö)”

Näistä viimeinen on koodattu samalla tapaa kuin minunkin olisi pitänyt koodata, jos olisin huomioinut taulun laidalla tapahtuneen yhtälön alleviivauksen. Näillä päättelyillä pystyn nyt luomaan taulukon (TAULUKKO 5-5).

Analyysi:

Jussi on katsonut, että opettajan puheaktissa oleva laskukokonaisuus katkeaa kahdeksi lausumaksi: ”itse lasku” ja ”vastaus”. Minä en näe tälle varsinaista perustetta; mielestäni on kohtuullisen selvä, että kokonainen lausuma kattaa sekä laskun että vastauksen.

Uskoisin tämän eron johtuvan siitä, että aiemmissa näkemissäni koodausoppaissa on pidetty puheen rytmin taukoja koodauksen rajanvetoina; ennen ”vastaus”-osaa on kohtuullisen pitkä tauko, jonka aikana opettaja kirjoittaa taululle. Minun tulkintani mukaan kirjoitusakti vain venyttää ”laskun lukemista” eikä katkaise lausumaa. Koodausopas tukee tätä ajattelutapaa.

Tässä kokonaisuudessa olevat erot selittyvät siis osaksi koodauksessa tapahtuneiksi koodausoppaan vastaisiksi virheiksi (Jussilla oppilaston huomiotta jättäminen ja lausuman katkaiseminen kirjoitustauon vuoksi) ja minulla havaintokyvyn puutteellisuus (yhtälön alleviivaamisen huomiotta jättäminen).

Koodausopas toimi siis ongelmitta, mutta koodaajat tekivät virheitä.

Taulukko 5-5: Minun ja Jussin koodausvalinnat LUVUN 5.3.5 oppituntiesimerkissä

<table>
<tr><th>Jakso</th><th>Samin jako</th><th>Jussin jako</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>Oppilasto: kakssataa (.) no (0.3) kertaa (.) kakskytä
Opettaja: nii tuollaha on tuo (0.5) teho lasketaan (0.3) tai tehosta laske[taan] ((samalla opettaja alleviivaa yhtälön E = Pt))
Oppilasto: [no] ei si||he
Opettaja: työ >samalla=siitä=tulee< energiaki</td><td>Oppilasto: kakssataa (.) no (0.3) kertaa (.) kakskytä
Opettaja5: nii tuollaha on tuo (0.5) teho lasketaan (0.3) tai tehosta laske[taan] ((samalla opettaja alleviivaa yhtälön E = Pt))
Oppilasto: [no] ei si||he
Opettaja5: työ >samalla=siitä=tulee< energiaki (0.9) ((oppilaston lyhyt nauru tauon aikana)) elikkä</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>(koodattu hiljaisuus, koska vihreä lausuma oli ajallisesti enemmän jaksossa 1 ja sininen lausuma taas ajallisesti enemmän jaksossa 3)</td><td>(0.7) kaksataa wattia (0.8) ke||rtaa kakskyt tuntia. ((tauon opettaja kirjoittaa taululle laskua, ja samaan aikaan oppilasto sanoo jotain ~kahden sanan verran, mutta en saa selvää))</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>(0.9) ((oppilaston lyhyt nauru tauon aikana)) elikkä (0.7) kaksataa wattia (0.8) ke 0 ja 16||rtaa kakskyt tuntia. ((tauon opettaja kirjoittaa taululle laskua, ja samaan aikaan oppilasto sanoo jotain ~kahden sanan verran, mutta en saa selvää)) neljätuhatta wattituntia,</td><td>neljätuhatta wattituntia,</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>=mitäs tuolle nyt pitäs tehä 16 ja 3|| ku tämä ((opettaja alleviivaa samalla taululta tekstin x = 10 snt/kWh)) tiedetään.</td><td>=mitäs tuolle nyt pitäs tehä || ku tämä ((opettaja alleviivaa samalla taululta tekstin x = 10 snt/kWh)) tiedetään.</td></tr>
</table>

5.3.6 Esimerkki 6: Myös pidemmät ajan yksiköt ovat yksiköitä

OPETTAJA5: mitähän | | televisiolupa vuodessa mahtaa olla (0.6)

OPPILASTO: [kympin] (1.8) vii[skymppiä] (0.6) sata[nen

OPPILASTO: miks pitää [olla,] sellanen (0.8)[kuv=voi] muutenkin kattoo,

OPETTAJA5: ei viiskymppii riitä=ei riitä satanenkaan (0.6)

OPPILASTO: hhhh (.) kakssataa | |

OPETTAJA5: hh no se=o=j:oo, (0.4) reilu kakssataa (5.3) ((tauon aikana yleinen lyhyt hälinä, josta ei saa yksittäisistä puhujista selvää)) mitä s siitä tulee sillon viikkoo kohti (0.8)

OPPILASTO: kaks senttii

OPETTAJA5: kakssataa euroo vuodessa ((opettajan ”d”-äänne on vahvasti liudentunut)) paljoko se on viikkoo kohti=noin kaksataa. (0.4)

OPPILASTO: ei jaksa laskee (.)

OPETTAJA5: pyöristäkää [(0.8)] viikot tasakymmeniin, | |

OPPILASTO: [neljä. euroo,]

Jussi on koodannut ristiriitaiset kohdat ”luvut” + ”symbolit/yhtälöt” -summavaikutuspiirin ja minä ”luvut” + ”konkreettinen” -summavaikutuspiiriin.

Diagnoosina on tässä kohtaa humoristisesti ilmaistuna se, että minä lienen ajatellut kuin humanisti: en ole tajunnut, että ”viikot” ja ”tunnit” ovat tosiasiassa ajan yksiköitä, jotka pitää koodausoppaan mukaisesti koodata ”yhtälöt/symbolit”-vaikutuspiiriin. Jostain syystä koodauksen aikana mielsin ne ”konkreettisiksi asioiksi”; kyseenalaistin itseni vasta nähdessäni Jussin koodauksen. Siltä varalta, että muutkin koodaajat jostain syystä ajattelevat samalla tapaa väärin, lisään huomautuksen koodausoppaan viimeiseen versioon LIITTEESEEN 4.

Olen kuitenkin aiemmin (LUVUT 5.3.1 ja 5.3.2) tunnistanut ajan yksiköt yhtälöiden/symbolien vaikutuspiiriin kuuluviksi, mutta tällöin mukana olikin lyhyempiä ajan yksiköitä (sekunteja ja minuutteja), joita fysiikan laskuissa selvästi useammin käytetään.

5.3.7 Esimerkki 7: Numero-ongelmia

OPETTAJA5: onko mahollista (.)

OPPILASTO: o (0.8)

OPETTAJA5: elikkä ku kakskyt tuntii maksaa nelkyt senttii ((opettaja osoittaa lukua 40 snt)) (1.6) [nni]

OPPILASTO: [kat]too kakskyt tuntia päevässä.

OPETTAJA5: | | (1.4) no eihän se riit[ä (0.6)]kymmenkertanen pitää sa(h)ada $viel-$

OPPILASTO: [kaks]

Minä olen koodannut molemmat korostetut osat puhtaaksi vaikutuspiiriksi ”luvut”; Jussi sen sijaan summavaikutuspiiriksi ”luvut”+”/symbolit/yhtälöt”.

Jälkimmäinen ristiriita on helpompi käsitellä: koodausoppaan LUVUSSA 2.3.19 on maininta siitä, että ilmaisu ”kaksinkertainen” määritellään kuuluvaksi puhtaaseen vaikutuspiiriin ”luvut”. Olen koodannut tämän ohjeen mukaan, ja Jussi on ilmeisesti käsittänyt ilmaisun muodossa ”kaksi [kertomerkki] aiempi luku”. Koodausopas on siis minun puolellani, mutta tätä kirjoittaessani minusta tuntuu siltä, että lukujen vaikutuspiiriä olisi syytä määritellä vähän paremmin tuleviin koodausoppaan versioihin. Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää tähän ongelmia tuottaneeseen ilmaisuun ”*n*-kertainen”.

Esimerkin ensimmäinen ristiriita sen sijaan on hieman ongelmallisempi, koska siinä kohdataan uudestaan jo LUVUSSA 5.3.4 käsitelty tilanne. Minusta ristiriitaisessa lausumassa puhutaan puhtaista luvuista. Jussi on kuitenkin nähnyt sen yhtälöriippuvuutena ”40 snt / 20 h”, jolloin se koodausoppaan LUVUN 2.3.18 mukaan koodataan juuri niin kuin Jussi sen on koodannut. Tämäkin tilanne on siis ambivalentti: sama tilanne voidaan koodausoppaan perusteella lajitella kahteen eri luokkaan.

6 Johtopäätökset

Johtopäätösosion olen jakanut kahteen alalukuun, joista ensimmäinen (LUKU 6.1) koskee koodausopasta ja siihen mahdollisesti jonkun tulevaisuudessa tekemiä parannuksia; käsittelen ajatuksia ja ideoita, joita kappakoodaus ja koodausristiriitojen tutkiminen on minussa herättänyt. Esittelen myös muutamia tarkkarajaisia parannuksia ja muutoksia koodausoppaaseen. Osa näistä on niin yksinkertaisia, että olen jo sisällyttänyt ne koodausoppaan viimeiseen versioon LIITTEESSÄ 4.

Toinen osa (LUKU 6.2) koskee koodausoppaan avulla tekemääni pienoistutkimusta, jossa etsin yhteyksiä oppimistuloksiin opiskelijoiden motivaatiosta ja opettajan oppitunneilla käyttämistä puhetyypeistä. Analysoin laskemiani korrelaatioita, ja pohdin lopuksi opettajien esittämiä kysymyksiä ja niiden merkitystä oppilastolle.

6.1 Yleisiä pohdintoja koodausoppaasta

Kun ottaa huomioon sen, miten vähän minä ja pro gradu -ohjaajani loppujen lopuksi teimme yhteistyötä tämän tutkimukseni aikana, voidaan todeta koodausoppaani jopa ylittäneen odotukset; kappa-arvot olivat suhteellisen hyvät jo ensimmäisellä (ja ainoalla) kokeilukoodauksellamme.

Todellisuudessahan koodausoppaat vaatisivat huomattavasti enemmän kehitys → kokeilu → kokeilun analyysi → kehitys → … -rekursiota. Pro gradu -tutkielman laajuuden huomioon ottaen onkin järkevämpi ajatella asia niin, että mahdolliset tulevat kandi-/pro gradu -/muut tutkimusprojektit tulevat ottamaan tämän oppaan omaksi proto-oppaakseen ja jatkamaan aloittamaani työtä. Toivon, että seuraavien alalukujen pohdinnoissa olisi heille riittävästi evästystä kehitystyön alkuvaiheeseen.

6.1.1 Lausumien erillistäminen opettajalle ja oppilastolle

Lausuman 2 koodauksissa havaittiin, että melko usein toinen koodaajista oli koodannut ”ei mitään” ja toinen jotakin vaikutuspiiriä. Uskon, että osa tästä virheestä eliminoituu sillä, ettei vastaisuudessa anneta yhteistä luokkaa opettajalle ja oppilastolle. Tämä eliminoi tilanteet, joissa toinen koodaaja koodaa oppilastoa ja toinen opettajaa.

Hajontaa Lausuma 2 -pääluokassa selittänee osittain myös se, ettei koodausopas tällaisenaan määritellyt riittävän tarkasti eroavaisuutta ”huulenheiton” ja opetuspuheen välillä; toisinaan oppilaston huumorikevennykset nimittäin liittyvät opetettavaan aiheeseen, ja eron tekeminen voi olla vaikeaa.

Käytännössä paras muutos saattaisi olla se, että lausumaluokkia olisi sekä opettajalle että oppilastolle kaksi kappaletta. Tämä korjaa erityisesti ristiinkoodaamisen ongelman, mutta ehkä vielä tärkeämpänä tekijänä lisää koodausoppaaseen tarkemman mahdollisuuden koodata myös oppilastoa. Tällä hetkellä koodausoppaaseen on kirjoitettu lausumaluokkien vähyyden vuoksi erityisiä sääntöjä, joista seuraa oppilaston lausumien hylkääminen opettajan puheen priorisoinnin vuoksi.

6.1.2 Arkipuhetyypin koodausongelma: rajanveto ”arkipäivän sovelluksien” ja ”yhteiskunnallisten asioiden” välillä

Arkipuhetyyppi-pääluokassa täytyy tehdä huomattavasti selkeämmäksi luokkien ”arkipäivän sovellukset” ja ”yhteiskunnalliset asiat” välinen rajanveto; yhteiskoodauksissa havaittiin suurin yksittäinen hajonta juuri näiden luokkien välillä.

Rajanvedon ongelma on se, mihin kohtaan vettä viiva piirretään; kun puhutaan sähkön hinnasta Suomessa, kyse on yhteiskunnallisesta asiasta; kun opettaja kertoo, mitkä laitteet kuluttavat hänen kotonaan suurimman osan sähköstä, on selvästi kyse arkipäivän sovelluksista. Näiden kahden esimerkin välissä sijaitsee runsaasti huomattavan epäselviä tilanteita. Jos tätä koodausoppaan aspektia kehitetään jatkossa, tulevan kehittäjän kannattaa käyttää huomattavasti aikaa tämän rajapyykin pohtimiseen.

Riittävä määrä esimerkkejä koodausoppaaseen olisi mahdollisesti parantanut myös tätä kokeilukoodausta; nyt niitä ei ole lainkaan Arkipuhetyyppien osiossa. Keskityin koodausopasta laatiessani niin kovasti muihin pääluokkiin, että tämä osa jäi kokeiluluonteisena vähimmälle huomiolle ja hionnalle.

6.1.3 Kappa-koodauksissa esiintyneet ristiriidat ”yhtälöt/symbolit” + ”luvut” – summavaikutuspiirissä

Tarkemmassa tutkimuksessa olisi toki pitänyt käydä läpi joka ikinen ristiriitatilanne koekoodauksista ja käsitellä ne kaikki samalla tarkkuudella kuin LUVUSSA 5.3 käsiteltiin koodausristiriidat summavaikutuspiirissä ”yhtälöt/symbolit” + ”luvut”.

LUVUN 5.3 aikana löytyi yhteensä 16 ristiriitaista koodausta. Näistä kymmenen näyttäisi olevan jommankumman koodaajan huolimattomuusvirheitä. Kolmen ristiriidan syy on selvästi koodausoppaassa; korjausehdotukset olen laittanut LUKUUN 6.1.6. Loput kolme ristiriitaa ovat sellaisia, että ne voisi myös hyväksyä tulkintaeroina. Koska nämä kaikki tulkintaerot sattuivat kuitenkin koskemaan samaa yksittäistä asiaa, annan parannusehdotuksen LUVUSSA 6.1.4.

Kymmenen huolimattomuusvirhettä yhdessä ainoassa summavaikutuspiirissä tuntuu aika paljolta, mutta toisaalta luku on ainakin Jussin koodauksessa erittäin hyvin ymmärrettävissä: koodausoppaassa on lähes 40 sivua, ja kaiken nippelitiedon omaksuminen vain yhtä koodausta varten on kohtuuton urakka.

Tällaisesta ristiinkoodauksesta on sekin hyöty, että koodaajat saattavat huomata omassa koodauksessaan toistuvia typeryyksiä, jotka sitten tiedostamisen myötä voivat eliminoitua jatkosta. Minä havahduin tähän LUVUSSA 5.3.6, kun koodausteni perusteella ”viikko” ei ollutkaan ajan yksikkö.

10 huolimattomuusvirheen korjaaminen vaikuttaisi luonnollisesti myös kappa-suureeseen positiivisesti, ja näiden korjausten myötä päästäisiin jo selvästi ”hyväksytyn kappan” alueelle ainakin lausuman 1 koodauksissa.

6.1.4 Tarkentava sääntö yksikönmuunnoksille

Yksikönmuunnoksissa ristiriitoja aiheutti eräs hyvin pieni, mutta huomattavan merkityksellinen ero: kun muunnetaan yksiköstä toiseen, muunnetaanko ”YKSI kilowattitunti jouleiksi” vai ”kilowattitunti jouleiksi”?

Joka tapauksessa yksikönmuutoksessa on aina mukana lukuarvo vähintään implisiittisesti; se on ehkä jätetty kirjoittamatta, mutta siellä se on. Tuleva koodausoppaan parantaja voisi lisätä koodausoppaaseen yksikkömuunnoksille pyhitetyn säännön tai säännöstön; se ei luultavasti veisi kovinkaan paljon tilaa, mutta koska yksiköitä muunnetaan fysiikan oppitunneilla säännöllisesti, olisi tämän muuntelun koodaaminen parasta olla standardoitua eikä koodaajan oman tulkinnan varassa.

6.1.5 Piirteettömien vastausta ohjaavien kysymysten erityisaseman poistaminen

Jos jatkaisin koodausoppaan kehittämistyötä, muuttaisin LUVUSSA 3.5.2 olevaa ”piirteettömän vastausta ohjaavan kysymyksen” koodausohjetta. Ohjeen mukaan tällainen kysymys koodataan siihen luokkaan, johon se ohjaa vastauksen. Toinen vaihtoehto oli, että se koodattaisiin järjestelypuheeksi. Valitsisin nyt koodauskokemusta viisaampana jälkimmäisen vaihtoehdon.

Perustelen muutosta sillä, että koodaajan tekee mieli rikkoa sääntöjä useammissakin kohdissa, jos hänellä on lupa tehdä niin tietyssä poikkeustilanteessa. Esimerkiksi:

OPETTAJA5: paljonko (.) mahtaa mennä | | sähköenergiaa >tuotani< päivässä (0.4) montako kilowattituntia hhh

Opettajan lausuma sisältää sekä teoreettisen vaikutuspiirin käsitteen ”sähköenergia” että ”yhtälöt/symbolit”-vaikutuspiirin olion ”kilowattitunti”. Tämän lisäksi kysymys ohjaa vastauksen vaikutuspiiriin ”luvut”.

Näitä tilanteita tulee vastaan koodauksessa yllättävän paljon, ja joka kerta tulee kiusaus tehdä jonkinlainen alilausumajako ja koodata opettajan puhe myös ”lukujen” vaikutuspiiriin, koska tämä on sallittua piirteettömän opetuspuheen yhteydessä.

Korjausehdotus on helppo: poistetaan koodausoppaasta se poikkeussääntö, joka sallii koodaamisen sellaiseen vaikutuspiiriin, jota itse puheakti ei sisällä. Tällöin piirteetön vastausta ohjaava kysymys koodattaisiin aina ja poikkeuksetta järjestelypuheeksi.

Toisaalta nykyinen koodausopas sallii opetuspuheeksi koodaamisen myös silloin, kun lausuma ei sisällä ainuttakaan vaikutuspiiriä. Ehdotan, että piirteetön opetuspuhekin koodattaisiin tulevaisuudessa aina järjestelypuheeksi.

