

TEKNOLOGIA JA YHTEISKUNTA
TEEMAT KEMIAN OPETUKSESSA – KEMIAN
OPETTAJIEN KOKEMANA

Helsingin yliopisto
Kemian laitos
Kemian opettajakoulutuksen yksikkö
Pro Gradu – tutkielma
15.11.2004

Annukka Lauho

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	STS (Science – Technology – Society) – OPETUS.....	9
2.1	STS – käsitteenä	10
2.2	STS- opetuksen periaate	10
2.3	Yhteiskunta STS – mallissa.....	13
2.4	Teknologia STS – mallissa.....	14
2.5	Chemistry in Community – projekti.....	15
3	STS – LÄHESTYMISTAPA SUOMALAISESSA YHTEISKUNNASSA	18
3.1	Yrittäjyyskasvatus	18
3.1.1	Koulu – yritys-yhteistyö.....	20
3.1.2	Kemianteollisuuden koulu – yritys-yhteistyö hankkeet	22
3.2	Teknologiakasvatus	23
4	VALTAKUNNALLISET OPETUSSUUNNITELMIEN PERUSTEET	27
4.1	Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994.....	27
4.2	Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 2004.....	28
4.3	Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994	30
4.4	Lukion opetussuunnitelmien perusteet 2004	31
4.5	Teknologia ja yhteiskunta opetussuunnitelmien perusteissa.....	33
5	TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	36
6	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	37
7	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	39
7.1	Kyselytutkimus.....	39
7.1.1	Kyselylomake ja kyselyn toteuttaminen.....	39
7.1.2	Kyselytutkimuksen aineiston käsittely ja analysointi.....	41
7.2	Teemahaastattelu	42
7.2.1	Haastateltavat henkilöt ja heidän valinta.....	42
7.2.2	Haastatteluprosessi ja teemat.....	44
7.2.3	Teemahaastattelun aineiston käsittely ja analysointi.....	45
7.3	Tutkimuksen luotettavuus – reliaabelius ja validius	45

8	TUTKIMUSTULOKSET	47
8.1	Kyselytutkimuksen vastaajien taustatiedot.....	47
8.2	Yhteiskunta ja teknologia teemat kemian opetuksessa	49
8.3	Koulu – yritys-yhteistyö	56
8.4	Kemia elinkeinoelämässä ja teollisuudessa.....	61
8.5	Opetusmateriaali.....	63
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	66
	LÄHTEET.....	71
	LIITE 1	75
	LIITE 2	76
	LIITE 3.....	77

KUVALUETTELO

KUVA 1. Tutkimuksen rakenne.....	8
KUVA 2. STS – opetuksen periaate.....	11
KUVA 3. Teknologiakasvatus	25
KUVA 4. Tutkimuksen teorettinen viitekehys.....	36
KUVA 5. Kyselyyn vastanneiden kemian opettajien opetuskokemus.....	47
KUVA 6. Opettajien opetustavat.	48
KUVA 7. Kemia ja yhteiskunta aihealueen vastausjakauma.....	49
KUVA 8. Kemia ja teknologia aihealueen vastausjakauma.....	50
KUVA 9. Kemian ilmeneminen yhteiskunnassa ja teknologisissa innovaatioissa, opettajien näkökulmasta.	53
KUVA 10. Opettajien käyttämät koulu – yritys-yhteistyö muodot.	57
KUVA 11. Koulu – yritys-yhteistyötä koskevien kysymysten vastausjakauma.....	59
KUVA 12. Kemian - ja teknologiateollisuuden alat, ja niiden edustettavuus kemian opetuksessa.	62
KUVA 14. Materiaalia koskevien kysymysten vastausjakauma.	65

TAULUKKOLUETTELO

TAULUKKO 1. STS – opetus vs. perinteinen opetus (Yager, 1991).....	13
TAULUKKO 2. Yrittäjyyskasvatuksen työtavat (Lavonen, 1997).....	19
TAULUKKO 3. Peruskoulun kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (POPS,1994)	28
TAULUKKO 4. Peruskoulun kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (POPS, 2004)	29
TAULUKKO 5. Lukion kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (LOPS, 1994)....	31
TAULUKKO 6. Lukion kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (LOPS, 2004)....	32
TAULUKKO 7. Yhteiskunta ja teknologia aihekokonaisuuden tavoitteet suhteessa teorettiseen viitekehukseen.	34
TAULUKKO 8. Haastateltavien kemian opettajien taustatiedot.	43
TAULUKKO 9. Opettajien kuvauksia toteutuneista yritys-yhteistyö muodoista	60
TAULUKKO 10. Opettajien mainitsemat kemian ammatit ja alat.	61

1 JOHDANTO

”Luonnontieteitä opettaessaan opettaja pyrkii välittämään oppilaille sellaiset tiedot ja taidot, joiden avulla he voivat parhaiten sopeutua ja selviytyä nykyaikaisesta tietoyhteiskunnasta” (Ahtee & Pehkonen, 2000).

Ahteen ja Pehkosen viittaus oppilaiden sopeutumisesta nyky-yhteiskuntaan on myös yksi tämän tutkimuksen aiheen valintaan vaikuttava tekijä. Kimmokkeen tutkimuksen aiheelle ja sen tekemiselle antoi uudet opetussuunnitelmien perusteet. Uudessa vuoden 2004 lukion opetussuunnitelman perusteissa kaikille aineille yhteisissä tavoitteissa on yhtenä aihekokonaisuutena "Yhteiskunta ja teknologia". Aihekokonaisuus antaa tulevaisuudessa myös kemian opetukselle uudenlaisia haasteita. Kemian opettaminen on aina koettu vaativaksi, sillä opetussuunnitelman asettaman oppilaiden luonnontieteellisen ajattelutaidon saavuttaminen ei ole niitä helpompia tehtäviä. Luonnontieteellinen ajattelutapa taas antaa kyvyn sopeuta ja selviytyä nykyaikaisesta yhteiskunnasta.

Lukiolaisen kommentti kemiasta ja sen opiskelusta *"Mitä ei näe, sitä ei ole"* ilmaisee hyvin kemian opetuksen haasteellisuutta. Koska kemia ei ole "käsin kosketeltavaa" vaatii sen yhteiskunnallisen ja teknologisen merkityksen tuominen oppilaille kemian opettajilta mielikuvitusta ja hyvää soveltamistaitoa. Laadukkaan opetuksen takaamiseksi opettajien olisi jatkuvasti kehitettävä pedagogista asiantuntijuuttaan (Aksela & Juvonen, 1999). Asiantuntijuutta on myös kyky seurata nykypäivän elinkeinoelämässä tapahtuvia innovaatioita ja tutkimuksia.

Kun tieto lisääntyy, tarvitaan yleistietoon lisää käsitteitä, mutta myös lisää spesialisteja, jotka tuovat käsitteet käytäntöön. Tämän tarpeen on esittänyt teknologistuva yhteiskunta. Suomen valtakunnallisessa opetussuunnitelmien perusteissa on myös mainittu sana teknologia, mikä vahvistaa edellä mainittua toteamusta. Gabel (1999) toteaa, että kemiasta täytyy tehdä tärkeää niin kotiaideille kuin tiedemiehillekin. Tätä tavoitetta tukee kemian opetuksen tutkimus, johon on lähitulevaisuudessa panostettava, jotta voidaan tunnistaa tulevaisuuden kemianosaajat paremmin ja nopeammin, sekä tukea kemian opetuksen kehittämistä.