Muutoksen toteuttaminen vaatii kohtuullisen paljon koodausoppaan rakenteellisia muutoksia. Tehköön muutoksen se taho, joka jatkaa koodausoppaan parissa työskentelyä minun jälkeeni.

6.1.6 Summavaikutuspiirin ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit” viilaaminen

Koodausoppaan LUVUSSA 2.3.18 on sääntö:

> ”Jos lausuman sisältö on mahdollista kirjoittaa ’matemaattiseksi lausekkeeksi, jossa esiintyy myös lukuarvoja’, koodataan se summavaikutuspiiriin ’luvut’ + ’yhtälöt/symbolit’.”

Tällaisenaan sääntö jättää liikaa tulkinnanvaraa ja pahimmillaan lisää symboleita ja yhtälöitä sellaiseen opetuspuheeseen, jossa niitä ei eksplisiittisesti ole lainkaan.

En luonnollisestikaan pysty enää jäljittämään niitä olosuhteita, joissa tein tämän päätöksen ”implisiittisestä yhtälömuodosta”. Nyt en kuitenkaan enää seiso sen takana. Mahdollisesti yhtälöiden luokkaan myöhemmin tehdyt pienet muutokset ovat muuttaneet tilannetta niin paljon, että säännöstä on tullut huono.

Koodausoppaan henkeen sopii paremmin se, ettei sellaista koodata, mitä ei varmasti ole olemassa – tämä vähentää koodaajan tulkintaa ja toivottavasti parantaa tulevan koodausoppaan objektiivisuutta.

6.2 Pienoistutkimuksen johtopäätöksiä ja pohdintaa

Ennen kuin mikään analyysi pääsee alkuun, on syytä huomata tutkimukseni otoksen olleen erittäin pieni: näytteitä on joukossa 5 kpl. Kaikenlaiset sattumavaikutukset saattavat pienissä näytejoukoissa korostua huomattavasti, joten tuloksiani ei voida pitää järin valideina. Tämän pienoistutkimuksen onkin toisaalta tarkoitus vain olla eräänlainen ”testi” sille, miten koodausopastani voisi mahdollisesti käyttää laajemmissa tutkimuksissa. Siksi ei tuloksistani mitään tieteellistä läpimurtoa odotettukaan. Analyysin aikana en enää mainitse otoksen pienuutta, vaan käsittelen tuloksia ikään kuin ne olisi saatu suuremmasta näytejoukosta.

6.2.1 Opettajan puhetyyppien vaikutus oppimistuloksiin

Pienoistutkimuksessani vallitsevana hypoteesina oli se, että opettajan opetuspuheessaan käyttämien summavaikutuspiirien määrällä ja/tai laadulla olisi korrelaatiota oppimistuloksiin. Valitsin koodaamani viisi yläasteluokkaa siten, että sain oppimistuloksiin mahdollisimman laajan skaalan. Näytejoukkooni kuuluivat siis sekä eniten että vähiten opetuksesta hyötyneet luokat.

Opettajat käyttävät lähes saman verran summavaikutuspiirejä opetuspuheessaan. Kaikkiaan summavaikutuspiirejä sisältyy 35–49 %:iin opetuspuheesta. Jos tarkastellaan vain summavaikutuspiiriä ”teoreettinen” + ”konkreettinen”, saadaan osuudeksi 14–28 %.

Verrattaessa näitä osuuksia oppimistuloksiin havaitaan, ettei opettajan ”teoreettisen” + ”konkreettisen” summavaikutuspiirin käytöllä ole minkäänlaista korrelaatiota oppimistuloksiin (R = –0,037 p-arvolla 0,95). Merkitystä ei ole myöskään sillä, kuinka paljon opettaja käyttää opetuksessaan kaikkia mahdollisia summavaikutuspiirejä (R = –0,13 p-arvolla 0,84).

Kun sitten verrataan oppimistuloksiin konkreettista puhetyyppiä sisältävän opetuspuheen osuutta, havaitaan vahva ja varsin merkittävä korrelaatio (R = 0,84 p-arvolla 0,072). Oppimistulokset ovat siis sitä paremmat, mitä enemmän opettaja oppituntipuheessaan liittää opetustaan konkreettiseen maailmaan.

Tulokset voi tulkita siten, etteivät yläasteikäiset ole vielä siirtyneet pois Piaget'n[13] ”konkreettisten operaatioiden alueelta” formaaliin, abstraktiin ajatte-

[13] Jean Piaget (1896–1980) oli kehityspsykologian uranuurtajia, jonka eräs pääteorioista oli se, että ihmisen ajattelumallit kehittyvät aina samassa järjestyksessä olevien kehitystasojen kautta. ~10 vuoden ikäisenä lapsi siirtyy konkreettisen ajattelun maailmaan, ns. konkreettisten operaatioiden vaiheeseen, jossa hän ymmärtää hyvin kaikki ne asiat, jotka ovat konkreettisina hänen ulottuvillaan. Ikävuosien 11–20 välillä tapahtuu sitten siirtymä formaalisten operaatioiden vaiheeseen, jossa ajattelu ei enää vaadi asioiden konkreettista läsnäoloa ja alkaa käyttää teorioita ja symboleita työkaluinaan. Piaget'n ajatuksia on toki kritisoitu ja täsmen-

luun. Tämä ajatus sopii yhteen havaitun vahvan korrelaation kanssa – samoin kuin oppimistulosten täydellinen korreloimattomuus ”teoreettisen” + ”konkreettisen” vaikutuspiirin kanssa. Ehkeivät opiskelijat vielä yläasteikäisinä pysty yhdistämään teoreettisia malleja konkreettisen maailman ilmiöihin, vaikka opettaja kuinka yrittäisi oppitunnilla näitä kahta vaikutuspiiriä toisiinsa liittää.

Piaget'n kehityspiiriajatusta voisi tukea myös LIITTEESSÄ 3 oleva ”yhtälöiden/symbolien” vaikutuspiirin suhde oppimistuloksiin. Näiden välinen korrelaatio oli merkittävä (R = –0,75 p-arvolla 0,14), mutta negatiivinen. Sanallisesti ilmaistuna: mitä enemmän opettaja puhuu symboleista ja yhtälöistä oppitunneilla, sitä huonompia ovat oppimistulokset!

Jos opiskelija ei ole vielä siirtynyt Piaget'n ”formaaleiden operaatioiden vaiheeseen” eli abstraktiin ajatteluun, ehkä opettajan runsas symbolien käyttäminen jollain tavalla häiritsee opiskelijan konkreettista tapaa jäsentää fysiikan maailmaa.

6.2.2 Motivaation ja oppimistulosten yhteys: korrelaatioiden korjaaminen osittaiskorrelaatioita käyttämällä

Kun luokkien oppimistuloksia ja MOT-suuretta verrataan toisiinsa, havaitaan korrelaatio (R = 0,57 p-arvolla 0,32). Tästä korrelaatiosta on syytä huomata, että vaikka se on kohtuullinen, p-arvo on heikko. Saatu tulos kertoo siitä, että opiskelijoiden kiinnostus ja motivaatio fysiikkaa kohtaan vaikuttaa siihen, miten hyvin he fysiikkaa oppivat.

On syytä huomata, että motivaatio voi toki johtua opettajan suosiosta tai siitä, miten opettaja oppitunneilla asiansa esittää. Tästä seuraa, että MOT saattaa vielä lisäksi riippua jollain monimutkaisella tavalla opetuspuhemuuttu-

netty, mutta kehityspsykologiassa käytetään yhä hänen kehitysvaihejakoaan. Nykyään hyväksytään se, että ihminen saattaa olla samanaikaisesti useammassakin kehitysvaiheessa.

jista. Voi siis olla mahdollista, että tämä MOTin merkittävä korrelointi oppimistulosten kanssa selittäisi summavaikutuspiirejä sisältävän opetuspuheen ja oppimistulosten väliset surkeat korrelaatiot; toisaalta se saattaa hyvinkin olla vahvistamassa konkreettisen opetuksen ja oppimistulosten vahvaa korrelaatiota.

Asia voidaan varmistaa laskemalla korrelaation asemesta ns. ”osittaiskorrelaatio”, joissa opetuspuheen ja oppimistulosten korrelaatiota korjataan poistamalla tuloksista ”sekoittavien muuttujien” lineaarikombinaatiot (tässä tapauksessa MOTin lineaarikombinaatio).

Osittaiskorrelaatio konkreettisen opetuspuheen osuuden ja oppimistulosten välillä on $R_{\text{part}} = 0{,}76$, eli MOT-muuttuja on ollut mukana parantamassa korrelaatiota jonkin verran; ilman MOT-häiriön poistamista saatiin tulokseksi $R = 0{,}84$. Korrelaatio $R_{\text{part}} = 0{,}76$ on joka tapauksessa sekin niin merkittävä, että jatkotutkimuksia aiheesta on syytä tehdä.

Käyttämäni laskentaohjelmisto PSPP [14] kieltäytyy määrittämästä osittaiskorrelaatiolle p-arvoa tilanteessa, jossa muuttujia on vain viisi. Kun lisäksi havaittiin tässä yksittäisessä tapauksessa, ettei MOT häirinnyt kovin paljon perinteistä korrelaatiota, jätän tämän riippuvuussuhteen ottamatta huomioon muissa tarkasteluissa. Mahdollisen työni jatkajan on kuitenkin syytä huomioida tämä – erityisesti jos hän tekee ihan ”oikeaa tutkimusta” koodaamalla suuren joukon oppitunteja.

6.2.3 Oppilaston ”yksisanaisuus”

Tuloksia analysoidessani havaitsin oppilaston vastausten sijoittuvan huomattavan usein johonkin puhtaista vaikutuspiireistä summavaikutuspiirien asemesta.

[14] Laskentaohjelmisto PSPP on vapaan lähdekoodin ohjelmisto, jonka Internet-sivusto on osoitteessa www.gnu.org/software/pspp/.

Tämä johtuu ainakin osittain siitä, että oppilaston vastauksista ehdottomasti suurin osa on yksisanaisia. Lisätutkimus aiheesta osoitti ainakin yhden oppitunnin kohdalla tämän johtuvan siitä, että opettajien kysymykset ovat lähes aina (83 % kysymyksistä) niin tarkkarajaisia ja vastausta ohjaavia, ettei useammasta sanasta koostuva vastaus olisi mielekäs. Jos oppilastolta kysytään esimerkiksi ”mikä on vastaus tehtävään neljä”, tämän on järkevämpi vastata ”kolme wattia” kuin virkemäisellä lausumalla ”lampun teho on kolme wattia”. Jälkimmäinen tuntuu puheaktina kirjakielimäisen liioittelevalta.

Koodaamistani oppitunneista jäi sellainen tunne, että opettaja saattaisi käyttää tällaisia pieniä kysymyksiä ennemminkin jonkinlaiseen ”luokan kontrollointiin” kuin varsinaiseen opetukseen; toisaalta ainakin minä olen omassa opetuksessani tiedostanut nyt tämän asian, ja yritän nykyään välttää vastausta ohjaavia kysymyksiä omilla oppitunneillani. Olen kokenut, että se on parantanut opiskelijoiden kykyä perustella vastauksiaan fysikaalisesti.

Ainakin siis tässä pienessä tapaustutkimuksessa selittävänä tekijänä oppilaiden vähäiseen yhdistelmävaikutuspiirien käyttöön on opettajan tapa muotoilla kysymyksensä oppilastolle. Asiaa kannattaa tutkia laajemminkin: onko vastausta ohjaavien kysymysten määrän ja oppimistulosten välillä yhteyksiä?

Lähdeluettelo

Ainsworth, S., P. Bibby ja D. Wood. "Analyzing the Costs and Benefits of Multi-Representational Learning Environments." Teoksessa *Learning with Multiple Representations, editoineet*, by M. W. van Someren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen and T. de Jong, 123–125. New York: Pergamon, 1998.

Ainsworth, Shaaron. "The Functions of Multiple Presentations." *Computers & Education, Volume 33, Issues 2–3*, 1999: 131–152.

Hakulinen, Auli. *Iso suomen kielioppi.* Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura, 2004.

Hakulinen, Auli, ym. *Kieli ja sen kieliopit. Opetuksen suuntaviivoja.* Helsinki: Opetusministeriö, 1994.

Helaakoski, Jussi. "Content Structure of Physics Lessons and Its Relation to Students' Learning Gains – Comparing Finland, Germany and Switzerland. Väitöskirjan alustava luonnos." Jyväskylä: Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, (valmisteilla).

Helaakoski, Jussi ja Jouni Viiri. "Analysing the content structure of videotaped physics lessons. Teoksessa A. Kallioniemi (toim.) Uudistuva ja kehittyvä ainedidaktiikka. Ainedidaktinen symposiumi 8.2.2008 Helsingissä." *Osa 1. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia 298.* Helsinki: Helsingin yliopisto, 2009. 147–160.

Hestenes, D. "Modeling Methodology for Physics Teachers." *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities: Proceedings of The International Conference on Undergraduate Physics Education, College Park, 1996.* New York: AIP, 1997. 935.

Internetix-opinnot. "Ilmainen lukion itseopiskelusivusto." *MAA06: Luku 5. Korrelaatio.* viitattu lokakuun 13., 2011.

Jaipal, Kamini. "Meaning Making Through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis." *Science Education; Volume 94, Issue 1*, 2009.

Jaipal-Jamani, Kamini. *A Semiotics Discourse Analysis Framework: Understanding Meaning Making in Science Education Contexts, luku 7.* Nova Science Publishers, 2011.

Jokinen, Arja, Kirsi Juhila ja Eero Suoninen. *Diskurssianalyysin aakkoset.* Tampere: Vastapaino, 1993.

Kohl, P. ja N. Finkelstein. "Effects of Representation on Students Solving Physics Problems: A Fine-Grained Characterization." *Phys. Rev. ST Physics Ed. Research 2, 010106*, 2006: 1–12.

Kohl, P. ja N. Finkelstein. "Student Representational Competence and Self Assessment when Solving Physics Problems." *Physical Review Special Topics – Physics Education Research 3, 010108*, 2005: 1–10.

Kozma, Robert, Elaine Chin, Joel Russell ja Nancy Marx. "The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning." *The Journal of The Learning Sciences; Volume 9, Issue 2*, 2000: 105–143.

Laitinen, Lea, Pirkko Nuolijärvi ja Mirja Saari. *Leikkauspiste. Kirjoituksia kielestä ja ihmisestä.* Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 1991.

Lesgold, A. "Multiple Representations and Their Implications for Learning, referaatti." Teoksessa *Learning with Multiple Representations*, by M. W.

van Someren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen ja T. de Jong, 307–319. New York: Pergamon, 1998.

Loikkanen, Sami. *Fysiikan oppilaslaboratoriotöiden toiminnan ja puheen analyysi.* Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos, 2009.

Meij, van der Jan ja Ton de Jong. "Supporting Students' Learning with Multiple Representations in a Dynamic Simulation-Based Learning Environment." *Learning and Instruction, Volume 16, Issue 3*, 2006: 199–212.

Meltzer, David E. *Relation Between Students' Problem-Solving Performance and Representational Format.* Ames: Iowa State University, 2005.

Metsämuuronen, Jari. *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä.* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2006.

Moreno, Roxana ja Gamze Ozogul. "Teaching With Concrete and Abstract Visual Representations: Effects on Student's Problem Solving, Problem Representations, and Learning Perceptions." *Journal of Educational Psychology 103(1)*, 2011: 32–47.

Reeves, Lauretta M. ja Robert W. Weisberg. "On The Concrete Nature of Human Thinking: Content and Context in Analogical Transfer." *Educational Psychology, Volume 13(3–4)*, 1993.

Reyer, Thomas. *Qualitative Video-Analysis Applied to Classroom Studies – A First-Steps Workshop.* Lontoo: Taylor & Francis Group, 2005.

Ritvanen, Esa. *Fysiikan oppituntien käsitteellisen rakenteen analyysi.* Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos, 2010.

Roth, Kathleen J. ym. *Teaching Science in Five Countries: Results from The TIMSS 1999 Video Study - Statistical Analysis Report.* Washington, DC: U.S. Department of Education, 2006.

Savelsbergh, E. R., T. de Jong ja M. G. M. Ferguson-Hessler. "Competence-Related Differences in Problem Representations: A Study in Physics Problem Solving." Teoksessa *Learning with Multiple Representations*, by M. W. van Someren, P. Reimann, P. A. Boshuizen and T. de Jong, 263–282. New York: Pergamon, 1998.

Snow, C. P. *Kaksi kulttuuria.* Helsinki: Terra Cognita, 1998, 1963.

Sorvo, Sami. *Lääkisfysiikka I - perusmekaniikka.* Jyväskylä, 2010.

Suoninen, Eero. *Perheen kuvakulmat: Diskurssianalyysi perheenäidin puheesta.* Tampere: Tampereen yliopisto, Sosiologian ja sosiaalipsykologian laitos, 1992.

Liitteet

LIITE 1: Litterointimerkit (2 sivua)

LIITE 2: Cohenin kappan laskeminen kokeilukoodauksissa (7 sivua)

LIITE 3: Opettajan yksittäisten vaikutuspiirien opetuspuhekäytön korrelaatiot oppimistuloksiin (3 sivua)

LIITE 4: Koodausopas (37 sivua + oppaan oma yksisivuinen liite)

LIITE 1: Litterointimerkit (Laitinen;Nuolijärvi ja Saari 1991)

1. Sävelkulkuun liittyvät litterointimerkit

Prosodisen kokonaisuuden lopussa:

.	voimakkaasti laskeva intonaatio
,	lievästi laskeva intonaatio
?	voimakkaasti nouseva intonaatio
‽	lievästi nouseva intonaatio
/	sana lausuttu ympäristöä korkeammalta
\	sana lausuttu ympäristöä matalammalta
kissa	(alleviivaus) painotus tai intonaation nousu muualla kuin sanan lopussa

2. Päällekkäisyydet ja tauot

[	päällekkäispuhunnan alku
]	päällekkäispuhunnan loppu
(.)	mikrotauko: 0,2 sekuntia tai vähemmän
(0.4)	mikrotaukoa pidempi tauko; pituus on ilmoitettu sekunnin kymmenesosina
=	kaksi puheaktia liittyy toisiinsa tauotta

3. Puhenopeus ja äänen voimakkuus

> <	sisäänpäin osoittavien nuolien välissä oleva jakso on puhuttu nopeutetusti
< >	ulospäin osoittavien nuolten välissä oleva jakso on puhuttu hidastetusti
a:i	kaksoispistettä edeltävän äänteen venytys; mitä useampi kaksoispiste, sitä pidempi venytys
* *	tähtien välissä on muuta puhetta hiljaisempi jakso
ISO	kapiteelilla ilmaistaan muuta puhetta voimakkaampi jakso

4. Hengitys

.hhh	sisäänhengitys; yksi h-kirjain vastaa 0,1 sekuntia
hhh	uloshengitys; yksi h-kirjain vastaa 0,1 sekuntia
.sana	piste sanan edessä tarkoittaa, että sana on lausuttu sisäänhengittäen

5. Nauru

he he	naurua
s(h)ana	suluissa oleva h sanan sisällä → sana on lausuttu nauraen
$ $	dollarimerkkien välissä oleva on lausuttu nauravalla äänellä, mutta varsinaista naurua ei ole

6. Muuta

# #	risuaitojen välissä oleva teksti on lausuttu narisevalla äänellä
sa-	tavuviiva merkitsee kesken jäänyttä sanaa
sana<	nuolenkärki yksinään kuvaa katkosta puheen virrassa
(sana)	sulkeiden sisällä on epäselvästi kuultu jakso tai puhuja
(( ))	kaksoissulkujen sisällä on litteroijan kommentteja ja selityksiä tilanteesta.

7. Erityismerkit, jotka ovat käytössä pelkästään tässä tutkielmassa.

| |	Videokoodausjärjestelmän mukanaan tuoma kahden koodausjakson raja

LIITE 2: Cohenin kappan laskeminen kokeilukoodauksissa

Tässä liitteessä esittelen kappa-laskut sellaisinaan, kuin ne tilasto-ohjelmalla SPSS käsiteltiin. Dataa on editoitu vain visuaalisesti, jotta se mahtuisi tämän tutkielman taittoon. Olen lisäksi merkinnyt muutaman suomenkielisen väliotsikon tulkintaa helpottamaan.

Pääluokka 1: Asiasisältö

```
compute weight = 1.
if ( asiasis_S =4 & asiasis_J =4 ) weight = .00000001.
exe.
weight by weight.
CROSSTABS
  /TABLES=asiasis_S BY asiasis_J
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=KAPPA
  /CELLS=COUNT
  /COUNT ROUND CELL
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

Asiasisältö_S * Asiasisältö_J Crosstabulation

Count

		Asiasisältö_J					
		"ei mikään"	Fysiikanopetuspuhe	Hiljaisuus	Järjestelypuhe	Ei saa selvää	Total
Asiasisältö_S	"ei mikään"	36	6	7	1	0	50
	Fysiikanopetuspuhe	0	136	3	7	0	146
	Hiljaisuus	1	8	29	0	0	38
	Järjestelypuhe	0	8	3	35	0	46
	Ei saa selvää	0	5	1	1	0	7
Total		37	163	43	44	0	287

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.	Exact Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,724	,034	20,325	,000	.[c]
N of Valid Cases		287				

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Cannot be computed because the 2-way crosstabulation has an empty row or column.

Pääluokka 2: Puhujan identifiointi

```
CROSSTABS
  /TABLES=puhuja_S BY puhuja_J
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=KAPPA
  /CELLS=COUNT
  /COUNT ROUND CELL
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

Puhuja_S * Puhuja_J Crosstabulation

Count

		Puhuja_J				
		"ei kumpikaan"	Vain opettaja	Vain oppilasto	Opettaja ja oppilasto	Total
Puhuja_S	"ei kumpikaan"	114	24	1	3	142
	Vain opettaja	6	73	0	2	81
	Vain oppilasto	2	1	7	3	13
	Opettaja ja oppilasto	2	17	1	30	50
Total		124	115	9	38	286

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.	Exact Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,665	,036	16,510	,000	,000
N of Valid Cases		286				

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Pääluokka 3: Lausuma 1

```
CROSSTABS
  /TABLES=lausuma1_S BY lausuma1_J
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=KAPPA
  /CELLS=COUNT
  /COUNT ROUND CELL
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

Lausuma1_S * Lausuma1_J Crosstabulation

Count

		Lausuma1_J											Total
		"ei mikään"	Puhdas konkreettinen	Puhdas luvut	Puhdas yhtälöt/symbolit	Puhdas teoreettinen	luvut+konkreettinen	yhtälöt/symbolit+konkreettinen	teoreettinen+konkreettinen	luvut+yhtälöt/symbolit	teoreettinen+yhtälöt/symbolit	teoreettinen+luvut	
Lausuma1_S	"ei mikään"	122	10	0	2	3	1	0	5	1	0	2	146
	Puhdas konkreettinen	5	18	1	0	0	0	0	4	0	0	0	28
	Puhdas luvut	7	0	6	0	0	2	0	0	4	0	1	20
	Puhdas yhtälöt/symbolit	0	0	0	5	1	1	0	0	3	1	0	11
	Puhdas teoreettinen	4	0	0	2	10	0	0	0	1	1	0	18
	luvut+konkreettinen	0	0	2	0	0	20	0	0	3	0	0	25
	yhtälöt/symbolit+konkreettinen	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
	teoreettinen+konkreettinen	0	4	0	0	1	1	0	5	0	1	0	12
	luvut+yhtälöt/symbolit	2	0	1	1	0	0	0	1	7	0	0	12
	teoreettinen+yhtälöt/symbolit	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	0	9
	teoreettinen+luvut	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	4
Total		140	32	11	11	16	26	1	15	19	11	5	287

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.	Exact Sig.
Measure of Agree-ment	Kappa	,598	,035	22,203	,000	.[c]
N of Valid Cases		287				

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Cannot be computed because there is insufficient memory.

Pääluokka 4: Lausuma 2

```
compute weight = 1.
if ( lausuma2_S =11 & lausuma2_J =11 ) weight = .00000001.
exe.
weight by weight.
CROSSTABS
  /TABLES=lausuma2_S BY lausuma2_J
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=KAPPA
  /CELLS=COUNT
  /COUNT ROUND CELL
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

Lausuma2_S * Lausuma2_J Crosstabulation

Count

		Lausuma2_J										
		"ei mikään"	Puhdas konkreettinen	Puhdas luvut	Puhdas yhtälöt/symbolit	Puhdas teoreettinen	luvut+konkreettinen	teoreettinen+konkreettinen	luvut+yhtälöt/symbolit	teoreettinen+yhtälöt/symbolit	teoreettinen+luvut	Total
Lausuma2_S	"ei mikään"	211	4	4	0	2	1	2	1	0	0	225
	Puhdas konkreettinen	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	Puhdas luvut	6	0	13	0	0	0	0	1	0	0	20
	Puhdas yhtälöt/symbolit	1	0	0	6	0	0	0	2	1	0	10
	Puhdas teoreettinen	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
	luvut+konkreettinen	3	1	1	0	0	2	0	0	0	0	7
	teoreettinen+konkreettinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	luvut+yhtälöt/symbolit	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	teoreettinen+yhtälöt/symbolit	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	teoreettinen+luvut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total		237	11	18	6	4	3	2	4	1	1	287

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.	Exact Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,535	,057	15,378	,000	.[c]
N of Valid Cases		287				

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Cannot be computed because the 2-way crosstabulation has an empty row or column.