Aikoinaan yhteiskunnalle riitti se, että muutama henkilö oli kiinnostunut kemiasta ja sen ymmärtämisestä. Nykyään ei voi todeta näin. Tarvitaan kemian alan osaajia ja siinä kemian opetuksen tutkimuksella on iso rooli. Kiinnostus ja ymmärrys kemiaa kohtaan on saatava heräämään jo nuorena, jotta turvataan tulevaisuuden kemian osaaminen sekä kemianteollisuuden jatkuvuus. (Bounce, Gabel, Dudley & Jones, 1994)

Osborne & Collins (2001) ovat tutkineet oppilaiden ja opettajien asenteita kemiaa kohtaan. Tutkimus vahvistaa monen opettajan käsityksen siitä, että oppilaat kokevat kemian oppimisen mielekkäämmäksi, kun teoria liitetään käytäntöön. Teorian liittämien käytäntöön on oppijan motivaation lähde. Motivaatio on taas usein tärkein opetussuunnitelman kehittämistä eteenpäin ajava voima (Bennet & Holman, 2002).

Tutkimuksen teoriaosa rakentuu STS (science – technology – society) opetuksesta, sekä teknologiakasvatuksen ja yrittäjyyskasvatuksen periaatteista. Kansainvälisesti STS – opetus on kehittynyt eri tavalla kuin Suomessa. Teknologiakasvatusta on Yhdysvalloissa omana luonnontiedepainotteisena oppiaineenaan (Aikenhead, 2003). Suomen koulujärjestelmä luottaa opettajakoulutukseen sekä opettajien taitoon välittää oppiaineensa oppilaan välityksellä ympäröivään yhteiskuntaan. On siis opettajan päätettävissä, kuinka hän tuo opetussuunnitelman ja myös niihin sisältyvät tavoitteet omaan opetukseensa.

Vaikka luonnontieteitä opiskeltaisiin joko perinteisen lähestymistavan mukaisesti tai lähtemällä liikkeelle arkipäivän tilanteista, lähtökohtina oppimisessa ovat aina luonnon rakenteet ja ilmiöt, sekä niistä tehtävät monipuoliset havainnot. Kemian opetuksessa käsiteltävien asioiden tulee liittyä mahdollisimman läheisesti arkipäivän kokemuksiin ja niiden tulee antaa aineksia ympäristökysymysten fysikaalis-kemiallisten perusteiden ymmärtämiseen. Tällöin nähdään, että vain havaintojen kautta on mahdollista ymmärtää ja jäsentää luonnon rakenteita ja ilmiöitä. (Lavonen & Meisalo, 2004)

Se, miten oppiminen ja opiskelu tapahtuvat tämän vuosisadan lopulla, on vaikeasti ennustettavissa. Kun puhelin keksittiin, niin 20 vuoden päästä siitä sellainen oli jo miljoonalla ihmisellä. Tietokoneen kanssa vastaava aika oli alle kymmenen vuotta. Ennusteiden mukaan tietoa ruvetaan arvostamaan enemmän kuin rahaa. Internet avaa opetukselle aivan uudenlaisia ulottuvuuksia joka päivä. Suomessa kemian opetusta

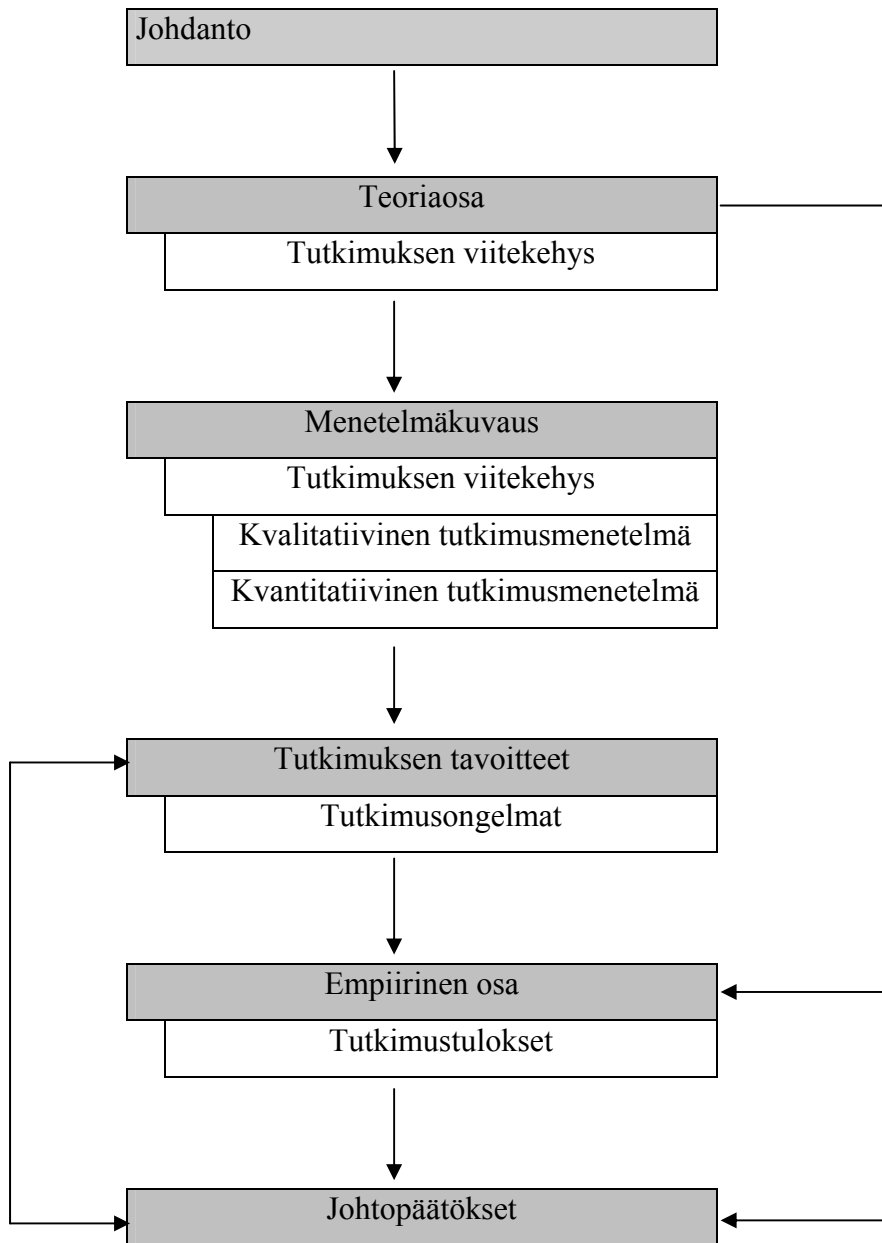
aloitellaan lähivuosina jo alakouluikäisille oppilaille. On myös oletettavaa, että oppilasryhmät luokan sisällä ovat entistä kansainvälisempiä ja heterogeenisempiä.