Pääluokka 5: Arkipuhetyypit

```
compute weight = 1.
if ( arkipuhe_S =2 & arkipuhe_J =2 ) weight = .00000001.
exe.
weight by weight.
CROSSTABS
  /TABLES=arkipuhe_S BY arkipuhe_J
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=KAPPA
  /CELLS=COUNT
  /COUNT ROUND CELL
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

Arkipuhetyypit_S * Arkipuhetyypit_J Crosstabulation

Count

		Arkipuhetyypit_J					
		Ei konkreettista puhuntaa	Arkipäivän sovellukset	Tekniset/teolliset sovellukset	Yhteiskunnalliset asiat	Historialliset asiat	Total
Arkipuhetyypit_S	Ei konkreettista puhuntaa	192	15	0	5	1	213
	Arkipäivän sovellukset	7	33	0	0	0	40
	Tekniset/teolliset sovellukset	0	0	0	0	0	0
	Yhteiskunnalliset asiat	5	12	2	13	0	32
	Historialliset asiat	1	0	0	0	0	1
Total		205	60	2	18	1	286

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.	Exact Sig.
Measure of Agreement	Kappa	,609	,046	13,758	,000	.[c]
N of Valid Cases		286				

a. Not assuming the null hypothesis.

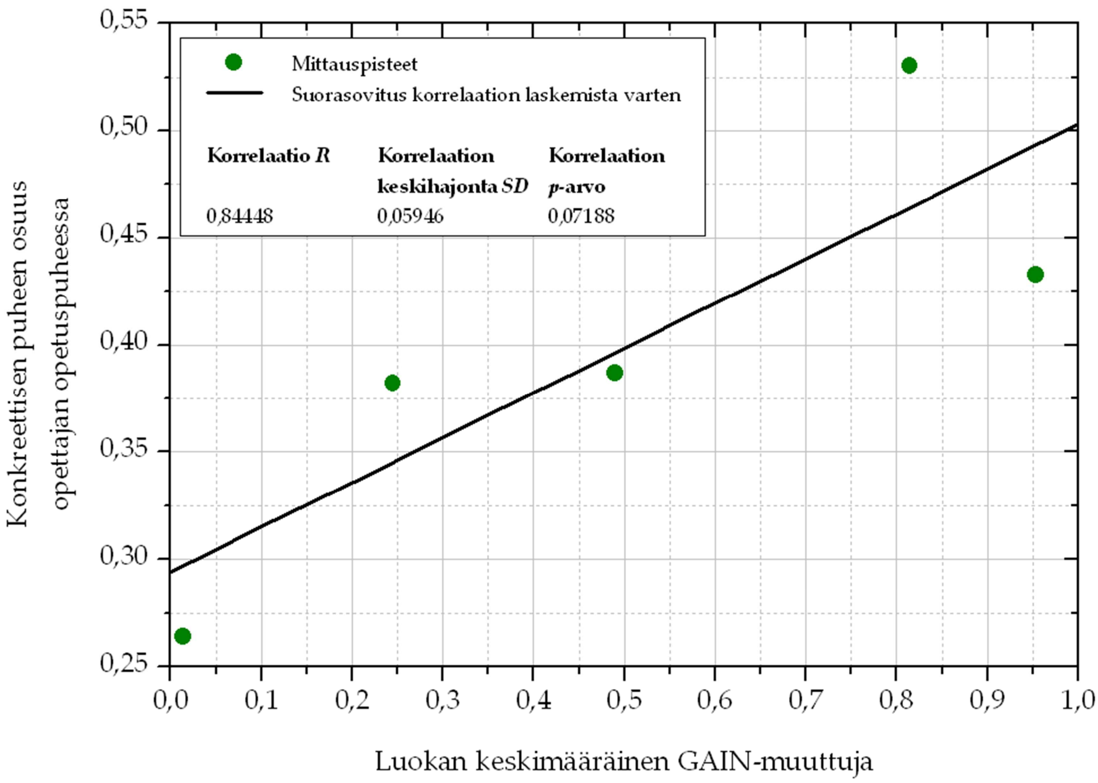
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

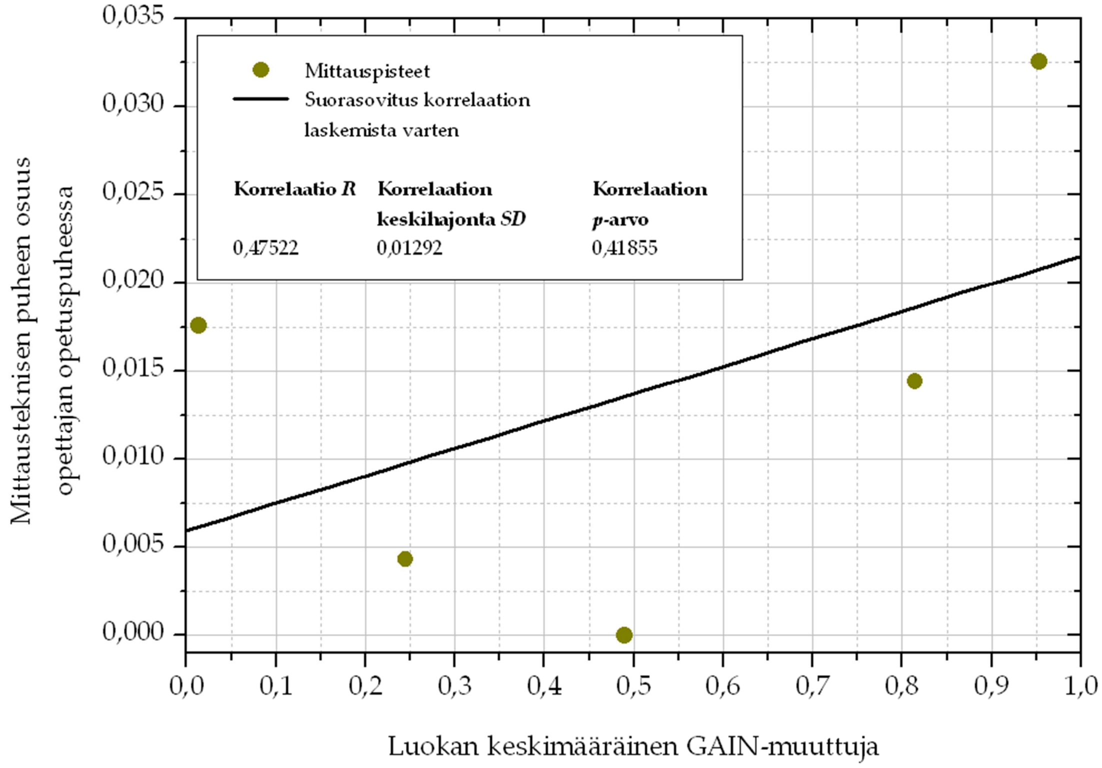
c. Cannot be computed because the 2-way crosstabulation has an empty row or column.

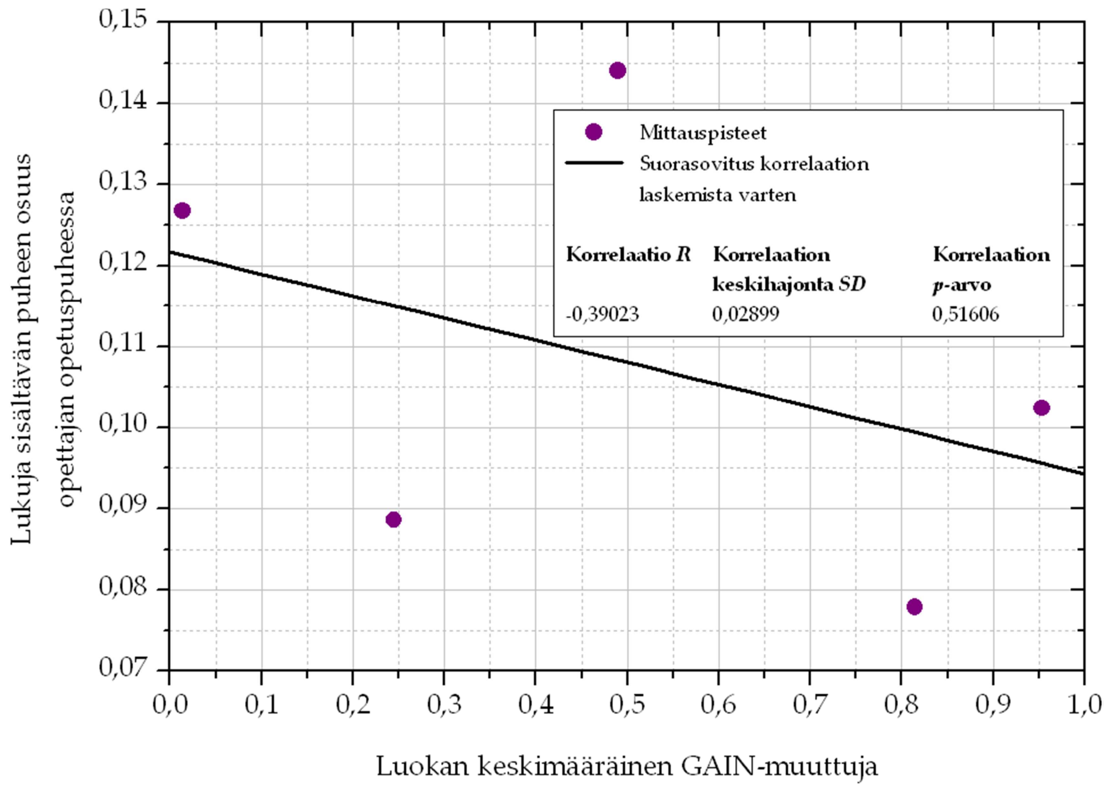
LIITE 3: Opettajan yksittäisten vaikutuspiirien opetuspuhekäytön korrelaatiot oppimistuloksiin

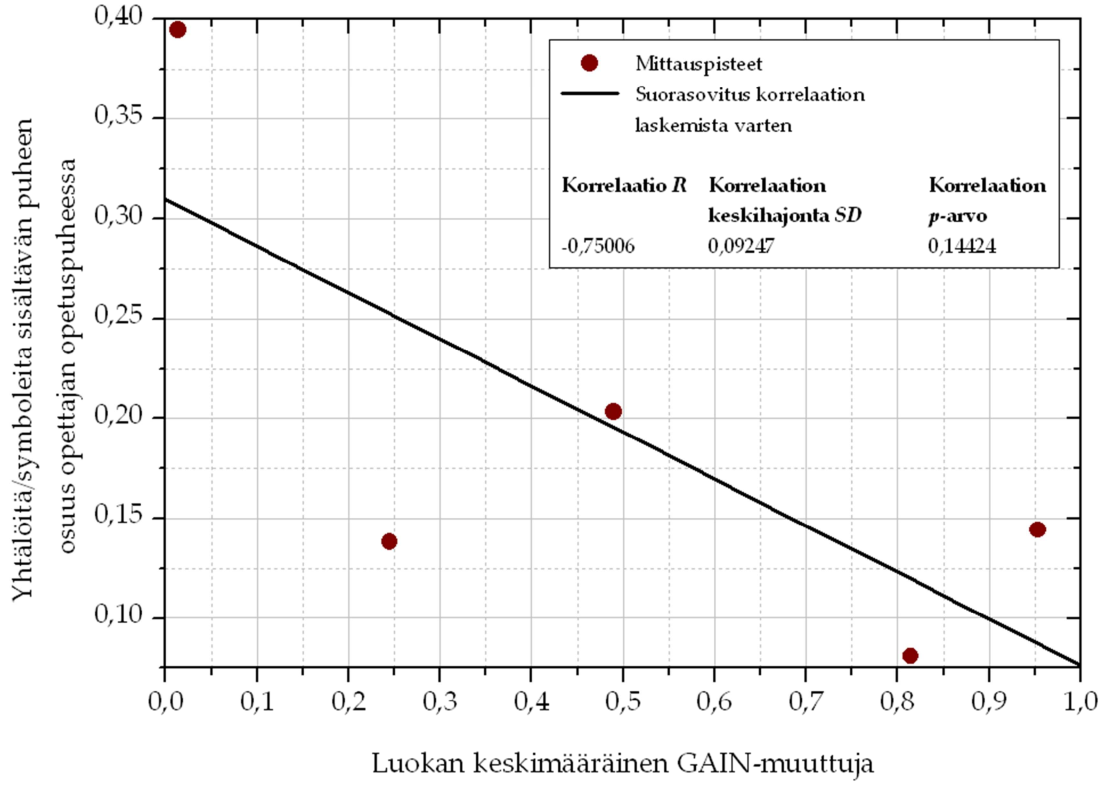
Kuvaajat-vaikutuspiiriä ei analysoitu, koska tämä vaikutuspiiri esiintyi vain kahden tutkitun opettajan opetuspuheissa.

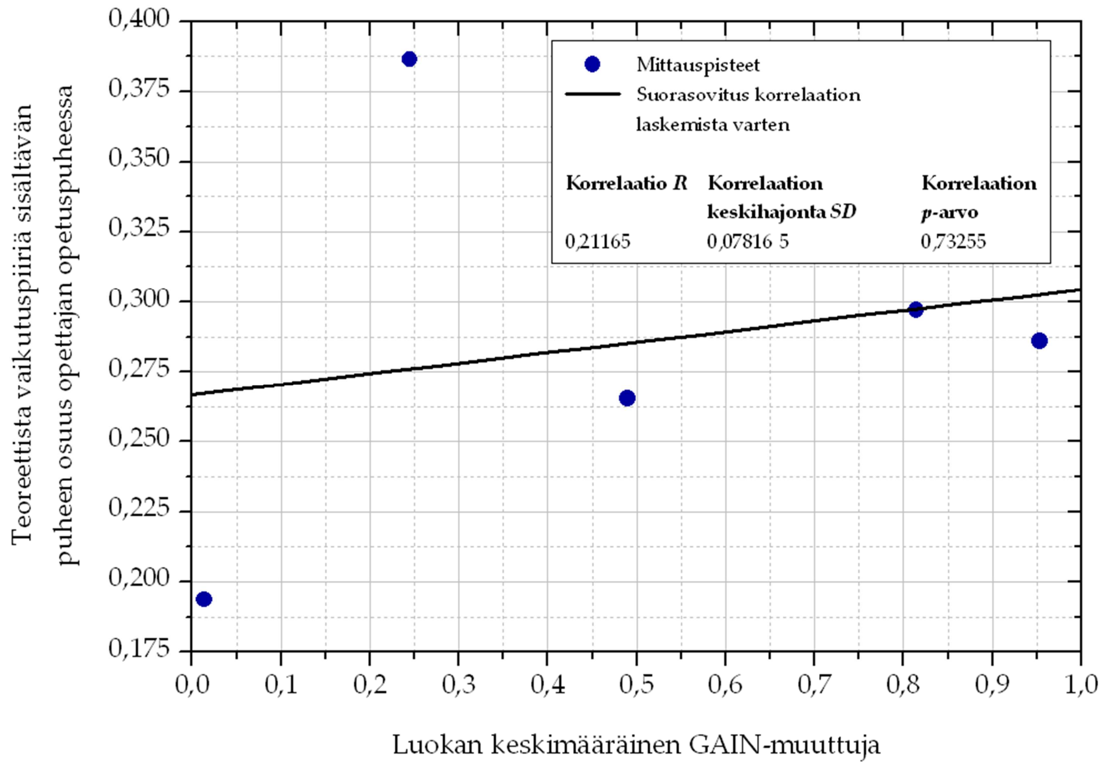
Opettaja	**GAIN**	Konkreettinen osuus (%)	Mittaustekninen osuus (%)	Lukujen osuus (%)	Yhtälöiden/ symbolien osuus (%)	Teoreettinen osuus (%)
"1"	0,81	53	1,4	7,8	8,1	30
"2"	0,95	43	3,3	10	14	29
"6"	0,01	26	1,8	13	39	1
"23"	0,24	38	0,43	8,9	14	39
"27"	0,49	39	0	14	20	27




Mittauspisteet
Suorasovitus korrelaation laskemista varten
Korrelaatio *R*
Korrelaation keskihajonta *SD*
Korrelaation *p*-arvo
0,47522
0,01292
0,41855
Mittausteknisen puheen osuus opettajan opetuspuheessa
Luokan keskimääräinen GAIN-muuttuja
0,000
0,005
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,035
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0


Mittauspisteet
Suorasovitus korrelaation laskemista varten
Korrelaatio *R*
Korrelaation keskihajonta *SD*
Korrelaation *p*-arvo
-0,39023
0,02899
0,51606
Lukuja sisältävän puheen osuus opettajan opetuspuheessa
Luokan keskimääräinen GAIN-muuttuja
0,07
0,08
0,09
0,10
0,11
0,12
0,13
0,14
0,15
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
Yhtälöitä/symboleita sisältävän puheen osuus opettajan opetuspuheessa
Luokan keskimääräinen GAIN-muuttuja
Mittauspisteet
Suorasovitus korrelaation laskemista varten
Korrelaatio R
Korrelaation keskihajonta SD
Korrelaation p-arvo
-0,75006
0,09247
0,14424


0,400
0,375
0,350
0,325
0,300
0,275
0,250
0,225
0,200
0,175
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
Teoreettista vaikutuspiiriä sisältävän puheen osuus opettajan opetuspuheessa
Luokan keskimääräinen GAIN-muuttuja
Mittauspisteet
Suorasovitus korrelaation laskemista varten
Korrelaatio R
Korrelaation keskihajonta SD
Korrelaation p-arvo
0,21165
0,07816 5
0,73255

LIITE 4:

Fysiikan opetuspuheen luokitteluopas

Tässä ohjeessa on karkeasti kaksi osaa. Ensimmäinen osa kuvailee yleiset pääperiaatteet, joilla luokittelu toimii, ja jälkimmäisessä osassa esitellään varsinaiset koodausluokat. Koska nämä asiat sitoutuvat erittäin vahvasti toisiinsa, osassa yksi joudutaan väistämättä esittelemään muutamia vasta osassa kaksi tarkemmin määriteltäviä koodausluokkia. Olen kuitenkin pyrkinyt valikoimaan esimerkit siten, ettei ensimmäisen luvun aikana tarvitsisi vielä ymmärtää koodausluokista tai niiden sisällöistä juuri mitään. Samasta syystä osa esimerkeistä on keksittyjä.

1 Yleisiä ohjeita

Koodauksessa käytetään kiinnitettyjä 10 sekunnin aikavälejä, mutta koodauksen perusyksikkönä on leksikaalinen lausuma. Leksikaalinen lausuma on puheessa esiintyvä kokonaisuus, joka voidaan mieltää kirjoitetun kielen virkkeeksi.

Partikkelivuoroja ja -lausumia ei koodata näkyviin. Partikkelivuorot ovat hyvin lyhyitä kokonaisuuksia, jotka saattavat koostua pelkistä eleistäkin. Niiden tarkoituksena on lähinnä rytmittää puheen dialogisuutta ja osoittaa kuulijan ymmärrystä tai ymmärtämättömyyttä.

Koodauksessa koodataan pääsääntöisesti opettajan puhetta, eli opettajan puheella on prioriteetti oppilaiden puheeseen nähden. Puheen lisäksi koodataan **opetuspuhetta täydentävää** visuaalista aineistoa. Myös oppilaiden puhetta luokitellaan tietyin rajoituksin. Kaikki luokan oppilaat käsitetään koodauksessa yhdeksi ainoaksi entiteetiksi, jota nimitetään ”oppilastoksi” (yks. oppilasto).

Esimerkki: Leksikaalisia lausumia

- Opettaja: ”Seuraavaksi käsittelemme sähkötehoa.”
- Opettaja: ”Teho voidaan laskea kaavasta $P = UI$.”
- Opettaja: ”Nyt suut kiinni!”

Esimerkki: Partikkelivuoroja

- Opettaja nyökkää oppilastolle oikean vastauksen saatuaan.
- Opettaja: ”Mitä?”
- Opettaja: ”Okei.”
- Oppilasto: ”Aaa.”
- Oppilasto: ”Joo.”

1.1 Puheen koodauksen apukeinoja

1.1.1 Diskurssianalyyttinen valinta

Opettaja suorittaa diskurssianalyyttisen valinnan opetuspuheessaan, jos hän käyttää kahden vaikutuspiirin käsitettä tilanteessa, jossa normaalissa arkikielessä käytettäisiin harvoin tai tuskin koskaan tätä kyseistä käsitettä.

Kahden vaikutuspiirin käsite on esimerkiksi ”työ” tai ”teho”: ko. sanalla on arkikielinen merkitys, joka poikkeaa tai saattaa poiketa fysikaalisesta samannimisestä käsitteestä.

Esimerkki:

Opettaja: ”Nyt kun laitettiin toinen paristo lampun kanssa sarjaan, ni nähään että se **lamppu toimii nyt tehokkaammin**.”

Esimerkissä opettaja suoritti diskurssianalyyttisen valinnan käyttäessään käsitettä ”teho”. Normaalissa arkikielessä sanottaisiin esim. ”lamppu palaa kirkkaammin”. Selkeästä erosta arkikieleen nähden voidaan päätellä, että opettajan lausuma ”teho” tarkoittaa nimenomaan fysikaalisteoreettista tehoa.

1.1.2 Superpositioperiaate

Opettajan lausuma ei välttämättä ole suoraan mitään yhdistelmäluokkaa, vaan koostuu ennemminkin kahdesta puhtaasta luokasta, joita liittää toisiinsa se, että ne ovat saman lausuman sisällä. Tällöin katsotaan, että samassa lausumassa oleminen liittää nämä puhtaat luokat toisiinsa yhdistelmäluokaksi. Tällä mekaniikalla on kaksi etua: se selkeyttää koodaamista vähentäen lausumien ja alilausumien määrää, ja koodaaja joutuu harvemmin miettimään alilausumiksi hajottamista; lisäksi se korostaa muutamia erittäin harvinaisia yhdistelmäluokkia, joita ei ”tyyppiesimerkkeinään” esiintyisi opetuspuheessa lainkaan.

1.1.3 Vastausta ohjaava kysymys

Toisinaan opettajan lausumat ovat äärimmäisen piirteettömiä, ja niillä ei voi havaita olevan minkäänlaista koodauksellista sisältöä siitä huolimatta, että ne ovat opetuspuhetta. Tällaiset kysymykset näyttävät olevan kuitenkin aina sellaisia, että ne ohjaavat oppilaston vastaamaan täsmälleen tiettyyn vaikutuspiiriin. Tällainen vastausta ohjaava kysymys itsekin koodataan siihen vaikutuspiiriin, johon se vastauksen ohjaa.

Esimerkki

- Opettaja: ”Meillä oli se kaava taululla viime tunnilla. Mites se meni?”

Opettajan lausuma itsessään ei ole mitään vaikutuspiiriä, mutta vastaukseksi voi kelvata ainoastaan yhtälö. Täten opettajan lausuma koodataan yhtälöiden/symbolien vaikutuspiiriin kuuluvaksi.

Lisähuomio

Kysymys saattaa olla vastausta ohjaava myös silloin, kun se on samalla jotain toista vaikutuspiiriä. Esimerkiksi: ”Miten suuri on sähkövirta tuon lampun jälkeen”? Kysymys on sinällään sekä konkreettista vaikutuspiiriä (lamppu) että teoreettista vaikutuspiiriä (sähkövirta), mutta se lisäksi ohjaa oppilaston vastaamaan vaikutuspiiriin ”luvut”: vastaukseksi kelpaa ”*n* ampeeria”. Koska kysymys pystytään kuitenkin jo itsenäisesti koodaamaan johonkin vaikutuspiiriin, ei kysymyksen vastausta ohjaavalla luonteella ole merkitystä koodauksen kannalta.

1.2 Koodauksen pääsääntö

Koodauksen pääsääntönä on se, että kukin erillinen lausuma koodataan toisensa poissulkeviin luokkiin, jolloin yksi lausuma voi olla vain yhtä luokkaa.

Jos lausuma ylittää kahden peräkkäisen 10 s jakson rajaviivan, lausuma koodataan sille jaksolle, jossa on lausumasta ajallisesti pidempi osuus. Jos lausuma menee erittäin tasan kahden jakson väliin (esimerkiksi 4 s ensimmäisessä jaksossa, 4 s jälkimmäisessä jaksossa), koodataan ensi sijassa siihen jaksoon, jossa lausuma alkaa.

HUOMIO! (Tämä huomio koskee Videograph-ohjelmalla koodaamista). Videograph on ohjelmoitu siten, että koodaajan käytettävissä olevan tietokoneen nopeus (muisti & prosessori) vaikuttaa päällekkäisten video- ja äänitiedostojen yhtäaikaiseen toimintaan kaoottisesti yhden jakson sisällä operoitaessa: prosessorin yskäistessä sopivasti muut kuin päävideo voivat olla päävideota edellä tai jäljessä jopa sekunteja.

Tämän vuoksi **tarkistetaan aina päävideon ääniraidasta** ”rajaviivalla” keikkuvan lausuman aito sijainti sellaisen tullessa vastaan.

1.2.1 Poikkeus 1 – Enemmän kuin kaksi lausumaa jaksossa eli yliahdetut jaksot

Jos lausuma ylittää kahden koodausjakson rajan, ja siitä on ajallisesti pidempi osuus edeltävässä jaksossa, lausuma koodataan jälkimmäisen jakson ensimmäiseksi lausumaksi, **jos** edellisessä vuorossa on jo koodattu kaksi lausumaa. Tämä sääntö on rekursiivinen, ja jatkuu, kunnes koodauksen ”oikea tahti” saavutetaan. Tämän poikkeuksen soveltaminen on pahimmillaan erittäin työlästä, mutta ilmiö on onneksi kovin harvinainen siten, että rekursio jatkuisi yli kahta kokonaista jaksoa.

Keksitty esimerkki:

Lausumien kestot on merkitty sulkuihin lausumien perään.

Jakso 0: Hiljaisuutta 8,5 s. Opettaja: ”Kirjan sivulla (8,5–10 s)”

Jakso 1: ”16 on virtapiirikaavio. (0–2,5 s) Hakekaa edestä lamppu. (2,5–5 s) Muistakaa katsoa, että käyttämänne moottori (5-10 s)”

Jakso 2: ”on 36-wattinen (0–1,5 s). Muistakaa P = UI sivulta 12. (2–4 s) Taululta näette, että ohmi kertaa ampeeri on (6–10 s)”

Jakso 3: ”voltti. (0–1 s)” Hiljaisuutta loppujakso.

Tulkinta ja koodaus:

Opettajan puhe on erittäin hajanaista, ja kaikki lausumat ovat lyhyitä ja toisiinsa liittymättömiä. Opettaja ei millään tavalla sido niitä toisiinsa, jolloin superpositioperiaatetta ei voi käyttää.

Jaksoon 0 koodataan pelkkä hiljaisuus, koska jaksossa alkavan lausuman ajallisesti suurin osa on seuraavassa jaksossa.

Jaksossa 1 tapahtuu ajallisesti kolme erillistä lausumaa. Koodausluokiltaan nämä olisivat aikajärjestyksessä ”puhdas teoreettinen” (virtapiirikaavio), ”puhdas konkreettinen” (hakekaa lamppu) ja ”konkreettinen + luvut” (moottori + 36 W).

Koska jaksoon mahtuu vain kaksi koodausta, koodataan opettajalle sekä ”puhdas teoreettinen” että ”puhdas konkreettinen”. Kolmas jakson lausuma ”konkreettinen + luvut” koodataan jakson 2 ensimmäiseksi lausumaksi, vaikka se todellisuudessa tapahtuikin jo jaksossa 1.

Jaksossa 2 tapahtuu ajallisesti kaksi erillistä lausumaa, koodausluokiltaan ”symbolit/yhtälöt” ($U = RI$) ja ”symbolit/yhtälöt” (ohmiampeeri = voltti). Koska tähän jaksoon on jo koodattu yksi lausuma, koodataan vain ensimmäinen ”symbolit/yhtälöt” tähän jaksoon sen toiseksi lausumaksi, ja jälkimmäinen koodataan jakson 3 ensimmäiseksi lausumaksi.

Jaksossa 3 ei ole ajallisesti ainuttakaan lausumaa, pelkkää hiljaisuutta. Koska jaksoon on kuitenkin jo koodattu opettajan puhetta edelliseltä jaksolta, hiljaisuutta ei koodata. (Hiljaisuus on aina alisteinen puheelle, ja jos mitään puhetta tapahtuu, hiljaisuutta ei koodata.)

Seuraus: koskaan yliahdetun vuoron sisältöä ei koodata taaksepäin ajassa, vaan **aina** eteenpäin.

1.2.2 Poikkeus 2 – Jättimäiset lausumat

Pieni osa lausumista on jättimäisiä, ja ne saattavat kestää jopa neljän jakson ajan (eli kaksi kokonaista jaksoa, ja jaksoista 1. ja 4. loppu- ja alkuosa). Tällaisissa tapauksissa lausuma koodataan ensimmäiseen niistä vuoroista, jonka **koko** ajan se kestää. Tällainen jättimäinen lausuma seuraa erityisen helposti opettajan kirjoittaessa taululle ja tuottaessa puheaktia kirjoituksensa tahtiin.

1.2.3 Poikkeus 3 – Yliahdetut lausumat

Jos lausumassa esiintyy useampaa kuin kahta vaikutuspiiriä (tämä on mahdollista pidemmissä lausumissa), rikotaan lausuma useampaan alilausumaan, ja koodataan nämä yksittäisinä lausumina. Alilausumiin rikkominen tehdään pääsääntöisesti ajallisin perustein, sillä spontaanissa puheessa ei esiinny ”kiilalauseita”.

Keksitty esimerkki:

- Opettaja: ”Jees, elikkä se 17 W moottori laitetaan virtapiiriin sarjaan pariston kanssa.”

Tässä on yksi ainut lausuma, mutta se sisältää yhteensä kolmen puhtaan vaikutuspiirin asioita: 17 W = lukujen vaikutuspiiri; moottori ja paristo ovat konkreettista vaikutuspiiriä ja ”virtapiiri” ja ”sarjaan” ovat teoreettista vaikutuspiiriä.

Ajallisesti lausumassa puhutaan ensin **konkreettisesta** moottorista, jota määrittää **luku** 17 W. Superpositioperiaatteella ensimmäinen alilausuma sisältää siis vaikutuspiirin ”konkreettinen + luvut”. Tämä koodataan jakson ensimmäiseksi lausumaksi.

Toisessa vaiheessa kytketään (moottori) **teoreettisen** vaikutuspiirin termiä käyttäen sarjaan toisen **konkreettisen** esineen, pariston, kanssa. Superpositiolla näistä tulee ”konkreettinen + teoreettinen”, joka koodataan jakson toiseksi lausumaksi.

Luvussa 2.3.11 käsitellään toinen, huomattavasti vaikeampi tapaus, mutta se vaatii jo koodausluokkien tarkempaa ymmärrystä.

1.3 Pelkkien visuaalisten asioiden koodaaminen