Suomessa oppikirjatoimittajat ovat muutospaineen alla, kun uudet opetussuunnitelmien perusteet otetaan kouluissa asteittain käyttöön. Itse oppimisprosessin ei niinkään katsota radikaalisti muuttuvan. Oppiminen on tapahtunut vuosisatoja jo saman ”mekanismin” mukaan, johon ihmisellä ei ole paljon vaikutusvaltaa. (Gabel, 1999)

Miten yhteiskunta ja teknologia teemat näkyvät kemian opettajien silmin kemian opetuksessa ja kemiassa? Se on tämän tutkimuksen yksi päätutkimusongelmista. Yhteiskunta ja teknologia teema on myös löydettävissä opetussuunnitelman perusteista, minkä analysointiin osa tästä tutkimuksesta myös keskittyy.

Tutkimuksen tekijän työkokemus kemianteollisuuden parissa avasi käsitystä alan yritysten määrästä ja kirjosta. Kemianteollisuuden monihaaraisuus on myös merkityksellinen tieto oppilaille, sillä kemianteollisuus on kasvava ja innovatiivinen ala, johon uusia lupaavia työntekijöitä tarvitaan. Tutkimuksessa tarkastellaan koulu – yritys-yhteistyön toteutumista tutkimukseen osallistuneiden opettajien osalta, sekä hahmotetaan kemian opetuksen näkökulmasta toimiva yhteistyömuoto.

Tämän tutkimuksen alussa kuvataan se teoriakenttä, johon tutkimus liittyy. Teoriaosassa käsitellään teoriaa, joka liittyy oleellisesti tutkimusongelmiin, sekä teoriaosan lopussa esitetään tutkimuksen viitekehys. Tutkimusmenetelminä käytetään sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista menetelmää. Menetelmien käyttö on perusteltu luvussa seitsemän. Tutkimuksen empiirisen osuuden tutkimustulokset on esitelty luvussa kahdeksan. Johtopäätöksissä esitetään vastauksia tutkimusongelmiin ja pohditaan teoreettiselta pohjalta tutkimusongelmien ratkaisuja. Tutkimuksen rakenne on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Tutkimuksen rakenne.

2 STS (Science – Technology – Society) – OPETUS

Lyhenne STS tulee englanninkielisistä termeistä science, technology ja society (suom. luonnontiede, teknologia ja yhteiskunta). STS - opetus on peräisin 1980 luvulta, jolloin Britanniassa ja Yhdysvalloissa oltiin tyytymättömiä luonnontieteiden (science) oppimistuloksiin. Luonnontieteellisten tutkimusten läpimurrot mahdollistivat uudet teknologiset innovaatiot. Läpimurroissa perustieteillä – kuten kemialla – oli ratkaiseva rooli. Koulujen opetussuunnitelmat eivät pysyneet tämän yhteiskunnallisen kehityksen mukana; opetus painottui samojen peruskäsitteiden ymmärtämiseen, eikä yhteyttä arkielämään pidetty opetuksen kannalta relevanttina. Myös teollisuus heräsi tuolloin henkilöstöressurssiongelmiiin: nuorta osaavaa ja kiinnostunutta työvoimaa löytyi harvakseltaan. Luonnontieteiden opetukseen haluttiin tuoda enemmän yhteiskunnallisia ja teknologisia näkökulmia. (Aikenhead, 2003)

Yhtenä STS – liikkeen isänä voidaan pitää australialaista Peter J. Fenshamia, jonka vuonna 1985 *Journal of Curriculum studies* – lehdessä julkaisema artikkeli ”Science for All” sysäisi STS - mallin liikkeelle sen edetessä mantereelta toiselle (Aikenhead, 2003). Luonnontieteilijöiden ja teknologian asiantuntijoiden sekä luonnontieteiden opettajien välinen yhteistyö oli tuolloin lähes olematonta. Kun opiskelijat aloittivat luonnontieteellisiä yliopisto-opintojaan, todettiin heidän kemian lähtötietojen olevan toivottua heikompi. Yliopistotason luonnontieteiden opetuksen lähtötaso ei kohdannut oppilaiden luonnontieteellistä tasoa, jonka he saavuttivat koulussa. Tämä ja yhteiskunnan teollistuminen antoi impulssin STS – liikkeen ajatukselle. (Fensham, 1988)

STS on yksi kemian opetuksen lähestymistavoista. Luonnontieteen didaktiikassa lähestymistapa voidaan määritellä tieksi, jota opettajan ja oppilaiden työskentely etenee inhimillisen vuorovaikutuksen, luonnon kanssa tapahtuvan vuorovaikutuksen sekä työskentelyyn liittyvän loogisen ajatteluprosessin avulla kohti asetettuja tavoitteita. Tavoitteena voi toimia esimerkiksi happamien sateiden aiheuttavien tekijöiden ymmärtäminen. Vuorovaikutuksella tarkoitetaan sekä opettajan ja oppilaan että oppilaiden välistä vuorovaikutusta. (Erätuuli & Meisalo, 1985).

2.1 STS – käsitteenä

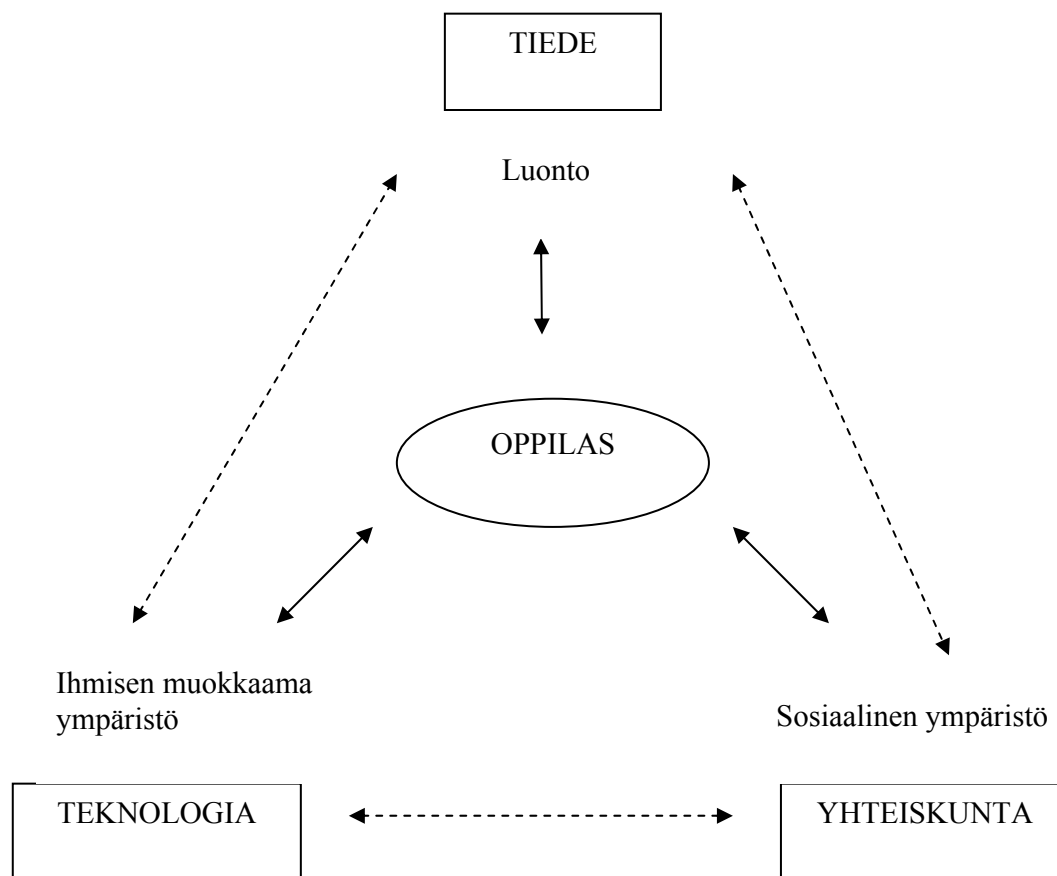
Amerikkalainen The National Science Teachers' Association (NSTA) määrittelee STS -opetuksen seuraavanlaisesti:

”STS pyrkii tarjoamaan luonnontieteiden opetukseen ja oppimiseen arkipäiväisen ympäristön. STS käsite peilaa luonnontieteiden opetusta opetussuunnitelmien kanssa ja kehittää keskustelua luonnontieteiden peruskäsitteiden olemassaolosta ympäröivässämme maailmassa. STS - opetuksen peruspyrkimys on ohjata kriittiseen ajatteluun ja luovaan ongelmanratkaisukykyyn. STS:lle ominaista on ajankohtaisuus niin paikallisella kuin kansainväliselläkin tasolla.” (Yager, 1991)

STS ei tarkoita vain kolmen komponentin yhteen nitomista, vaan sen merkitys on paljon laajempi. Luonnontieteiden, teknologian ja yhteiskunnan välillä on jatkumo, jonka toisessa päässä on peruskäsitteet sekä niitä tutkivat tiedemiehet ja toisessa päässä asiaan perehtymätön maallikko, joka pyrkii hyvään ja toimivaan elämään. (Yager, 1991)

2.2 STS- opetuksen periaate

STS - opetus on oppilaskeskeistä, jos sitä verrataan perinteiseen opetustyyliin. STS - opetuksen oppilaskeskeisyys on esitetty kuvassa 1. Oppilas on tiedon, yhteiskunnan ja teknologian ympäröimänä. Jotta oppilas pystyy hahmottamaan ja tarkastelemaan elinympäristöään, hänen tulee tiedostaa siihen liittyvä ihmisen muokkaama keinotekoinen ympäristö, sosiaalinen ympäristö ja luonnon ympäristö. Oppilaassa itsessään tapahtuu näiden kolmen edellä mainitun ympäristön integraatio. Integraatiota kuvaa kuvan 1 kiinteät kahdensuuntaiset nuolet. Teknologia hallitsee oppilaan ihmisen muokkaamaa ympäristöä, yhteiskunta määrittää oppilaan sosiaalisen ympäristön puitteet ja luonnontieteet, kuten kemia, asettavat rajat oppilaan luonnonympäristön toiminnalle. STS - opetuksessa luonnonilmiön tai käsitteen opetus pohjautuu oppilaan siis teknologiseen ja sosiaaliseen ympäristöön. Tätä yhteyttä kuvataan katkoviivoilla kuvassa 1. (Aikenhead, 1994)



KUVA 2. STS – opetuksen periaate. (Aikenhead, 1994)

Yksi STS – opetuksen tärkeä ominaisuus on sen tapa katsoa tieteen – kemian – sisään (inwards to science) oppilaan yhteiskunnallisen ja teknologisen ympäristön lävitse. Tämän lisäksi STS – opetuksessa pyritään katsomaan yhteiskuntaan ja teknologiaan tieteestä ulospäin, jolloin tieteen sovellukset tulevat näkyviin (outwards from science). (Fensham, 1987)

STS – opetuksessa pyritään synnyttämään keskusteluja koskien luonnontieteitä ja näin kehittämään oppilaiden luonnontieteellistä ajattelutaitoa (scientific literacy). Tämän ajattelutaidon sisäistäminen vaatii yleistä luonnontieteiden osaamista – eli keskeisten käsitteiden ja prosessien hallintaa. Luonnontieteellisessä ajattelussa keskeistä on se, että luonto itse on tiedon oikeellisuuden kriteeri (Lavonen & Meisalo, 1994). Luonnontieteellinen ajattelu antaa keskustelutaidon sekä kyvyn muodostaa mielipiteitä luonnontieteeseen liittyvistä asioista. Keskustelun aiheen on hyvä olla problemaattinen, mutta kuitenkin sellainen, että keskustelijoiden tiedot riittävät ongelman tarkasteluun ja mahdollisesti myös sen ratkaisuun (Bentley & Watts, 1989). Keskustelun syntyminen vaatii tilanteen, missä keskusteluun osallistujilla on mielekäs ja vapautunut ilmapiiri

sekä mielenkiintoisen aiheen, josta on helppo muodostaa mielipiteitä sekä lisätiedon helpon saatavuuden aiheen puitteissa. (Solomon, 1994)

STS – opetuksesta voidaan käyttää myös termiä ”kontekstuaalinen lähestymistapa”. Konteksti voi olla sosiaalinen, ekonominen, ympäristöllinen, teknologinen tai teollinen ym. kemian sovellus. Kontekstuaalinen lähestymistapa on ajankohtainen käsite, mikä on havaittavissa aina alakoulusta yliopisto-opintoihin asti ja erityisesti se on havaittavissa opetusmateriaalia tutkittaessa. (Bennet & Holman, 2002)

Yagerin (1991) mukaan kontekstuaalinen lähestymistapa on puhdasta luonnontieteellistä lähestymistapaa tarkoituksenmukaisempi, koska yhteiskunnassa hyödynnetään teknologiaa niin paljon. Jo 1980 – luvulla kemian oppikirjoissa kontekstuaalisuus oli selkeästi esillä. Kemian opetuksen kontekstuaalisen lähestymistavan omaavan materiaalin sekä opetuksen kehittämisen ja uudistamisen ajavana voimana on halu tarjota oppilaille entistä mielenkiintoisempia oppitunteja. Edellä mainittu syy on suoraan verrannollinen oppilaan motivaatioon ja tätä kautta oppilaalle mielekkääseen oppimiskokemukseen. Viimeisenä tavoitteena on saavuttaa luonnontieteellinen lukutaito. Myös STS – opetukseen lähtökohtana on tuottaa valveutuneita luonnontieteellisen lukutaidon omaavia oppilaita. STS – opetus ja kontekstuaalinen lähestymistapa omaavat samoja piirteitä ja niissä esiintyy selkeitä päällekkäisyyksiä, kuten opetuksen pyrkimys lähestyä opetettavia asioita arkipäiväisten ilmiöiden avulla. (Bennett & Holman, 2002)

McGinnis ja Simmons (1999) pyysivät STS – opetusta käsittelevään tutkimukseensa osallistuneita opettajia analysoimaan, mitä STS – opetus tarkoittaa. Tuloksista ilmeni, että opettajan näkökulmasta STS – opetuksessa opettaja on tarvittavan tiedon lähde ja oppilaat tämän tiedon toteuttajia ja käyttäjiä. STS keskittyy arkipäivän ongelmiin, jolloin kemian opiskelu laajenee luokkahuoneen ulkopuolelle. Myös Yager (1991) totesi STS – opetuksen olevan luokkahuoneen rajat ylittävä lähestymistapa. Tähän lopputulokseen Yager (1991) pääsi tutkimalla, miten STS – opetus eroaa perinteisestä kemian opetuksesta. Tämä jako on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. STS – opetus vs. perinteinen opetus (Yager, 1991)