Pääsääntö on, että visuaaliset asiat ovat **aina** alisteisia puheelle. Tämä tarkoittaa sitä, että visuaalinen asia on olemassa vain silloin, kun se on aktiivisen opetuksen kohteena – ja visuaalisesta kokonaisuudesta on kerrallaan olemassa vain se osa, johon aktiivinen opetus kohdistuu. Se, että opettaja näyttää esimerkiksi mallivastausta episkoopista/dokumenttikamerasta, ja antaa oppilaiden kopioida vastauksen selittämättä sitä millään tavalla samaan aikaan **ei ole opetuspuhetta**. Tällainen kohta koodattaisiin ”hiljaisuudeksi”, tai jos opettaja on komentanut esimerkiksi ”kopioikaa tämä”, kyseessä on järjestelypuhe.

Jos jakson aikana tapahtuu asian saattaminen visuaaliseksi, mutta vielä ei ole selvää, mihin kohtaan visuaalista asiaa opetuksen fokus tulee asettumaan, koodataan pelkän jaksossa esiintyvän puhunnan mukaisesti. Visuaalinen asia tulee opetuksen fokukseen siinä vaiheessa, kun sitä käsitellään ensimmäisen kerran **opetus**puheessa.

Koodaaja ei saa olettaa liikaa vaan odottaa sitä, että opettaja selventää fokuksensa oppilastolle:

jos asia ei ole selvä oppilastolle, se ei voi olla silloin selvä koodaajallekaan.

SEURAUS! Pelkkä taululle kirjoittaminen ei luonnollisestikaan ole puhetta, ja sitä ei koodata mihinkään luokkaan, mikäli opettaja ei samalla puhu jotakin; myös kirjoitetun asian suora ääneen lukeminen on normaalia opetuspuhetta.

HUOMIO! Tämän luvun säännöistä seuraa välittömästi, ettei pelkkää visuaalista informaatiota lasketa koskaan opetukseksi – opettajan täytyy viitata visuaaliseen informaatioon opetuspuheessaan, että visuaalinen informaatio voidaan koodata.

1.4 Vuorossa on sekä visuaalista että verbaalista lausumaa

Tämä on tilanteista kaikkein vaikein, ja se käsitellään seuraavien sääntöjen mukaisesti.

1.4.1 Pääsääntö: superpositio

Opettajan verbaalinen ja visuaalinen lausuma summataan, ja koodataan tähän summavaikutuspiiriin (kts. superpositio, luku 1.1.2).

Esimerkki:

- Opettajan puheessa esiintyy konkreettinen vaikutuspiiri (esim. ”Katotaas nyt tätä kissaa”) ja taulun kuvassa on pelkkä teoreettinen vaikutuspiiri (esim. puhdas vapaakappalekuvio).

Superposition perusteella tämä koodataan summavaikutuspiiriin ”konkreettinen + teoreettinen”.

HUOMIO! Myös esimerkiksi

- Puheakti: konkreettinen + Visuaalinen akti: ”konkreettinen + teoreettinen”

koodataan samoin superpositiolla luokkaan ”konkreettinen + teoreettinen”.

1.4.2 Poikkeus: liian täyteen ahdettu superpositio

Jos superpositioperiaatteella saadaan tulokseksi yli kaksi vaikutuspiiriä, joudutaan käyttämään poikkeussääntöä: puhuttu lausuma koodataan vuoron ensimmäiseksi lausumaksi ja visuaalinen lausuma (ja siihen liittyvä verbaliikka) toiseksi lausumaksi. Tässä joudutaan siis koodaamaan alilausumia (luku 1.2.3) kokonaisten lausumien asemesta.

1.4.3 Poikkeuksen seuraus: mahdollinen yliahdettu jakso

Käyttämällä superpositioperiaatetta saadaan visuaalisten elementtien läsnä ollessa tyypillisesti superpositio, joka sisältää yli kahta vaikutuspiiriä. Tällainen yliahdettu jakso koodataan luvun 1.2.3 ohjeiden mukaan alilausumiin jakamalla.

Keksitty esimerkki:

- Opettaja: ”Bee-kohdan vastaus oli siis 30 oomia, joka saadaan tosta lausekkeesta (opettaja osoittaa piirtoheittimen lasilla olevaa yhtälöä), ja lauseke oli siis tolla tapaa (opettaja osoittaa vanhaa asiaa liitutaululta) saatavilla tosta kuvaajasta.”

Opettajan lausuma sisältää lausuttuina vaikutuspiireinä lukuja (30 Ω). Visuaalisia vaikutuspiirejä on kaksi: ensin yhtälöiden ja symbolien vaikutuspiiri ja tämän jälkeen kuvaajien vaikutuspiiri. Vaikutuspiirejä on yhteensä kolme, joten täytyy suorittaa alilausumiin jakaminen.

Alilausumajako tehdään ajallisin perustein, ja alilausumia käsitellään tämän jälkeen kokonaisina lausumina; ne siis koodataan niihin jaksoihin, joista niissä on pidempi osa. Ensimmäinen alilausuma yhdistää luvun (30 Ω) yhtälöön, josta se saadaan laskettua. Toinen alilausuma yhdistää yhtälön kuvaajaan. Näillä tiedoilla osataan koodata ensimmäinen alilausuma summavaikutuspiiriin ”luvut” + ”yhtälöt/symbolit” ja toinen summavaikutuspiiriin ”yhtälöt/symbolit” + ”kuvaajat”.

1.4.4 Jos visuaalinen elementti on piilossa koodaajalle

Kuvaajan valinnoista johtuen jokin visuaalinen elementti ei välttämättä ole nähtävissä juuri silloin, kun se tulee opetuksen fokukseen. Tämä visuaalinen elementti saattaa kuitenkin näkyä videolla joko aikaisemmin tai myöhemmin. Tällainen jakso koodataan samoin kuin se olisi koodattu, jos visuaalinen elementti olisi ollut välittömästi näkyvissä myös koodaajalle.

Samoin on mahdollista, ettei visuaalinen elementti tule koskaan kuvaajalle näkyviin (esimerkiksi opettaja osoittaa oppilasto–opettaja-dialogin aikana jotain oppikirjan kuvaa). Tällöin visuaalista dataa **ei koodata** mukaan lainkaan.

1.5 Oppilaston koodaaminen

Koska tämän tutkimuksen ideana on ennen kaikkea koodata opettajan puhetta, oppilaston puheita kohdellaan tietyssä mielessä toisarvoisina opettajan puheeseen nähden. Oppilaston koodauksessa on mukana perustutkimuksellisia ideoita; käytännössä pyritään etsimään ja tiedostamaan koodausjärjestelmien ja -ohjelmien rajoja ja mahdollisuuksia.

1.5.1 Pääsääntö

Jos saman vuoron aikana opettajalla on kaksi leksikaalista lausumaa ja oppilastolla yksi, oppilaston lausumaa ei koodata lainkaan.

1.5.2 Poikkeus: Opettajan puheiden kombinointi.

Jos opettajalla on kaksi leksikaalista lausumaa vuorossa, jossa oppilastokin puhuu, ja kumpikin näistä lausumista koskee täsmälleen samaa vaikutuspiiriä tai niiden kombinaatiota, koodataan vain yksi ainut opettajan lausuma tälle jaksolle, jotta saadaan oppilastonkin lausuma talteen.

1.5.3 Poikkeus 2: Opettajan ja oppilaston puheiden kombinointi

Jos samassa jaksossa tapahtuu esimerkiksi neljä puheenvuoroa seuraavasti: 1. opettaja, 2. oppilasto, 3. opettaja, 4. oppilasto siten, että opettajan puhe on molemmissa tapauksissa samaa vaikutuspiiriä ja samoin oppilaston kumpikin lausuma on samaa vaikutuspiiriä, koodataan tälle jaksolle vain yksi lausuma sekä opettajalle että oppilastolle. Tällä säännöllä pyritään välttämään koodauksen kannalta hankalaa rekursiovaikutusta (luvut 1.2.1 ja 1.4.3), jossa koodaus jää hetkeksi jälkeen videon tapahtumista. Tämä poikkeusmenetelmä ei myöskään hukkaa informaatiota oppitunnin sisällöstä, mutta selkeyttää koodaajan työtä huomattavasti.

Jos oppilasto vastaa viittaamatta, **ja** opettaja ei noteeraa vastausta millään tavalla, viittaamatta vastannutta ei koodata. Jos kaksi oppilaston jäsentä puhuu täysin päällekkäin, koodataan vain se opiskelija, johon opettaja reagoi.

2 Koodauksen luokat

Koodausta luokitellaan viiteen erilaiseen pääluokkaan. Viides pääluokka (konkreettisen puhunnan arkipäiväsovellukset) on tutkimukseni kannalta ylimääräinen luokka. Sen toimintaa on tarkoitus testata pro gradu -tutkielmani ohessa lähinnä tieteellisen mielenkiinnon vuoksi. Sama pätee oppilaston puheisiin, joiden koodausta rajoitettiinkin erinäisin tavoin luvussa 1.5.

Tällä sivulla luettelen kaikki eri luokat, ja tulevilla sivuilla on ohjeistusta kuhunkin luokkaan koodaamisesta. Koodauksen tärkein osa on kolmas pääluokka, joten sen alaluokille on kullekin pyhitetty yksi kokonainen sivu. Sivujen oikeassa reunassa oleva värikoodaus helpottaa koodaajaa löytämään tarvitsemansa yhdistelmäluokat.

1. **pääluokka:** Asiasisältö
    - Luokka 0: ”ei mikään”
    - Luokka 1: Fysiikanopetuspuhetta
    - Luokka 2: Hiljaisuus
    - Luokka 3: Opetettavaan aiheeseen liittymätön puhe; ns. järjestelypuhe
    - Luokka 4: Puheesta ei saa selvää
2. **pääluokka:** Puhuja
    - Luokka 0: Kukaan ei puhu fysiikasta
    - Luokka 1: Vain opettaja puhuu fysiikasta
    - Luokka 2: Vain oppilasto puhuu fysiikasta
    - Luokka 3: Sekä opettaja että oppilasto puhuvat fysiikasta
3. **pääluokka:** Opettajan ajassa ensimmäisen lausuman luokka
    - Luokka 0: ”ei mikään” – jos vain oppilasto puhuu
    - Luokat 1–6: Puhtaat luokat
    - Luokat 7–22 : Yhdistelmäluokat
4. **pääluokka:** Toinen puhetyyppi tarpeen mukaan (opettajan toinen lausuma tai oppilaston lausuma)
    - Luokka 0: ”ei mikään” – jos opettajan toista lausumaa ei ole, ja oppilasto ei puhu
    - Luokat 1–6: Puhtaat luokat
    - Luokat 7–22 : Yhdistelmäluokat
5. **pääluokka:** Konkreettisen puhunnan arkipäiväsovellukset
    - Luokka 0: ”ei konkreettista puhuntaa”
    - Luokka 1: Arkipäivän sovellukset ja kokemukset
    - Luokka 2: Tekniset/teolliset sovellukset
    - Luokka 3: Yhteiskunnalliset asiat
    - Luokka 4: Historialliset asiat
    - Luokka 5: Itse tehdyt/opettajan esittämät oppituntidemonstraatiot

2.1 Pääluokka 1: Asiasisällön identifiointi

Jos tässä pääluokassa koodataan luokkaan 0, 2, 3 tai 4, kaikki muut pääluokat ovat automaattisesti nollia. Tällöin jos "puolet jaksosta saisi selvää, mutta toisesta puolesta ei saa", jakson sisältö mitätöityy täysin. Tämä sääntö on olemassa yksikäsitteisyyden takia.

2.1.1 Luokka 0: "ei mitään"

Kuvaus

Oppituntiin kuulumattomien ihmisten puhe/säätö/tms. Lisäksi täysin kummalliset ja ei-liittyvät asiat koodataan tähän luokkaan. Myös "oppitunti ei ole vielä alkanut" on tätä luokkaa. Oppitunti katsotaan alkavaksi jaksosta, jossa oppilaita alkaa tulla sisään luokkaan. Oppitunti loppuu, kun video loppuu.

Tällä merkinnällä on yksi erikoistapauskäyttö yllä mainittujen lisäksi. **Jos jokin opettajan/oppilaston lausuma vie useita kokonaisia jaksoja, lausuma koodataan ensimmäiseen koko jaksoon, jonka se vie. Loput lausuman vievät kokonaiset jaksot merkitään tällä luokalla.** Siihen jaksoon, jossa lausuma loppuu – eli jossa se ei enää vie kokonaista jaksoa – koodataan normaalisti joko hiljaisuutta, järjestelypuhetta tai uusi lausuma. (Jaksoon, jossa pitkä lausuma alkaa, merkitään hiljaisuus, jos siinä ei ole merkittäväksi muita lausumia.)

Esimerkkejä

- Banaanikorppikotka kaappaa opettajan mukaansa
- Oppituntia kuvaava kameraporukka säätää laitteita, ja heidän puheensa tms. säätönsä on mukana videolla.
- Jos oppilasto tai opettaja kommunikoi kuvausryhmän kanssa missä tahansa vaiheessa, koodataan tähän luokkaan, sillä kyseessä on aina oppitunnin "häiriö". Normaalilla oppitunnilla ei olisi mahdollista jutella kuvausryhmän kanssa.
- Opettaja puhuu käytävässä sattumanvaraisille opiskelijoille/opettajille/alieneille, mutta opettajan mikrofoni välittää puheen koodaajan kuuluville.

2.1.2 Luokka 1: Fysiikanopetuspuhe

Kuvaus

Tähän luokkaan koodataan kaikki fysiikan opetukseen liittyvä puhe. Jos puheessa ei ole fysiikkaa opettavaa sisältöä, se koodataan luokkaan 3 eli järjestelypuheeseen.

2.1.3 Luokka 2: Hiljaisuus/satunnainen puheensorina

Kuvaus

Erilaiset luokkahuoneen hiljaiset tilanteet koodataan tähän luokkaan.

Esimerkkejä

- Järjestäytyminen luokkaan, luokasta poistuminen – tilanteessa voi olla puheensorinaa, jopa yksittäiset oppilaat saattavat selvästi olla äänessä, mutta opettaminen ei ole vielä alkanut (opettaja ei ole avannut tuntia sanomalla esim. "hyvää päivää")
- Opettaja/oppilasto piirtää taululle.

- Yksittäinen tai yksittäiset ”joo”, ”vittu” tms. merkitään myös tähän luokkaan.
- Taululla on jotain, josta oppilasto hiljaa kopioi (tai on mahdollisuus kopioida) ilman, että opettaja opettaa asiasta mitään.
- Päivänavauksen kuunteleminen

Tarkentavia huomioita

- Oppilaston tehdessä tehtäviä ja opettajan kierrellessä ympäriinsä neuvomassa käsitetään mikä tahansa oppilasto–opettaja-dialogi johonkin muuhun luokkaan kuuluvaksi puheeksi.
- Jos saman jakson aikana on esimerkiksi hiljaisuutta ja opettajan (mitä tahansa) puhetta, koodataan aina puheen luokkaan, vaikka se olisikin vain ”järjestelypuhetta” eli luokkaa 2.1.4.
- Kesken jäävät lausumat koodataan hiljaisuudeksi – ”ollaan kuin tätä ei olisi ikinä olisi sanottukaan”.

2.1.4 Luokka 3: Muu kuin fysiikkaa opettava puhe, ns. järjestelypuhe

Kuvaus

Opettaja tai oppilasto puhuu joko fysiikan opetukseen liittymättömistä asioista (luokanvalvoja-asiat, koulun toimintaan liittyvät asiat) tai tapahtuu opetuspuhetta, jolla ei ole varsinaista sisällöllistä liittyvyyttä fysiikan opetukseen (esimerkiksi kirjan sivunumeron kertominen, tietokoneen käynnistämisen käskytys, tehtävien tekemisen kehottaminen).

Jos opettaja toistaa oppilaston vastauksen sanasta sanaan, se on järjestelypuhetta, koska tämän puheaktin merkitys on ainoastaan varmistaa, että koko oppilasto kuuli vastauksen. Jos opettaja täsmentää tai lisää oppilaston vastaukseen siihen jotain (oppilasto sanoo ”14” ja opettaja täydentää ”14 markkaa”), kyseessä on ihan oikea opetuslausuma, joka koodataan luokkaan 2.1.2.

Esimerkkejä

- ”Vaihdetaan istumajärjestystä. / Nyt ei vaihdeta istumajärjestystä.”
- ”Hattu pois! / Älä syö purkkaa!”
- ”Avatkaa oppikirjat sivulta kahdeksantoista.”
- ”Valitkaa työpari, ja alkakaa tehdä tehtäviä 32–37.”
- ”Teitä on täällä nyt 17, niin yksi jää ilman paria.”
- ”Tänään käsitellään sähköä ja tehoa.” + ”Seuraavaksi kootaan virtapiiri.” + ”Piirretään teille nyt ensin kytkentäkaavio.” Tämä ei ole opetuspuhetta, ainoastaan dokumentti siitä, mitä kyseisellä oppitunnilla/kohta tullaan tekemään. Tämä sääntö on enimmäkseen puhdas rajanveto, jonka perustelen sillä, ettei yksikään oppilas ei opi tästä lausumasta mitään.
- ”Mä näytän seuraavaksi, miten tämä asia tehdään.” → tämänlaatuisessa lausumassa saattaa toisilla sanavalinnoilla ollakin fysiikan opetuksellista sisältöä; tällaisenaan ei ole. Kyseessä on järjestelypuhe, jossa opettaja vain kertoo, mitä tunnilla tulee seuraavaksi tapahtumaan.

Tarkentavia huomioita

Muista järjestelypuheen alisteisuus: jos jaksossa on sekä järjestelypuhetta että luokkaan 2.1.2 kuuluvaa opetuspuhetta, järjestelypuhetta ei koodata lainkaan.

Muista, ettei järjestelypuheesta koodata puhujaa, vaan järjestelypuheen puhuja on aina luokka 0: ”kukaan ei puhu fysiikasta”!

Oppilaston vitsit (ja opettajan reaktiot niihin) ovat useimmiten järjestelypuhetta, koska ne eivät vie oppituntia eteenpäin. Jos opettaja tekee välittömästi vitsistä ”opetuksen aiheen”, koodataan toki normaalisti, vaikkei oppilaston lausuma luultavasti ollutkaan tarkoitettu opetuspuheeksi.

Aiheen sivuun menevä keskustelu on järjestelypuhetta. Esimerkiksi keskustelu siitä, mikä on jääkaapin ja jenkkikaapin ero, kun tuo ero ei liity opetettavaan fysiikkaan millään tavalla (vaikkapa johdantona lämpövoimakoneisiin).

HUOMIO! Osa kotitehtävien tarkastusprosesseista on ehdottomasti järjestelypuhetta, vaikka puheessa kuinka esiintyisi konkreettisia ja/tai teoreettisia fysiikan käsitteitä.

Esimerkki: oppitunnilla käydään läpi ristikkoa tai jotain muuta yksinkertaista tehtävää, jonka tarkastustapa on ”opettaja kysyy → oppilasto vastaa (usein yhdellä sanalla) → opettaja kysyy → oppilasto vastaa”. Tämä prosessi on järjestelypuhetta. Yksikään oppilas ei opi tästä mitään: jos vastauksen on keksinyt kotona, oppimista ei luonnollisesti enää tapahdu; jos vastausta ei ole kotona saatu, oppilas saa vastauksen ja kirjoittaa sen hirveällä kiireellä kirjaansa, muttei koskaan saa tietää, miksi vastaus oli juuri tämä.

Tilanne luonnollisesti muuttuu niissä kohdin, joissa opettaja tai oppilasto perustelee jotenkin vastaustaan. Sama pätee monimutkaisempiin kotitehtäviin, mutta ”kysymys vastaus kysymys vastaus” -lauonta ei opeta yhtään mitään. Hitaampi läpikäymistahti, jossa vastaukset ovat pidempiä kuin yhden sanan lausumia, on jo käytännössä aina opetuspuhetta.

HUOMIO 2! Jos järjestelypuhe keskeyttää opettajan lausuman, riippuu keskeytyksen tavasta, onko tätä lausumaa olemassa. Sääntönä käytetään sitä, toistaako opettaja järjestelypuhekeskeytyksen jälkeen puheaktinsa alkuosan vai ei. Jos toistaa, keskeytys samalla ”pyyhkii yli” opettajan alkuperäisen alkuosan, eikä ”sitä koskaan tapahtunutkaan”. Jos opettaja jatkaa järjestelypuheensa jälkeen siitä, mihin ennen keskeytystä jäi, koodataan koko opetuslausuma, ja järjestelypuheen katsotaan jääneen tapahtumatta.

Esimerkki:

Vaihtoehto 1: Opettaja: ”Miettikääs vaikka kahta jokea. HEI NYT HILJAA KAIKKI! (jakso vaihtuu) Niin miettikääs niitä kahta jokea, jos toisessa menee virta 6 A ja toisessa 3 A, niin…”

Vaihtoehto 2: Opettaja: ”Miettikääs vaikka kahta jokea. HEI NYT HILJAA KAIKKI! (jakso vaihtuu) Niin jos toisessa menee virta 6 A ja toisessa 3 A, niin…”

Vaihtoehdossa 1 opettaja toistaa lausuman alun, jolloin järjestelypuhe ”pyyhkii pois” aiemmin lausutun alun. Ensimmäiseen jaksoon koodataan pelkkä järjestelypuhe, ja toiseen itse lausuma.

Vaihtoehdossa 2 opettaja jatkaa järjestelypuheen jälkeen suoraan siitä, mihin jäi. Tällöin jakso koodataan samoin kuin mikä tahansa kahden jakson pituinen lausuma. Katsotaan siis, että järjestelypuhetta nyt vain sattuu olemaan lausuman keskellä. Ja koska järjestelypuhe on aina alisteinen opetuspuheelle, sitä ei koodata lainkaan. Esimerkin tapauksessa lausuma on ajallisesti enemmän jälkimmäisessä jaksossa, joten ensimmäiseen jaksoon koodataan luvun 2.1.3 luokka ”hiljaisuus”, jälkimmäiseen itse lausuma.

2.1.5 Luokka 4: Puheesta ei saa selvää

Kuvaus

Tähän luokkaan koodataan sellainen jakso, jossa oppilasto tai opettaja puhuu, mutta puheesta ei saa ilman merkittävää vaivannäköä selvää niin hyvin, että sitä voisi koodata mihinkään muuhun luokkaan.

Oppitunnilla voi olla esimerkiksi tilanne, jossa monet oppilaat ovat yhtä aikaa äänessä, eikä yksittäisistä puhujista saa selvää. Jos kuitenkin jaksossa oleva opettajan puhe kuuluu selvästi, koodataan hänelle normaalisti joko fysiikanopetuspuhe tai järjestelypuhe.

KAPPA-kokeita tehdessä lienee järkevää yhdenmukaistaa kummankin koekoodaajan tähän luokkaan merkitsemät jaksot.

2.2 2. pääluokka: Puhujan identifiointi

2.2.1 Luokka 0: Kukaan ei puhu fysiikasta

Kuvaus

Tähän luokkaan koodataan kaikki ne tilanteet, joissa on koodattu jokin muu 1. pääluokan luokkaan kuin pääluokka 1: Fysiikanopetuspuhe.

2.2.2 Luokka 1: Vain opettaja puhuu fysiikasta

Kuvaus

Jos ainoastaan opettaja tuottaa fysiikan opetukseen liittyvää puhetta jakson aikana, koodataan tähän luokkaan.

2.2.3 Luokka 2: Vain oppilasto puhuu fysiikasta

Kuvaus

Jos ainoastaan oppilasto tuottaa fysiikan opetukseen liittyvää puhetta jakson aikana, koodataan tähän luokkaan.

2.2.4 Luokka 3: Sekä opettaja että oppilasto puhuvat fysiikasta

Kuvaus

Jos jakson aikana fysiikan opetukseen liittyvää puhetta tuottaa sekä opettaja että oppilasto, tehdään koodaus tähän luokkaan riippumatta siitä, kumpi puhuu enemmän/ensin.

2.3 3. pääluokka: Opettajan ajassa ensimmäisen lausuman puhetyyppi; jos opettaja ei puhu, oppilaston ajassa ensimmäinen puhetyyppi.

Jos opettajalla on jakson aikana useampi lausuma, koodataan ajassa ensimmäinen opettajan lausuma tähän pääluokkaan. Jos opettaja ei puhu mitään, koodataan oppilaston ensimmäinen lausuma tähän luokkaan.

2.3.1 Luokka 0: Ei opetuspuhetta, tai opetuspuhe on piirteetöntä

Kuvaus

Jos jakson aikana ei ole opetuspuhetta, koodataan tämä luokka.

Toisinaan, joskin harvoin, opetuspuhe on täysin piirteetöntä: opettaja voi esimerkiksi haluta täsmentää oppilaston vastausta ja sanoo ”tarkenna” tai ”mitä tarkoitat?” Nämä tapaukset koodataan tähän luokkaan.

VAARA! OBS! LIVSFARA!

Jos opettajan opetuspuhe on piirteetöntä, ja sisältää kysymyksen, joka ohjaa oppilaston täsmälleen yhteen ”oikeaan” ratkaisuun, joka on väistämättä jotakin yksittäistä koodausluokkaa, opettajan kysymys koodataan sen luokan puheeksi, jota ”oikea vastaus” on (kts. luku 1.1.3). Tästä säännöstä on esimerkkejä muiden luokkien alla, mutta yksittäinen esimerkki voisi olla:

- ”Mitä kaavaa käytetään?” koodataan luokkaan yhtälöt/symbolit (luokka 5), sillä hyväksyttävä vastaus voi olla vain opettajan tarkoittaman kaavan yhtälömuoto, esimerkiksi ”$U = RI$”.

Puhtaat puhetyyppiluokat

2.3.2 Luokka 1: Puhtaasti arkikielinen eli konkreettinen puhuminen

Kuvaus

Fysiikan opetuksen aikana puhutaan puhtaasti arkikieltä ja arkikielen termejä käyttäen jostakin opetettavaan fysiikan aiheeseen liittyvästä asiasta.

Jos on ongelmia päättää, onko puhunta konkreettista vai teoreettista, kannattaa huomata, että tähän luokkaan vaaditaan eksplisiittinen arkipäivähuomautus: jokin, joka aivan selvästi liittyy konkreettisiin, käsin kosketeltaviin tai helposti hahmotettaviin arkisiin tilanteisiin tai kokemuksiin.

Esimerkkejä ja tarkentavia huomioita

- ”Kytkekää ne lamput valmiiksi niihin paristoihin.”
- ”Minkälaisia sähkölaitteita käytätte/teillä on kotona?” on täysin arkikieltä, koska ei tarvitse olla opiskellut fysiikkaa tietääkseen, mitkä asiat ovat sähkölaitteita.
- Jos puhe ei näytä millään tavalla liittyvän fysiikkaan, mutta on kuitenkin selvästi fysiikanopetuspuhetta, se koodataan lähes järjestään tähän luokkaan, mikäli puheessa on vähänkin arkipäiväviittausta. Puheen konteksti on siis otettava huomioon. **Esimerkiksi:** ”Meidän poikakin käyttää jo jääkaappia.”

Vaara! Livsfara!

- Pidä aina diskurssianalyyttinen valinta (luku 1.1.1) mielessäsi, kun koodaat asioita joko teoreettisiksi tai konkreettisiksi: käyttikö opettaja kahden vaikutuspiirin käsitteitä? Jos kyllä, käyttikö hän niitä arkikielisinä vai fysikaalis-teoreettisina?

2.3.3 Luokka 2: Mittaustekniikasta puhuminen

Kuvaus

Erinäisistä teknisistä[1] mittauslaitteista (virta- ja jännitemittari tms.) ja niiden toiminnasta puhuminen ilman, että niiden toimintaa selitetään fysikaalisin perustein tai viitataan niihin numeroihin, joita ne tuottavat – tai liitetään niitä selvästi puheessa osaksi konkreettista mittausasetelmaa/havaintoympäristöä.

Pelkkä verbi ”mitata” ei ole vielä kvalifikaatio tähän luokkaan. On mahdollista, että opettaja puhuu esim. ”äskeisestä mittauksesta”, mutta kontekstissa puhuu ennemmin äsken tehdystä kokeesta – vaikka siinä kokeessa olisikin käytetty mittareita. Tällöin tulkintaa helpottamassa käytetään seuraavaa ajatusta: **luettiinko mittauksessa mittareista numeroita, vai pelkästään katsottiin, miten viisari/näyttö muuttui**? Jos jälkimmäinen, viittaus on useimmiten äskeiseen (konkreettiseen) kokeeseen eikä niinkään mittaustekniikkaan.

Pelkkä viisarin värähtämisen seuraaminen ei siis ole mittaustekniikkaa vaan konkreettista tuijottelua. Sähköisissä kytkennöissä termit ”sarjaan ja rinnan” katsotaan liittyviksi mittaustekniseen kielenkäyttöön silloin, kun ne liittyvät sähkömittarin kytkentään.

Ainoastaan sellaiset tekniset laitteet, jotka tuottavat numeerista mittausdataa, voivat esiintyä tässä luokassa – muut laitteet katsotaan luokiteltavaksi konkreettiseen havaintomateriaaliin (luokka 1).

Esimerkkejä

- ”Tämä virta/jännitemittari kytketään sarjaan/rinnan.”
- ”(Tämä on) virtamittari eli ampeerimittari.”
- ”Ensin tämä mittari pitää säätää näyttämään oikein/kalibroida.” (sivistyssana ei ole fysikaalisteoreettista puhetta (luokkaa 6), jos sitä käytetään myös muissa tieteissä)
- ”Miten kytketään tämä mittari?” (jos vastauksena selvästi halutaan ”sarjaan/rinnan” tms. eikä ”laitetaan toi johto tohon ja toi tohon”)

Tarkentavia huomioita

- Jos kuvaillaan, kuinka mittari liittyy konkreettiseen mittausasetelmaan tai ylipäänsä puhutaan mittarista selvästi konkreettisen mittausasetelman osana sen sijaan, että puhuttaisiin pelkästään mittarista ja sen ominaisuuksista, koodataan yhdistelmäluokkaan 7.
    - **Esimerkiksi:** ”Kytketään tää mittari ton lampun viereen.”
- Jos sähköisiä komponentteja (lamppuja, vastuksia) laitetaan sarjaan tai rinnan, kyse on fysiikkapuheesta eikä mittausteknisestä.
- Yläastetasoisessa opetuksessa virta- ja jännitemittarit näyttävät suurimman osan aikaa olevan olemassa pelkästään ”konkreettisina havaintovälineinä”: niistä katsotaan, että virta suurenee tai pienenee, mutta ei olla kiinnostuneita niiden antamista lukuarvoista. Tämän vuoksi koodatessa seurataan erityisen tarkkaan, viittaako puhuja nimenomaan mittariin, vai ”kvalitatiiviseen havaintoon, joka nähtiin mittarin käytöksessä”. Jälkimmäiset koodataan summavaikutuspiiriin ”konkreettinen” + ”mittaustekninen” (luokka 7).

[1] Tekninen mittauslaite tarkoittaa sitä, että laitteen on sisällettävä tekniikkaa; tällöin konkreettiset mittalaitteet, kuten viivoitin tai astemitta, eivät kuulu tähän vaikutuspiiriin vaan luokkaan 1.

2.3.4 Luokka 3. Luvuista puhuminen

Kuvaus

Opetuspuheessa esiintyy numero tai numeroita ilman, että niitä eksplisiittisesti liitetään millään tavalla mihinkään laajempaan kontekstiin. Puheaktin pääasiana pitää olla numero/numeroita.

Numeroiden täytyy kuitenkin selvästi liittyä fysiikkaan eikä olla pelkästään lukumäärän kuvaus. Tällä viimeisellä säännöllä on rajatapauksia, jolloin esimerkiksi opettaja käskee kytkentäkaaviokuvasta laskea, montako johdinta tarvitaan (tällöin toki kyseessä on yhdistelmäluokka 18). Tällöin luvuilla on selvä fysikaalinen merkitys, vaikka ne ovatkin vain lukumäärää kuvaamassa. Sen sijaan ”tuokaa vaikka viisi johtoa, niin varmasti riittää”, ei ole luvuista puhumista, koska viisi johtoa on tässä vain summittainen lukumäärä.

Numeroiden tuottamisesta puhuminen, esimerkiksi verbi ”laskea” ei ole numeroista puhumista.

Esimerkkejä

- Pelkkien lukujen luetteleminen.
- Laskun lopputuloksen ilmoittaminen: ”Tulos oli viisi pilkku kuusi metriä.”
- ”Mä sain tästä 80 volttia. Mitä sä sait?”

Vaara! Livsfara!

Luvuista ja yksiköistä puhuminen siinä mielessä, että luvulla on yksikkö, tulkitaan tähän luokkaan. Vaikka siis sinänsä V on voltin symboli (luokka 5), yksiköt tulkitaan olevan osa fysikaalista luvun käsitettä. Fysiikassahan on hyvin harvassa suureita, jotka ovat täysin paljaita lukuja (hyötysuhde, Reynoldsin luku jne.) Jos puhutaan yksiköstä erikseen vailla kontekstia, se koodataan symboliksi (luokka 5).

Huomio!

- ”Avatkaa kirjat sivulta 35”

sisältää lukuja, mutta on kuitenkin selvästi järjestelypuhetta, joten luvut eivät liity.

- ”Tiedätte ruoanlaitosta, että joku ruoka tulee 10 minuutissa, joku vaatii parikymmentä ja joku tulee ihan muutamassa minuutissa.”

Lausumassa on lukuja, mutta ne eivät ole tarkkoja, vaan ilmaisevat lähinnä suuruusluokkia ja ”hajontaa”, joten eivät ole ”fysikaalisia lukuja”. Tämä puhunta on puhtaan konkreettinen (luokka 1), KUNHAN se liittyy opetettavaan aiheeseen, eli esimerkiksi johdantona tehon käsitteeseen.

2.3.5 Luokka 4. Kuvaajista puhuminen

Kuvaus

Näytetään jotakin kuvaajaa/diagrammia tai puhutaan siitä ilman liitospintoja siitä saatavaan informaatioon (lukuarvoihin) tai sen liittymisestä fysiikkaan tai arkielämään. Toisin sanoen kuvaajaa ei millään lailla tulkita tämän luokan alla, se ainoastaan eksistoi opetuksen fokuksena tai on ulkonäöllisen kritiikin kohteena.

Esimerkkejä

- Kuvaajan/diagrammin ulkoasusta puhuminen. (kuvatekstit, akselitekstit, siisteys jne.)
- ”Tehdään suorasovitus.” / ”Sovitetaan nyt tähän suora.” (tämä viimeinen saattaa toki olla jo myös jonkin muun vaikutuspiirin puhetta, jos opettaja esimerkiksi perustelee suorasovitusta kuvaajan lausekkeen yhtälömuodolla tms.)

Tarkentavia huomioita

Diagrammiksi/kuvaajaksi määritellään numeerista dataa tai yhtälön käyttäytymistä visuaalisesti esittävä kuva (suorasovitus, piirakkadiagrammi, pylväsdiagrammi).

Näin ollen esimerkiksi energiakaaviot (sähköenergia muuttuu sekä lämpö-, moottorin liike- ja äänienergiaksi) eivät ole kuvaajia eivätkä diagrammeja (vaan puhtaan fysiikan vaikutuspiirin visuaalista osa-aluetta, luokkaa 6).