PERINTEINEN OPETUS	STS - OPETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Peruskäsitteet opitaan oppikirjoista ja oppilaille osoitetaan asiat, jotka tulee hallita 	<ul style="list-style-type: none"> • Käsitteitä ja ongelmia sekä niiden vaikutuksia käsitellään omaan ympäristöön soveltaen
<ul style="list-style-type: none"> • Opiskelija on passiivisena tiedon vastaanottajana ja opettaja sekä oppikirja tiedon antajana 	<ul style="list-style-type: none"> • Oppilaat ovat aktiivisia tiedon etsijöitä ja käsitelijöitä
<ul style="list-style-type: none"> • Oppiminen tapahtuu porrastetusti asteittain 	<ul style="list-style-type: none"> • Opetus ja oppiminen tapahtuvat ”opetustuokioissa”, joita löytyy myös luokan ulkopuolelta
<ul style="list-style-type: none"> • Oppiaineen ammatillisia mahdollisuuksia ei korosteta (paitsi tiedemiehiä, jotka ovat keksineet jotain) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuodaan esille asiayhteyksissä oppiaineen tarjoamia työtehtäviä ja aloja, joissa aineen hallinasta on hyötyä
<ul style="list-style-type: none"> • Oppiminen ja oppiaineen käsittely keskittyy luokkahuoneessa sen tarjoamissa puitteissa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aineen opiskelusta tehdään näkyvää koko koulussa ja oppilaiden yhteisössä
<ul style="list-style-type: none"> • Oppiaine on tiede, jossa opettaja päättää, kuinka paljon ja mitä oppilaiden tarvitsee tietää 	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetään monipuolisesti eri näkemyksiä ja kriittistä ajattelua, liittyen aineen yhteiskunnalliseen asemaan

2.3 Yhteiskunta STS – mallissa

Eräässä yhteiskuntaopin oppikirjassa (Ahtiainen et al. 2000) yhteiskunta määritellään seuraavasti: ”Yhteiskunta tarkoittaa joukkoa yksilöitä, jotka elävät yhdessä. Yhteiskunta syntyy ihmisten vuorovaikutuksesta ja siitä, että he ovat riippuvaisia toisistaan.” Opetussuunnitelmaan perusteissa mainittu yhteiskunta on lähinnä kohdistettu tarkoittamaan suomalaista yhteiskuntaa ja tarkemmin vielä oppilaan omaa, häntä ympäröivää yhteiskuntaa.

Kun STS – mallissa tarkastellaan sosiaalis-yhteiskunnallista käsitettä, voidaan siitä määrittää kolme eri luonnontieteelle ominaista yhteiskunnallista kontekstia. Ensimmäisessä kontekstimallissa on esillä luonnontieteen tutkimuksen yhteiskunnallinen luonne, jolla on hyvin pitkä historiallinen tausta. Luonnontiede on

tänä päivänä ihmiskunnan ja yhteiskunnan kehityksen tulos, mikä on kulkenut innovaatiosta toiseen. Teknologiset innovaatiot eivät olisi syntyneet ilman luonnontieteitä. Toinen konteksti on luonnontieteen asema yhteiskunnassa. Kemiaa on kaikkialla ja kemian avulla teknologia voi kehittyä edelleen. Arkipäivässäkin voi törmätä kemiallisiin reaktioihin ja ilmiöihin, esimerkiksi maidon happanemiseen. Kolmantena yhteiskunnallisena kontekstina tiede saa ideologisen piirteen. Kemia voidaan mieltää vaaralliseksi ja ympäristöä tuhoavaksi asiaksi, kun se liitetään esimerkiksi saasteisiin tai happamaan sateeseen. Edellä mainitut arkipäiväiset kemialliset ilmiöt eivät kuitenkaan aiheuta sen enempää paheksuntaa, vaikka kemia on läsnä myös näissä asioissa. Tässä tulee hyvin esille eri näkökulmien vaikutus. Se, mistä näkökulmasta kemiaa tieteenä tarkastellaan, on vaikutus tarkastelijan asenteeseen kemian yhteiskunnallista asemaa kohtaan. (Fensham, 1987)

McGinnis ja Simmons (1999) tutkivat opettajien näkökulmia STS – opetukseen. Tutkimuksen kohteena oli viisi luonnontieteiden opettajaa ja menetelmänä he käyttivät kvalitatiivista tapaus - tutkimusta. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää opettajien näkemyksiä erilaisista STS – opetuksen tarjoamista aiheista ja mitä yhteiskunnallisia aiheita ei STS – opetukseen voisi sisällyttää. Tutkimuksessa tuli vahvasti esille se, että aiheiden valintaan vaikutti oppilaiden oma elinympäristö ja perhetausta. Jos alueella ilmeni vahva uskonnollinen lataus, ei esimerkiksi evoluutiota tai alkuräjähdysteoriaa voitu käsitellä. Kannustaminen erilaisiin yhteiskunnallisesti vaikuttaviin elimiin tai keskusteluun koettiin epäkorrekteiksi aiheiksi. Suomen opetussuunnitelmien perusteissa (POPS 1994, POPS 2004, LOPS1994, LOPS2004) kannustetaan oppilasta ottamaan kantaa ja keskustelemaan yhteiskunnallisista asioista ja osallistumaan päätöksentekoon. Koulun omalla kulttuurilla on kuitenkin vaikutus näiden tavoitteiden toteutumiseen, kuten McGinnis ja Simmons (1999) tutkimustulokset osoittavat.

2.4 Teknologia STS – mallissa

Etymologisesti määriteltynä teknologia tarkoittaa tekniikkaa täydennettynä logoksella eli tiedolla, jota tarvitaan tekniikan soveltamiseksi käyttöön (von Wright,1995). Parikka ym. (1994) määrittelevät teknologian seuraavasti:

”Teknologia on teknisten välineiden, laitteiden sekä koneiden rakenteiden ja toimintaperiaatteiden ymmärtämistä sekä niiden taitavaa ja hallittua käyttöä tuotteiden ja palveluiden aikaansaamiseksi.”

Teknologia käsitteenä merkitsee eri ihmisille eri asioita. Joillekin se on ilmiö, joka merkitsee hyvää ja tavoiteltavaa, toiselle taas merkitys on pelottava, vastustettava ja eliökuntaa tuhoava. Teknologia kuuluu oppilaan ulkoiseen todellisuuteen, jossa sillä on elinympäristöä ja kulttuuria luova sekä muokkaava tekijä. Muita tekijöitä Parikan (1997) mukaan on hyvinvointia ja kansantuotetta kasvattava tekijä, ympäristöongelmia aiheuttava ja uusiutumattomia luonnonvaroja kuluttava tekijä sekä vallankäytön väline. Haaste on siis teknologian olemukseen pohjautuvien ihanteiden, arvojen ja ajattelutapojen tiedostaminen ja analysointi. Tämä tulisi vielä tuoda oppilaille esiin heitä kiinnostavien näkökulmien kautta. (Parikka, 2001)

Teknologia suuntautuu teoriasta luontoon ja sen tavoitteena on tehokkaasti ja luovasti soveltaa luonnonlakeja ja malleja, sekä saada aikaan tai ohjata laitteita ja prosesseja. Lavonen ja Meisalo (2004) määrittelevät teknologisen tiedon olevan kuvailevaa, ohjaavaa ja sanatonta. Kuvailevaa teknologinen tieto on erilaisissa ohjeissa ja manuaaleissa. Ohjaavaa tieto on silloin, kun se esiintyy esimerkiksi perimätietona tai syntyy erehdyksen kautta. Sanattomassa tiedossa teknologiaa toteutetaan käytännön tasolla. Kun käytämme päivittäin tietokonetta, tai osallistumme teknologiseen prosessiin, toteutamme samalla päällekkäin jokaista kolmea teknologista tiedon aluetta. Teknologisen prosessin tuloksia ovat mm. kaupalliset tuotteet ja tieteen sovellukset. Kemian opetuksen kannalta on hyvä huomioida se, että teknologiaa nykymuodossa ei olisi olemassa ilman luonnontieteitä, sillä se perustuu luonnontieteelliseen eli myös kemialliseen tietoon.

2.5 Chemistry in Community – projekti

Suomen lisäksi myös muissa maissa on pyritty kehittämään kemian opetusta lähemmäksi oppilaan omaa arkipäivää ja yhteiskuntaa. Vuonna 1987 alkanut Chemistry in Community – projekti (ChemCom) on siitä yksi esimerkki. Luonnontieteiden opetuksessa ja teknologiakasvatuksessa on pyritty luonnontieteellisen tiedon rakennetta ja tiedon syntyprosessia korostavasta luonnontieteiden opetuksesta eroon, muun muassa

yhdysvaltalaisessa Chemistry in the Community – projektissa (Lavonen & Meisalo 1994). Projektin toteuttajana on American Chemical Society (ACS). Projektin lähtökohta ja kimmoke oli huoli yläkoulu- sekä lukiotason kemian opetuksen liian teoriapainotteisesta sisällöstä. Lisäksi koettiin oppimateriaalien olevan liian tietosanakirjamaisia sekä kokeellisen työskentelyn jäävän liian irralliseksi asiayhteydestä. Näin saadun tiedon soveltaminen arkipäivään koettiin vaikeaksi. Kemian kursseja valittiin harvemmin kuin muita luonnontieteitä ja joissain kouluissa ei kemian opetusta järjestetty lainkaan. Aktiivisen American Chemical Societyn toiminnan lopputuloksena syntyi oppikirja, jonka sisältö poikkeaa huomattavasti totutuista oppikirjoista. Siinä aiheen käsittely alkaa arkipäiväisistä ongelmista, kuten öljynjalostamisesta ja saastuneen veden puhdistamisesta. (Karjalainen, 1992)

ChemCom on kontekstisidonnainen opetusmalli, joka on vahvasti verrattavissa STS – opetukseen. Myös siinä tarkastellaan arkipäiväiseen ympäristöön liittyviä kemiallisia ilmiöitä, teknologian tuotteita ja pohditaan laajemmin kemian merkitystä yhteiskunnassa. Kemiaa tarkastellaan arkipäivän näkökulmasta, johon sidotaan mukaan tarpeellinen kemian teoria. ChemCom materiaalissa kontekstien tarpeellisuutta (need to know) oppilaan elämässä korostetaan. Oppikirjaan sisältyvä kemia esitellään samojen käsitteiden, teoriapohjien ja työtapojen mukaan kuin tutuimmissakin oppikirjoissa. Lähestymistapa on vain erilainen. ChemCom on suunnattu toteutettavaksi lähinnä oppilaille, jotka eivät aio suunnata luonnontieteelliselle uralle. (Bennett & Holman, 2002)

Jokapäiväisen ympäristön sovelluksista liikkeelle lähteminen johtaa helposti siihen, että omaksutut tiedot jäävät irralliseksi sirpaletiedoksi. Usein on hankaluutena myös se, että sovelluksiin liittyvä teoria saattaa olla tavattoman vaikea (Luonti+, 2004). ChemComin ongelmaksi on myös havaittu se, että kemian jatko-opinnoista kiinnostuneiden oppilaiden kemian peruskäsitteiden ja matemaattisten taitojen hallinta on jäänyt puutteelliseksi. Suomessa tämä malli sopisi lähinnä lukion ensimmäiselle kurssia sekä sisällöllisesti helpotettuna yläkoulun kemianopetuksen tueksi. (Karjalainen, 1992)

ChemCom – projektin ensiaskelien jälkeen vuonna 1992, teetettiin viisivuotisarvio vuoden mittaisten kurssien toteutumisesta. Arviointiin osallistui 84 kemian opettajaa eri puolilta Yhdysvaltoja. Kursseille osallistuneista lukio-opiskelijoista 60 % suuntasi

opintojaan korkeakouluihin. Kentällä toimivat opettajat toteuttivat kemian kurssin ChemCom – oppimateriaalin ja American Chemical Societyn ohjauksen pohjalta. Arvioinnin tulos oli, että ChemCom on hyvin toimiva opetuspaketti oppilaille, jotka eivät tähtää luonnontieteelliselle uralle tai eivät tarvitse tulevissa korkeakouluopinnoissaan kemian osaamista. ChemCom – kurssia suositeltiin arvioinnin tulosten valossa kemian valinnaiseksi kurssiksi. Kurssi toimi hyvänä motivoijana kemian opintojen syventämiselle. Kemian ”kasvot” saivat kurssin aikana positiivisen piirteen useimpien osallistujien silmissä. (Bruce & Sutman, 1992)

ChemCom – oppimateriaalin uusimmassa painoksessa on pyritty lisäämään käsitteiden ja laskennallisuuden hallintaan harjoitettavia tehtäviä. Muutokset oppimateriaaliin on tehty edellisessä kappaleessa esitettyjen tutkimustulosten innoittamana, ja jotta ChemCom – oppimateriaali soveltuisi paremmin kaiken tasoisille oppilaille.

3 STS – LÄHESTYMISTAPA SUOMALAISESSA YHTEISKUNNASSA

STS – opetus ja kontekstuaalinen oppiminen ovat käsitteinä suomalaisessa luonnontieteiden opetuksessa vieraita. Teknologiakasvatuksen ja yrittäjyyskasvatuksen ovat Suomessa tutumpia ja tutkitumpia käsitteitä, joiden pääpiirteet ovat sovellettavissa STS – opetuksen periaatteisiin. Tässä kappaleessa tarkastellaan teknologiakasvatuksen ja yrittäjyyskasvatuksen teoriaa sekä siihen vahvasti liittyvää koulu – yritys-yhteistyötä.

3.1 Yrittäjyyskasvatus

Yrittäjyyskasvatus on mainittu vuoden 1994 ja 2004 opetussuunnitelmien perusteissa. Yrittäjyyskasvatus on yksi vuoden 1994 opetussuunnitelman aihekokonaisuuksista. Myös vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteissa on yrittäjyyttä painotettu erityisesti lukion yhteiskunta ja teknologia aihealueen tavoitteissa. Meisalon ja Lavosen (1994), mukaan yrittäjyyskasvatus on asiatietojen pohjalle perustuva myönteinen suhtautuminen yritystoimintaa kohtaan. Yrittäjyyskasvatuksen ei ole tarkoitus kouluttaa oppilaista yrittäjiä, vaan luoda heille yrittäjyyttä arvostava asenne sekä antaa perustiedot yrittäjyydestä osana elinkeinoelämää. (Opetushallitus, 1993)

Jauhiainen (1992) jakaa yrittäjyyskasvatuksen merkityksen yksilölliseen ja yhteiskunnalliseen näkökulmaan. Yksilötasolla yrittäjyyskasvatus kehittää persoonaa ja motivoi oppilasta. Oppilas näkee yhteyden koulun opetussuunnitelman ja työelämän kanssa. Lavonen (1997) jakaa yrittäjyyskasvatuksen neljään eri työtapaan (taulukko 2), joista yksi on myös persoonallisuuden kehittäminen. Työvoiman kysyntä vaikuttaa yhteiskunnan toimivuuteen. Puutteellinen kuva elinkeinoelämästä, ammasteista, ja kansantalouden toiminnasta vaikeuttaa oppilaan työelämään sijoittumista. Yrittäjyyskasvatuksen yhteiskunnallinen näkökulma kumuloituu Jauhiaisen (1992) mukaan yhteiskunnan tarpeiden ja tulevaisuuden työntekijöiden kohtaamiseen.