Yläastetasoisessa opetuksessa kuvaajia/diagrammeja on erittäin vähän. Näin ollen tämä ja kaikki kuvaajia sisältävät yhdistelmäluokat ovat erittäin harvinaisia.

2.3.6 Luokka 5. Yhtälöistä/symboleista puhuminen

Kuvaus

Puhuminen pelkästään fysikaalisista suureyhtälöistä tai suureiden nimistä (=symboleista) tai suureiden yksiköistä niiden **tunnuksia** käyttäen ilman viittauksia fysiikkaan tai konkreettiseen maailmaan. Myös yhtälön ratkaiseminen (matemaattinen toimitus) kuuluu tähän luokkaan. Samoin matematiikan merkintäsäännöistä puhuminen, esim. ”kirjainten väliin ei tarvi laittaa kertomerkkiä”.

Yksiköistä puhuminen ilman lukuja on aina symboleista puhumista. Tämä sääntö on luultavasti epäsopiva Helaakosken & Viirin alkuperäisen vaikutuspiiriajattelun kanssa, mutta sääntö on tehty pääasiassa siksi, ettei oppilasto (eikä suurin osa opettajistakaan) tee mitään eroa ilmaisujen ”1 joule” ja ”1 J” välillä, vaan näitä pidetään samana asiana. Lisäksi sääntö helpottaa monien vaikeiden koodaustapahtumien päätöksentekoa vähentämällä mahdollisia vaikutuspiirejä ja tulkintaa.

Esimerkkejä

- Opettaja kirjoittaa taululle yhtälön, ja ko. yhtälöstä tulee millä tahansa (piirteettömälläkin) puheaktilla opetuksen fokus. Dimensioyhtälötkin, esim. $[F] = [m][a] = [\mathrm{kg}][\mathrm{ms}^{-2}]$ ovat tätä luokkaa.
- ”Lasketaan tämä yhtälöllä $F = ma$.”
- ”Mitäs kaavaa käytettäisiin tähän?” (Tämä on piirteetön, vastausta ohjaava kysymys (luku 1.1.3). Katso myös tarkentava huomio alla.)
- ”Ratkaistaan tästä yhtälöstä P.” ja ”Ratkaistaan tästä yhtälöstä teho” (myös itse ratkaisutapahtuma koodataan tähän luokkaan.)
- Ns. ”muistikolmio” ja matemaattiset apuvälineet kuten ”muistikaavat” koodataan tähän.
- ”Kerrotaan (ne) (keskenään)”, **mikäli** ”ne” viittaa nyt symboleihin, vaikkapa m:ään ja a:han. Sen sijaan, jos ”ne” ovat lukuja, koodataan yhdistelmäluokkaan symbolit/yhtälöt + luvut (luokka 17)

Tarkentavia huomioita

- Oppilaston vastatessa pelkästään lukuarvolla opettaja kysyy usein: ”Entäs yksikkö?” Tämä on ohjaava, piirteetön kysymys (luku 1.1.3). Kysymys ohjaa oppilaston vastaamaan ”joule” tai ”iso jii” tai ”jii”, jolloin opettajan kysymys on tätä samaa luokkaa 5, vaikkei siinä esiinnykään mitään symbolia.
- Huomaa, että myös isot ajan yksiköt, kuten ”vuosi” tai ”kuukausi” ovat yksiköitä, vaikka niitä ei ehkä niin helposti sellaisiksi miellä.

VAARA! OBS! LIVSFARA!

Jos opettaja kysyykin: ”mikä on tehon yksikkö?”, hän määrittelee vastauksessaan, että oppilaston pitää vastata symboleita, mutta kysymys sisältää myös teoreettisen käsitteen ”teho”. Koska kysymys on vastausta ohjaava, mutta sisältää itsenäisiä piirteitä, se koodataan itsenäisten piirteiden vaikutuspiiriin ”teoreettinen”.

Mieti aina, viittaako opettaja esimerkiksi virrasta puhuessaan fysikaaliseen käsitteeseen ”virta” vai suuretunnukseen I. Tämä on yleensä hyvin selvää kontekstista. Jos asia ei ole kontekstista selvillä, koodataan **teoreettiseen vaikutuspiiriin** (luokka 6).

2.3.7 Luokka 6. Fysiikan teoriarakenteesta puhuminen

Kuvaus

Puhutaan fysiikasta siten, että ilmiöitä kuvaillaan käyttäen sellaisia termejä, ettei puhetta voi ymmärtää puhujan tarkoittamalla tavalla, jos kuulija ei ole opiskellut fysiikkaa. Sama toisin ilmaistuna: puhutaan fysiikan teoriasta ilman liitäntöjä esimerkiksi arkipäivän ilmiöihin.

Esimerkkejä

- ”Jos voima kasvaa, niin sitten kasvaa kiihtyvyyskin väkisin, jos massa pysyy samana.” – Vaikka termit ovatkin ns. arkikieltä, ei lausumassa tehdä mitään viittauksia arkimaailmaan. Tässä näkyy ”kahden vaikutuspiirin käsitteiden” (luku 1.1.1) olemassaolo. Koska ”massa” ja ”voima” ovat sekä fysiikan kieltä että arkikieltä, koodaajan pitää päätellä kontekstista, kumman kielen käsitteitä ne milloinkin ovat.
- ”Kun lasketaan jännitettä, piirin virta pienenee.” (Tämän lauseen koodaus riippuu täysin kontekstista: ehdottomasti lause sisältää fysikaalisen teorian pääidean, joka jossain mielessä voidaan nähdä ”Ohmin lakina verbaalisesti selitettynä”. Jos se sanotaan irrallaan varsinaisesta mittaustilanteesta, kyseessä on puhtaasti fysiikan teoriasta puhuminen (tämä luokka). Sen sijaan jos havainto lausutaan demonstraation aikana, jossa väännetään jännitelähdettä pienemmälle ja nähdään virran laskeminen moottorin hidastumisena/lampun himmenemisenä, kyseessä on ehdottomasti konkreettinen (arki)havainto yhdistettynä fysikaaliseen teorialausumaan, eli yhdistelmäluokka 8.
- ”Voidaan ajatella Ohmin lakia.” (Olkoonkin, että Ohmin lailla on yhtälömuoto, siihen ei mitenkään viitata tässä lausumassa – Ohmin laki on fysikaalinen käsite, jota ei voi ymmärtää ilman fysiikan koulutusta.)

Tarkentavia huomioita

- Pidä aina diskurssianalyyttinen valinta (luku 1.1.1) mielessäsi, kun koodaat asioita joko teoreettisiksi tai konkreettisiksi: käyttikö opettaja kahden vaikutuspiirin käsitteitä? Jos kyllä, käyttikö hän niitä arkikielisinä vai fysikaalisteoreettisina?
- Toinen vaikea paikka on se, että oppilasto vastaa yhdellä ainoalla sanalla opettajan kysymykseen. Esimerkiksi:
  - Opettaja: ”Mistä suureista teho riippuu?”
  - Oppilasto: ”Aika.”
    - ➔ Koska opettaja halusi vastaukseksi nimenomaan suuretta (suureita), oppilaston vastaus tulkitaan suureeksi, eli fysiikan kieleksi, vaikka ”aika” voisi hyvin olla myös konkreettinen ”arkiaika”.
- Kahden vaikutuspiirin käsitteet voivat olla myös symboleita: jos opettaja sanoo ”virta”, hän saattaa viitata joko fysikaaliseen suureeseen virta tai tätä suuretta kuvaavaan tunnukseen I. Koodauspäätös tehdään sen mukaan, tulkitaanko opettajan puhuvan mieluummin symboleista kuin suureista. Jos esimerkiksi on kirjoitettu taululle yhtälö, ja mietitään, mitä siihen sijoitetaan, jokainen lausuttu ”virta” viittaa kohtuullisen varmasti symboliin I.

Yhdistelmäluokat

Yhdistelmäluokkia koodatessa kannattaa pitää selkeänä mielessä superpositioperiaate (luku 1.1.2). Jokaisen luokan alussa esitelty ”kuvaus” on ainoastaan ideaalitapaus. Suurin osa yhdistelmäluokkien koodauksista on superpositiota ”puhtaista luokista 1–6”.

2.3.8 Luokka 7. Mittaustekniikasta + arkikielisesti/konkreettisesti puhuminen

Kuvaus

Puhutaan mittausteknisistä asioista (mittareista, mittaustilanteesta, mittareiden kytkennästä, mittareiden näyttämästä) käyttäen hyvin arkikielisiä käsitteitä, joiden ymmärtämiseen ei ole tarvinnut opiskella fysiikkaa. Mittareista lukeminen on käytännössä myös tätä vaikutuspiiriä (niin kauan, kun niistä ei lueta lukuja, vaan konkreettisia havaintoja kuten esimerkiksi ”suurenee, pienenee, viisari värähtää”.

Esimerkkejä

- ”Mittareissa näyttäisi tapahtuvan jotain.”
- ”Meillä on siis tässä pari johtoa, moottori/lamppu ja sitten virtamittari.”

Huomio ylle 1: Virtamittari-sanan ymmärtämiseen ei tarvitse tuntea fysiikkaa – riittää että tietää laitteen olevan nimeltään ”virtamittari” – ’aivan sama mikä sen nimi on, viisari siinä kuitenkin joskus liikkuu’.

Huomio ylle 2: ”Pari” johtoa ei varsinaisesti ole luvun määre, vaan tässäkin tapauksessa selvästi synonyymi sanalle ”muutama”.

Tarkentavia huomioita

Jos **mittareiden** kytkennässä puhutaan sarjaan ja rinnan kytkemisestä, se katsotaan mittausteknisestä asiasta puhumiseksi. (Samoin yleinen pohdinta siitä, miten mittarit pitäisi kytkeä.)

Vaara! Livsfara!

Opettaja: ”Lamppu palaa kirkkaammin, ja virta näyttää olevan suurempi kuin äsken.” Tilanteessa virran suuremmuus äskeiseen nähden havaitaan virtamittarin näyttämästä.

Mittausteknisestä vaikutuspiirin (luokka 2) rajatapauksissa katsotaan, luettiinko mittarista **numeroita**. Jos ei, mittari toimii normaalina konkreettisen maailman havaintovälineenä. Tässä tapauksessa tilanne on rajatapaus, koska opettaja ei puheessaan viittaa virtamittariin millään tavalla.

Käytännössä tilanne on siis: ”koska **konkreettisesti** havaitaan viisarin olevan suuremmassa arvossa kuin äsken, **teoreettinen** käsite ’virta’ on suurempi” → koodataan siis luokkaan 11, vaikka päätelmä tehtiinkin mittarista katsomalla.

(Koodaus luokkaan 11 tapahtuu myös, jos lausuma on sama, mutta johtopäätös tehdään pelkästään lampun kirkastumisen seurauksena: siitä, että **konkreettisesti** havaitaan **konkreettisen** lampun palavan kirkkaammin seuraa se **teoreettinen** päätelmä, että virta on suurempi.)

2.3.9 Luokka 8. Luvuista + arkikielisesti/konkreettisesti puhuminen

Kuvaus

Puhuja kuvaa jotakin (arkikielistä) ilmiötä numeroin.

Esimerkkejä

- ”Aletaan mitata siinä vaiheessa, kun vaunu on 1,5 metrin kohdalla.”
- ”Tämä on 2400 W hiustenkuivaaja.”
- ”Arvioidaan, että te katsotte suunnilleen 2 tuntia televisiota päivässä.”

Tarkentavia huomioita

- Katso **ehdottomasti** luvun 2.1.4 esimerkit! Siellä on monia tapauksia, joissa arkikielisessä puheessa käytetään lukuja, mutta kyseessä ei ole fysiikan opetuksellinen puhe, vaan jonkunlainen järjestelypuhe.
- ”Meillä on nyt tässä kaksi lamppua.” Lausumassa esiintyvä ”kaksi” on lukumäärän kuvaus eikä jonkin suureen arvo. Koodataan siis pelkästään konkreettiseen puheeseen (luokka 1)

2.3.10 Luokka 9. Kuvaajista + arkikielisesti/konkreettisesti puhuminen

Kuvaus

Tulkitaan konkreettista havaintoa johonkin kuvaajaan suhteutettuna tai selitetään/tulkitaan jotakin fysikaalista kuvaajaa arkikieltä käyttäen.

Esimerkkejä

- ”Kun liikutaan tässä kuvaajassa oikealle, niin lamppu koko ajan kirkastuu ja toiseen suuntaan se himmenee.”
- ”Tässä kohdassa kuvaajaa laitetaan toi laite päälle/pois ja huomataan, että käyrä alkaa nousta/laskea.”
- ”Tässä kun kuvaaja on ihan tasainen, niin ei nähdä mitään muutoksia (tutkittavan olion käytöksessä).”

Tarkentavia huomioita

Tämä on harvinainen luokka yläasteopetuksessa, koska kuvaajia ei käsitellä yläastefysiikassa käytännössä koskaan.

2.3.11 Luokka 10: Yhtälöistä/symboleista + arkikielisesti/konkreettisesti puhuminen

Kuvaus

Liitetään puheessa/toiminnassa jokin fysiikan yhtälö suoraan konkreettiseen mittausasetelmaan. Opettaja voi myös antaa konkreettisia muistisääntöjä yhtälön muodon tai symbolien muistamiseen.

Esimerkkejä

- ”Mietitään nyt tästä yhtälöstä, miten toi d vaikuttaa meidän tuloksiin.” (d on jokin oppilaille aiemmin oppitunnilta tuttu suure, esimerkiksi etäisyys)
- Myös klassinen PUIMURI, jossa kaksi fysiikan yhtälöä assosioidaan konkreettiseen maatalousajoneuvoon.
- ”Tätä muuntajan muuntosuhteen lauseketta (opettaja osoittaa taululla olevaan yhtälöön) yritettiin tutkia rakentamalla niitä muuntajia itse.”
- ”Jos tiedetään tietokoneen/hiustenkuivaajan/jne. (käyttö)jännite ja sen läpi kulkeva virta, voidaan laskea sen kuluttama energia lausekkeesta $E = Uit$”. (Samalla opettaja kirjoittaa yhtälöä taululle tai osoittelee symboleja puhuessaan.) Tästä tekee symbolia nimenomaan se, että ”jännite” ja ”virta” ovat nyt sekä puheessa että opettajan ajatuksissa symboleita I ja U.
- ”Kuulostaako watti sähkölaitteista puhuttaessa tutulta?”
- ”Patterin jännite ja lampun teho tiedetään, niin sijoitetaan ne yhtälöön ja ratkaistaan virta.” Opettaja mainitsee monia fysikaalisia termejä, mutta koska tilanne on ”välitön kaavaansijoitus”, fysikaaliset termit käsitetään tässä tapauksessa nimenomaan suuresymboleina sen sijaan, että ne olisivat fysikaalisia käsitteitä.

Tarkentavia huomioita

Opettaja: ”Mikäs on tehon symboli? Voitte miettiä vaikka englannin sanaa ja siitä alkukirjain.”

Tässä esimerkissä on kahta vaikutuspiiriä: ”teho” on fysiikan käsite (**teoreettinen** vaikutuspiiri); toinen on fysiikan opetuspuheeseen kuuluva **konkreettinen** neuvo, vaikka neuvo. Superpositiomainen ajattelu antaa tulokseksi luokan 11. Ei siis pidä hämääntyä siitä, että käytetään termiä ”symboli” – missään vaiheessa ei kuitenkaan lausuta symboleja ääneen.

2.3.12 Luokka 11. Fysiikan teoriarakenteesta + arkikielisesti/konkreettisesti puhuminen

Kuvaus

Selitetään jokin konkreettinen aistihavainto käyttäen fysikaalisteoreettisia käsitteitä. Selityksen täytyy ylittää arkikielen rajat – kouluttamaton henkilö ei käytännössä ymmärrä, mistä tässä puhutaan.

Esimerkkejä

- ”Jos laitetaan useampi paristo tohon eli siis lisätään jännitettä, niin miten se vaikuttaa ton moottorin tehokkuuteen?” → Konkreettinen toimi ”paristojen lisääminen” yhdistetään fysikaalisiin käsitteisiin ”jännitteen kasvaminen” ja ”moottorin tehokkuus”.
- Mikäs laite haetaan, jos meillä on virtapiirissä tällainen piirrossymboli?
- ”Elikkä nyt kun se (moottori) pyörii suuremmilla kierroksilla niin se siis sillon toimii tehokkaammin”. → Diskurssianalyyttinen valinta, katso luku 1.1.1: Lausuma yhdistää konkreettisen havainnon ”nopeasti pyörimisestä” fysikaaliseen käsitteeseen ”suurempi teho”.
- ”Mitenkäs me saadaan toi moottori tekemään enemmän työtä ilman että me kasvatetaan jännitettä?” Moottori on konkreettinen olio, työ ja jännite fysiikan teoreettisia käsitteitä.
- Kuva, jossa on taskulamppu halkileikattuna, paristot näkyvät jne., ja alla on samasta tilanteesta virtapiirikuva, on tätä yhdistelmäluokkaa kauneimmillaan ja puhtaimmillaan.
- ”Minkäslaista jännitettä teidän koteihinne tulee?” Tässä on taas diskurssianalyyttinen valinta. Normaalissa arkikielessä puhuttaisiin taloon tulevasta sähköstä.
- ”Koneen teho” on yläasteopetuksessa useimmiten tätä luokkaa, sillä tällöin viitataan johonkin tiettyyn konkreettiseen koneeseen, josta on jo puhuttu. Täysin abstrakti fysikaalinen kone olisi tietysti puhdasta teoreettista vaikutuspiiriä (luokka 6), eli myös ”kone” on kahden vaikutuspiirin käsite.

Tarkentavia huomioita