Lavonen (1997) jakaa yrittäjyyskasvatuksen työtavat (taulukko 2) neljään eri työtaperheeseen: persoonallisuuden kehittäminen, sosiaalinen vuorovaikutus,

tiedonhankinta ja koulu – yritys-yhteistyö. Jako on tehty työtavoille asetettujen tavoitteiden ja oppimisympäristöjen pohjalta.

TAULUKKO 2. Yrittäjyyskasvatuksen työtavat (Lavonen, 1997).

<p>Persoonallisuuden kehittäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Luovan ongelmanratkaisun työtavat ◆ Itsenäiset projektit ◆ Tutkielmat 	<p>Sosiaalinen vuorovaikutus</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Yritystoiminnan simulointi ◆ Roolileikit ◆ Väittely ◆ Neuvottelutaidon koulutus ◆ Perinteinen ryhmätyö ◆ Yhteistoiminnallinen oppiminen
<p>Koulu – yritys-yhteistyö</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Yrityskäynnit ◆ Toiminnallinen opintokäynti ◆ Opettajat yrityksessä ◆ Yritystoiminnan tai tuotannon simulointi ◆ Työelämään tutustuminen (TET) 	<p>Tiedonhankinta</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Yrityksen edustaja koulussa ◆ Tietolähteiden hyödyntäminen (esitteet, oppaat, järjestöt) ◆ Videot, multimedia ym. AV-materiaali ◆ Tietotekniikan monipuolinen hyödyntäminen (tietopankit, ym.)

Esimerkiksi koulu – yritys-yhteistyössä oppimisympäristönä voi toimia yritys. Opintokäynti on parhaimmillaan sitä, että oppilaat viedään uuteen ja outoon ympäristöön, josta palataan työskentelemään virkistyneinä ja uusin eväin vanhaan tuttuun ympäristöön. Persoonallisuuden kehittämisen työtavana voi toimia esimerkiksi itsenäiset projektit ja tutkielmat. Sosiaalinen vuorovaikutus voi käytännössä toteutua väittelynä, roolileikkinä, yhteistoiminnallisena oppimisena ja perinteisenä ryhmätyönä. Yksi koulu-yritys – yhteistyön muodon toteutustapa voi olla oppitunnilla vieraileva yritysmaailman edustaja tai erilaiset esitteet ja oppaat, jotka ovat yritysten tuottamaa materiaalia. (Lavonen & Meisalo, 1994)

Taloudellisen Tiedotustoimiston Suomen Gallupilla teettämän tutkimuksen (TAT, 2002) mukaan valtaosa tutkimukseen osallistuneista opettajista (93 %) toivoi yrittäjyyden juurruttamista opetukseen nykyistä paremmin. Opettajista 70 % koki nykyisen koululaitoksen yrittäjyyskasvatuksen riittämättömäksi ja 74 % opettajista halusi siirtää vastuuta ammatillisen lisä- ja täydennyskoulutuksen järjestämisestä elinkeinoelämälle.

3.1.1 Koulu – yritys-yhteistyö

Kemian alalla on useita eri työtehtäviä ja koulutussuuntauksia. Kemistin lisäksi kemian taitoja ja tietoja tulee osata niin kampaajan kuin ympäristöasiantuntijankin. Moni yliopistotason tutkinto sisältää pakollisen kemian kurssin. Koulu – yritys-yhteistyö antaa oppilaille avartavan kuvan siitä, missä kaikkialla kemian osaamisesta on hyötyä. Osa lukion päättävistä oppilaista suuntaa tiensä ammatilliseen koulutukseen. Englannissa toimiva Consortium of Science and Technology Institute (CSTI) listasi 46 pelkästään terveydenhoitoalan ammattia, joissa kemian osaaminen on edellytys työtehtävän hallitsemisessa (Corrigan & Fensham, 2002).

Opetushallitus (2003) on listannut koulujen ja yritysten yhteistyömahdollisuuksia.

1. Yritysvierailut
2. Toiminnalliset opintokäynnit
3. Yrityksen edustajat koulussa
4. Nimikkoluokkatoiminta/kummikoulutoiminta
5. Työelämään tutustuminen - jaksot
6. Opettajien yrittäjyyskurssit.

Toiminnallisella opintokäynnillä tarkoitetaan opintokäyntiä työelämän tuotantolaitoksiin ja yksikköihin, jonka kuluessa oppilaat itse tekevät pieniä tutustuttavaan kohteen toimintaan tai oppiaineeseen liittyviä tehtäviä (Jauhiainen, 1998).

Taloudellisen Tiedotustoimiston Suomen Gallupilla teettämässä tutkimuksessa selvitettiin (TAT, 2002) peruskoulun, lukion ja ammatillisen oppilaitosten opettajien ajatuksia koulujärjestelmästä. Tutkimukseen osallistuneista opettajista puolet lisäisi oppilaitosten yhteistyötä elinkeinoelämän kanssa.

Tuovinen (1998) kartoitti kemian laitokselle tehdyssä Pro Gradu – tutkielmassa kemianteollisuuden yritysten tekemiä yhteistyömuotoja lukioiden ja peruskoulujen kanssa. Tutkimusvälineenä käytettiin kyselylomaketta, johon vastasi 25 kemian alan yritystä. Kyselyyn vastanneista yrityksistä 17 oli tehnyt yhteistyötä lukioiden ja yläkoulujen kanssa. Neljä suosituinta yhteistyömuotoa tutkimustulosten mukaan olivat 1)

yritykseen tehtävä ekskursion, 2) yritysten edustajien luennot, 3) kummikoulutoiminta sekä 4) yritysten opettajille tarjoamat koulutus-, vierailu- ja harjoittelumahdollisuudet. Ekskursiota, eli yritykseen tehtävä opintokäyntiä, joka sisältää esim. luennon, opastetun kierroksen ja jaettavaa materiaalia, käytti 17 % vastanneista yrityksistä. 9 % vastanneista yrityksistä ei toteuttaneet minkäänlaista yhteistyötä lukioiden tai yläkoulujen kanssa. (Tuovinen, 1998)

Tämän tutkimuksen tekijän (Lauho, 2004) tekemässä ainedidaktisessa proseminaarityössä tutkittiin kemian aineenopettajaksi opiskelevia yliopisto-opiskelijoita. Tutkimukseen osallistuneista henkilöistä (n = 26) yli puolet (65 %) koki koulu – yritys-yhteistyön tärkeäksi osaksi kemian opettamista. 78 % vastaajista koki, että lukio-opiskelijalla on valmiuksia ymmärtää kemian yhteiskunnallista ja teknologista merkitystä. Keskusteleminen yhteiskunnallisista ja teknologisista asioista koettiin vastaajien osalta helpoksi sekä kemianteollisuuden oppimateriaaleista oltiin kiinnostuneita. 95 % vastaajista oli melko tai täysin samaa mieltä kemianalan työmahdollisuuksista kertomisen tärkeydestä.