Myös konkreettiset neuvot johonkin fysikaaliseen mallintamiseen (esim. energiakaaviot) ovat tätä yhdistelmäluokkaa. (”Piirtäkää neliö, jakakaa se osiin, sitten vasemmalle kirjoitetaan energian lajit ja väliin nuoli” jne.)

Opettajan konkreettinen käsienheiluttelu saattaa tehdä puhtaasti teoreettisesta lausumasta myös konkreettisen vaikutuspiirin lausuman, jos käsienheiluttelulla on selvä konkretisoiva funktio (esim. piirretään virtapiiri ilmaan).

Tarkentavia huomioita

”Kahvinkeittimen teho” on joko tätä luokkaa tai luokkaa 10 (konkreettinen + yhtälöt/symbolit) riippuen tilanteesta. Tyypillisessä tilanteessa se olisi tätä luokkaa, mutta jos yhtälöstä P:tä ratkaistaessa kyseessä on nimenomaan ”kahvinkeittimen P”, koodataan mainittuun luokkaan 10.

Konkreettinen

Teoreettinen

2.3.13 Luokka 12. Luvuista + mittaustekniikasta puhuminen

Kuvaus

Mittausteknisistä laitteista havainnoidaan joitakin lukuja tai selitetään jollain tavalla numeroihin liittyen näiden mittauslaitteiden mittaustoimintaa.

Esimerkkejä

- ”Muistakaa, että aluksi pitää laittaa virtamittarin asteikko sinne suurimmalle, eli sinne viiteen volttiin.”
- ”Sitten luetaan tästä että 5,6 milliampeeria.” Lukuarvo luetaan virtamittarin näyttämästä.
- ”Tällä (viittaa mittariin) ei voida mitata kolmea volttia pidemmälle.”

2.3.14 Luokka 13. Kuvaajista + mittaustekniikasta puhuminen

Kuvaus

Mittarin toimintaa havainnollistetaan jollakin kuvaajalla.

(Hypoteettinen) esimerkki

- Jos vaikkapa mittarin ”varmasti toimimisen” alue esitetään kuvaajana, koodataan tähän luokkaan.

Tarkentavia huomioita

Tämä on erittäin harvinainen luokka, johon tuskin koodataan koskaan mitään.

2.3.15 Luokka 14. Yhtälöistä/symboleista + mittaustekniikasta puhuminen

Kuvaus

Mittarin toimintaa kuvaillaan jollakin yhtälöllä/symbolilla ilman, että viitataan yhtälön fysiikkaan tai varsinaisesti suureisiin. Mikäli mittari selvästi liitetään johonkin symboliin (esimerkiksi virtaan I, jota se mittaa, tai yksikköön ampeeri A, joita siitä luetaan), koodataan tähän luokkaan superpositioperiaatteella (luku 1.1.2).

Esimerkkejä

- Mittarien valmistajat ilmoittavat mittarien (systemaattisen) virheen usein virheyhtälöllä, jonka muoto on esimerkiksi ”virhe = 0,4% tuloksesta + 3 digittiä”. Tällaisen yhtälön käyttäminen/analysointi koodataan tähän luokkaan.
- ”Tämä laite on ampeerimittari, ja siitä muistetaan yksikkö ampeeri.”

2.3.16 Luokka 15. Fysiikan teoriarakenteesta + mittaustekniikasta puhuminen

Kuvaus

Kuvaillaan mittausteknisen laitteen toimintaa tai toimintaperiaatetta fysikaalisten teorioiden avulla. Saatetaan myös yhdistää mittari ja sen kytkentäkaaviopiirrosmerkki toisiinsa.

Esimerkkejä

- ”Kiertokäämimittarin toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon.” Tällaista on hyvin turha odottaa yläastetasoisessa opetuksessa.
- (Puhutaan kytkentäkaaviosta, joka näkyy esim. kalvolta) ”Tässä virtamittari on kytketty virtapiiriin, ja jännitettä mitataan tuolta vastuksen yli.”
- (Opettaja näyttää ympyrää, jonka sisällä on A) ”Tämä on siis virtamittari.”

2.3.17 Luokka 16. Kuvaajista + luvuista puhuminen

Kuvaus

Puhutaan kuvaajista ja diagrammeista siten, että niistä luetaan jotakin lukuarvoja.

Esimerkkejä

- Luetaan *st*-kuvaajalta esineen paikka ajan hetkellä 2,0 s.
- Ollaan määrittämässä kulmakerrointa kuvaajasta ja lasketaan ”kulmakerroinkolmioon” liittyviä arvoja.
- Mietitään, miten kuvaaja pitäisi piirtää, jotta siitä voisi lukea arvoja ainakin viiteen volttiin saakka.

Tarkentavia huomioita

Jälleen kerran kuvaaja-vaikutuspiiri, eli näitä on kohtuullisen turha odottaa yläasteopetuksessa.

2.3.18 Luokka 17. Luvuista + yhtälöistä/symboleista puhuminen

Kuvaus

Joidenkin lukuarvojen yhdistäminen fysikaalisiin yhtälöihin tai suureisiin.

Esimerkkejä

- Lukujen sijoittaminen yhtälöihin.
- Kerrannaisyksiköiden välillä tehtävät muutokset. Esimerkiksi jos muunnetaan milli-jotakin mikro-joihinkin tms. (välissä on yhtälömuotoinen muuntokaava, joten tämä pyörittely on oikeastaan samalla väkisin yhtälöiden pyörittelyä) Sen sijaan pelkkä luettelu ”milli ja sentti ja mikro” on sama asia kuin **symboleiden** (luokka 5) luetteleminen.
- ”Teho on nyt tässä tapauksessa 60 W ja virta 2 A.” Konteksti on siis se, että tämä lausuma sanotaan ääneen siksi, että ollaan aikeissa tai että olisi mahdollista sijoittaa nuo arvot yhtälöön. Teho ja virta eivät siis tarkoita tässä tapauksessa aivan suoraan fysikaalisia käsitteitään, vaan yhtälöissä esiintyviä suuresymboleitaan P ja I.
- Jos opetuksen fokuksena on nimenomaan yhtälön pyörittely, on aivan sama, onko yhtälössä silloin mukana numeroita. Yhtälöissä ne kulkevat mukana kuin mitkä tahansa symbolit. Jos selvästi ei viitata numeroihin numeroiden ominaisuudessa yhtälön pyörittämisen aikana, moinen pyöritys on luokan 5 (puhtaat yhtälöt/symbolit -vaikutuspiirin) olio. (Jos yhtälönpyöritys päättyy siihen, että joku lukee ääneen ”**ratkaistu suure on yhtä kuin luku ja yksikkö**”, tällöin luettuun numeroon viitataan taas fysikaalisena **numerona** (luokka 3).)
- Laskutoimitus, johon ei liity suoraan yhtälöä tai viittausta siihen: ”mä lasken 230 jaettuna 11”. (jakolaskun ”merkki” on symboli lausuttunakin)

Tarkentavia huomioita

Ajatuksellinen pääsääntö: jos lausuman sisältö on mahdollista kirjoittaa ”matemaattiseksi lausekkeeksi, jossa esiintyy myös lukuarvoja”, koodataan tähän luokkaan. Kolmas yllä olevista esimerkeistä voitaisiin kirjoittaa

$$”P = 60\ \mathrm{W}\ \text{ja}\ I = 2\ \mathrm{A}.”$$

Samaan tapaan lausuma ”720 wattituntia. Paljonko se on kilowattitunteina?” olisi yhtälömuodossa ”720 Wh = x kWh”, eli se koodattaisiin tähän luokkaan.

Luvut

Yhtälöt/symbolit

2.3.19 Luokka 18. Fysiikan teoriarakenteesta + luvuista puhuminen

Kuvaus

Fysikaalisen teoriatiedon yhdistäminen joihinkin mielenkiinnon alla oleviin numeerisiin tuloksiin.

Esimerkkejä

- ”Millanen jännite aiheuttaa 300 mA virran?” → ”Jännite aiheuttaa virran” on selkeä fysiikan teorian lausunto.
- Miten tosta kuvasta (virtapiirikaavio) nähdään, että tulee toi 0,75 V?”
- Tulos on 20,9, eli muuntaja muuntaa jännitteen 21 kertaa pienemmäksi.”
- ”Teho on nyt kaksinkertainen”.
- ”10 000 mitä? Luvulla pitää aina olla yksikkö.” Lukuarvo yhdistyy fysiikan teoreettiseen periaatteeseen.

Tarkentavia huomioita

Aloitteleva koodaaja saattaa helposti tehdä virheen koodatessaan lausuman: ”Eli virta on nyt 2 A” tähän luokkaan. Moinen lausuma on kuitenkin luokkaa 17 (symbolit/yhtälöt + luvut) koska lausuma on kirjoitettavissa yhtälömuotoisena ”I = 2 A”.

2.3.20 Luokka 19. Kuvaajista + yhtälöistä/symboleista puhuminen

Kuvaus

Fysikaalisen yhtälön yhdistäminen kuvaajaan.

Esimerkkejä

- Kuvaajan muodon pohtiminen yhtälön pohjalta.
- ”$U = RI$ on suoran yhtälö.”
- ”Mites me määritetään tästä kuvaajasta R?”

Tarkentavia huomioita

Kuvaajaa itseään ei tosiaan tarvitse olla olemassa – viittaus sen muotoon siis riittää. Tämä on taas kerran kuvaaja-vaikutuspiiriä, jota ei käytännössä esiinny yläastetasoisessa opetuksessa.

2.3.21 Luokka 20. Kuvaajista + fysiikan teoriarakenteesta puhuminen

Kuvaus

Kuvaajaa kuvaillaan käyttäen fysikaalisia käsitteitä. Esimerkiksi puhutaan siitä, miten kuvaajasta määritetään erilaisia fysikaalisia suureita.

Esimerkkejä:

- ”Tässä on jotkut mitanneet jännitettä ja virtaa, ja sen jälkeen tuloksista on piirretty tämmönen suora.”
- ”Miten tuosta kuvaajasta tulkitaan resistanssi?”

Tarkentavia huomioita

Jälleen kerran kuvaaja-vaikutuspiiri, joten tämä ei esiintyne yläasteopetuksessa.

2.3.22 Luokka 21. Fysiikan teoriarakenteesta + yhtälöistä/symboleista puhuminen

Kuvaus

Käsiteltävän fysiikan teorian pohjalta johdetaan jokin yhtälö. Vastaavasti jostain yhtälöstä voidaan johtaa ilmiön fysikaalista käyttäytymistä siten, että ei tehdä eksplisiittisiä ilmiöitä arkipäivän tapahtumiin. Myös kaavan nimeäminen samalla, kun se näkyy (ja on fokuksena) on tätä vaikutuspiiriä.

Muista, että yksiköistä puhuminen ilman lukuarvoja on symboleista puhumista.

Esimerkkejä

- ”Kun nyt tiedetään, että valonlähteen teho on kääntäen verrannollinen etäisyyteen, voidaan kirjoittaa yhtälö $P \propto r^{-1}$”
- ”Tästä yhtälöstä voidaan päätellä, että kun etäisyys kasvaa paljon, valoteho pienenee huomattavasti.”
- Suuretunnusten asemesta fysikaalisin termein kirjoitettu yhtälö, esim. ”teho = työ/aika” on tätä vaikutuspiiriä.
- ”Joulehan (symboli) on energian (teoreettinen) yksikkö.”
- ”Montako wattia tehoa vastuksessa sitten kuluu?” Vastus on ainakin vielä yläasteikäiselle teoreettinen käsite, vaikka se on konkreettinen esine elektroniikkaharrastajille.

Tarkentavia huomioita

- Jos yhtälön ollessa fokuksena opettajan puheessa esiintyy jotakin ko. yhtälössä olevia suureita – esimerkiksi, jos yhtälö on $U = RI$ – katsotaan opettajan puheessa esiintyvien virran, jännitteen ja resistanssin viittaavan nimenomaan näihin yhtälön kirjainsymboleihin eikä fysiikan teoreettiseen maailmaan. Näin ollen lausuma, joka sisältää monta fysiikan termiä, koodataankin yhtälöstä puhuttaessa tähän luokkaan jonkin ”teoreettinen”-yhdistelmäluokan asemesta – **ellei** opettaja selvästi painota, että ”***U* on jännite**” tms. Muista, että jos sanotaan: ”ratkaistaan yhtälöstä jännite”, on se sama asia kuin: ”ratkaistaan yhtälöstä *U*”.
    - Esimerkki: ”Sähkövirran teho on jännite kertaa virta.” Jos sana ”sähkövirran” olisi pois, tämä olisi ilmiselvä ”puhdas yhtälöt/symbolit” (luokka 5). Nyt kuitenkin opettaja haluaa nimenomaan painottaa fysikaalista yhteyttä sähköön, jolloin koodataankin tähän luokkaan.

Yhtälöt/symbolit

Teoreettinen

2.4 4. pääluokka: Toinen puhetyyppi tarpeen mukaan (opettajan ajassa toinen lausuma tai oppilaston lausuma tai oppilaston toinen lausuma)

2.4.1 Luokka 0: ”ei mikään”

Kuvaus

Koodataan tähän luokkaan, jos

- opettajan toista lausumaa ei ole ja oppilasto ei puhu mitään

2.4.2 Luokat 1–21: Puhetyypit pääluokasta 3

Koodataan luvun 2.3 ohjeiden mukaan.

2.5 5. pääluokka: Konkreettisten lausumien ”arkipäiväsovellukset”

Jos joko opettajan tai oppilaston lausuma on koodattu kuuluvaksi johonkin konkreettisen vaikutuspiirin sisältävistä puhetyyppiluokituksista (luokat 1 ja 7–11), koodataan lausuman sisältö tämän pääluokan luokkiin 0–5.

On olemassa erittäin harvinaisten tapausten joukko, jossa joko opettaja kahdessa eri lausumassaan viittaa eri arkipäiväsovelluksiin **tai** samassa lausumassa kahteen eri sovellukseen – **tai** opettaja mainitsee eri sovelluksen kuin oppilasto. Tällöin

- ajassa ensimmäinen arkipäiväsovellus koodataan kyseiseen jaksoon
- ajassa jälkimmäinen/jälkimmäiset arkipäiväsovellukset koodataan aikajärjestyksessä kyseistä jaksoa seuraaviin jaksoihin, joiden puhetyypeissä **ei** esiinny konkreettisen vaikutuspiirin puhetyyppejä. Eli käytännössä ”ylijäävät” arkipäiväsovellukset loikkivat ajassa eteenpäin ensimmäiseen jaksoon, jossa sellaista ei koodata. Jos tässä matkalla loikkimaan jää useita, loikkapaikat täytetään aikajärjestyksessä.

2.5.1 Luokka 0: Jaksossa ei esiinny konkreettista puhetyyppiä tai konkreettinen puhetyyppi ei viittaa mihinkään arkipäivän sovelluksiin

Otsikko selittää kaiken.

2.5.2 Luokka 1: Puhetta arkipäivän sovelluksista tai kokemuksista

Kuvaus

Konkreettinen puhetyyppi viittaa johonkin erittäin arkiseen ja jokapäiväiseen asiaan tai ilmiöön siten, että ilmiöön liittyvää syvällistä fysiikkaa ei varsinaisesti käsitetä osaksi pohdintaa. Keskusteluun on mahdollista osallistua sellaisenkin oppilaan, joka ei ole opiskellut fysiikkaa lainkaan.

Esimerkkejä

- vesisateesta puhuminen
- kodinkoneista puhuminen

2.5.3 Luokka 2: Puhetta teollisista sovelluksista

Kuvaus

Konkreettinen puhetyyppi viittaa teolliseen tai tekniseen sovellukseen.

Esimerkkejä

- voimalaitosten toiminta

2.5.4 Luokka 3: Puhetta yhteiskunnallisista asioista

Kuvaus

Konkreettinen kuvaustyyppi viittaa ekologiaan, turvallisuusnäkökohtiin tai esimerkiksi politiikkaan, energian säästämiseen, sähkön hintaan tms.

Esimerkiksi voimalaitoksista puhuttaessa niiden tekniikasta kyse on luokasta 2, mutta puhuttaessa niiden hyödyistä, haitoista ja käyttötarkoituksista kyse on tästä luokasta.

Esimerkkejä

- TV-luvasta puhuminen

Tarkentavia huomioita

Jos opettaja näyttää sähkölaskuaan ja puhuu siitä, kyseessä on arkipäiväsovellus (luokka 1), mutta jos keskustelu on sähkön hinnasta ja sähköyhtiöiden tavasta hinnoitella (siirtomaksu ja sähkömaksu), kyseessä on yhteiskunnallinen luokka.

2.5.5 Luokka 4: Puhetta historiallisesta näkökulmasta

Kuvaus

Konkreettinen puhetyyppi viittaa esimerkiksi fyysikoiden henkilöhistoriaan, fysiikan tai tarkasteltavan fysiikan käsityksen historialliseen kehitykseen tai vastaavaan.

Esimerkkejä

- Opettaja puhuu siitä, miten Edison oli tasasähkön siirtämisen kannalla, mutta hävisi vaihtovirtaa kannattaneelle Teslalle.

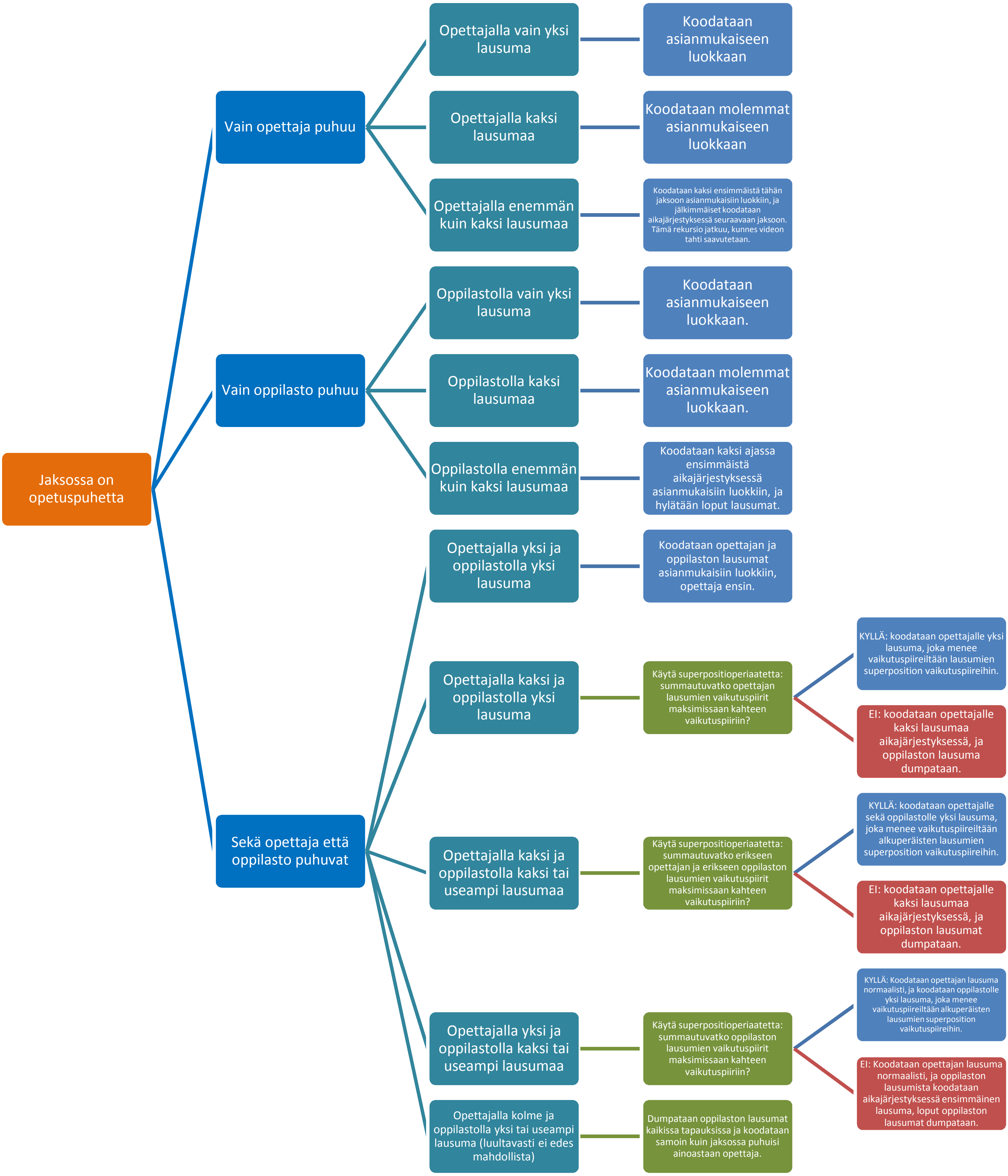
2.5.6 Luokka 5: Puhetta konkreettisista koeasetelmista ja demonstraatioista, joita on tehty tai tehdään.

Kuvaus

Konkreettinen puhetyyppi saattaa käsitellä arkipäiväisiä asioita ja esineitä, kuten peilejä, haarukoita tms., mutta niihin viitataan tehtyjen tai juuri tehtävien kokeellisten fysiikan töiden näkökulmasta.

Myös vähemmän arkipäiväiset, mutta selvästi konkreettiset ”pikkuesineet” kuten ”käämi” ovat tätä tyyppiä luokkahuonekokeellisuuden kontekstissa.

LIITE: Koodauksen apukaavio – kuka puhuu; miten koodaan?



HUOMIO! Tässä kaaviossa käytetään tilansäästösyistä pelkästään ilmaisua ”lausuma”. Koodausoppaassa esitelty alilausuma-jakosäännöstö pätee kuitenkin yhä.