LUMA – hankkeen puitteissa tehtiin vuonna 1999 Kemian opetus tänään – tutkimus, jossa tutkittiin kemian opettajien näkemyksiä kemia opetuksesta ja kemian opetuksen kehittämisestä. Valtakunnalliseen tutkimukseen osallistui 399 opettajaa. Kemian opettajien oppimiskäsityksestä ilmeni, että kemiaa oppii parhaiten tekemällä. Oppimisympäristön tärkeyttä korostettiin ja vierailuja kemian tuotanto- ja tutkimuslaitoksiin. Opintokäynnit, ongelmanratkaisutehtävät ja keskustelut todettiin myös tehokkaiksi työtavoiksi oppimisen kannalta. Tutkimuksen tuloksissa korostui selkeästi yhteistyön merkitys teollisuuden ja muiden yhteistyökumppaneiden kanssa. Vastaajista noin puolet (49 %) ilmoitti tekevänsä yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa. 73 % yhteistyön toteutumisesta tapahtui vierailujen muodossa. Toiminnallisia opintokäyntejä, joissa oppilas pääsee itse toteuttamaan itseään, oli toteuttanut 27 % vastanneista opettajista. Suurimpia esteitä yhteistyölle todettiin olevan koulun sijainti. Myös yrityksistä johtuneet syyt mainittiin yhteistyön esteeksi, eli yritykset eivät olleet kiinnostuneita yhteistyöstä. Vastaajista 12 % ilmoitti yhteistyön esteen syyksi resurssipulan. Kemia tänään - tutkimuksessa kysyttiin myös opettajien koulutustoiveita ja toiseksi suosituin toive oli yhteistyö sidosryhmien kanssa. (Aksela & Juvonen, 1999)

3.1.2 Kemianteollisuuden koulu – yritys-yhteistyö hankkeet

Kemianteollisuus ry on ilmaissut huolensa tulevaisuudessa ammattitaitoisen ja osaavan henkilökunnan saatavuudesta. Suomen kemianteollisuus kamppailee tänä päivänä ison ongelman kanssa: tämän vuosikymmenen loppuun mennessä 7000 – 8000 kemianteollisuuden parissa työskentelevää osaajaa jää eläkkeelle. Alalle valmistuvien korkeakouluopiskelijoiden määrä ei Kemianteollisuus ry:n tekemän tutkimuksen mukaan ole tasapainossa alalta eläkkeelle jäävien suhteen. Koulujen ja yritysten yhteistyö on tärkeää kemianteollisuudelle, mutta myös yrittäjyys- ja teknologiakasvatusta tukeva väline. (Juvonen, 2004).

Uusissa opetussuunnitelmien perusteissa painotetaan teknologiaa ja innovatiivisuutta eli luovuutta. Teollisuuden näkökulmasta nämä ovat keskeisiä teemoja, sillä teollisuuden tulevaisuus perustuu innovaatioihin ja teknologian hyödyntämiseen. Kemian osaaminen on tuonut uusia ratkaisuja metsä- ja IT teollisuuteen. Energiansäästökysymyksissä, kierrätyksessä ja puhtaan veden tuottamisessa kemialla on tärkeä rooli. Kemian kiinnostavuuden lisääminen vaatii yhteistyötä koulujen, opetushallinnon, elinkeinoelämän ja korkeakoulujen kanssa. Myös yhteistyö muiden luonnontieteiden opettajien kanssa on avainasemassa. (Pohjakallio & Vornamo 2003)

Kemianteollisuus tekee yhteistyötä usean eri kemian opetusta tukevan hankkeen kanssa. Näitä hankkeita ovat muun muassa LUMA - ohjelma, LUMA – keskus, tiedeopetuskilpailut, Kemia.net - hanke ja InnoKemia - pilottihanke. Yksi LUMA – ohjelman hankkeista on Kemia tänään - hanke, jonka toteuttamiselle Kemianteollisuus ry teki aloitteen.

Kemia tänään - hanke käynnistyi vuonna 1998 ja on osa LUMA – talkoita. Aloitteen hankkeelle teki Kemianteollisuus ry. Hankkeen yhteistyökumppaneita ovat Opetushallitus, opetusministeriö, Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto (MAOL ry) ja Helsingin yliopiston kemian opettajakoulutusyksikkö. Kemian tänään - hankkeen tarkoitus on kemian opettajien täydennyskoulutus. Käytännössä Kemia tänään – hanketta on toteutettu eri puolilla Suomea koulutustapahtumina. Ensimmäiset kuusi koulutustapahtumaa oli vuosina 1998 - 1999 ja vuoteen 2004 mennessä koulutustapahtumia on pidetty yhteensä 12.

Hankkeen tavoitteita ovat:

- ◆ Kemian opetuksen tason ja aseman nostaminen
- ◆ Kemian opettajien ammattitaidon kehittäminen ja työskentelymotivaation parantaminen
- ◆ Uusien opetusmenetelmien ja näkökulmien soveltamisen edistäminen kemian opetuksessa
- ◆ Yritysten aktivointi ja innostaminen yhteistyöhön koulujen kemian opettajien ja oppilaitosten kanssa

Tavoitteista viimeisin kannustaa selkeästi koulu – yritys-yhteistyöhön, mutta ei pelkästään kemianteollisuuden, vaan myös muiden oppilaitosten, kuten yliopistojen kanssa. Ensimmäinen tavoite ajaa jokaisen yhteistyötä toteuttavien tahojen etua. Kemian aseman nostaminen opettajien välityksellä oppilaiden silmissä vaikuttaa myös kemianteollisuuden imagoon.

3.2 Teknologiakasvatus

Suomessa teknologiakasvatuksen alkuunpanijana voidaan pitää Uno Cygnaeusta (1810 – 1888). 1866 alettiin Suomen kansakouluissa opettaa pakollisena oppiaineena käsitöitä ja teknistä työtä. Teknologiakasvatus rajoittui tuolloin siis vain kahteen kouluaineeseen. Vuonna 1991 kouluhallituksen työryhmä pohti teknologian asemaa peruskoulussa ja sen tuomista yhteiseksi omaksi oppiaineeksi. Tämän päivän opetussuunnitelmien perusteissa on painotettu teknologiakasvatuksen osuutta yhtenä yleissivistävänä tekijänä, mutta sen toteutusmenetelmää ei ole tarkoin määritelty. (Kantola, 2000)

Teknologia on osa ympäristöämme ja teknologian kanssa joutuu väistämättä tekemisiin asemastaan riippumatta. Teknologisen elämän ympäristön ymmärtäminen sekä kansalaisten kannanotot teknologian kehityssuuntaan kuuluu jokaisen yleissivistykseen siinä missä luku-, kirjoitus- ja laskutaitokin. Maailma ei teknisty itsestään, vaan se tapahtuu yhteiskunnan harkinnan mukaan. Teknologiakasvatus on myös

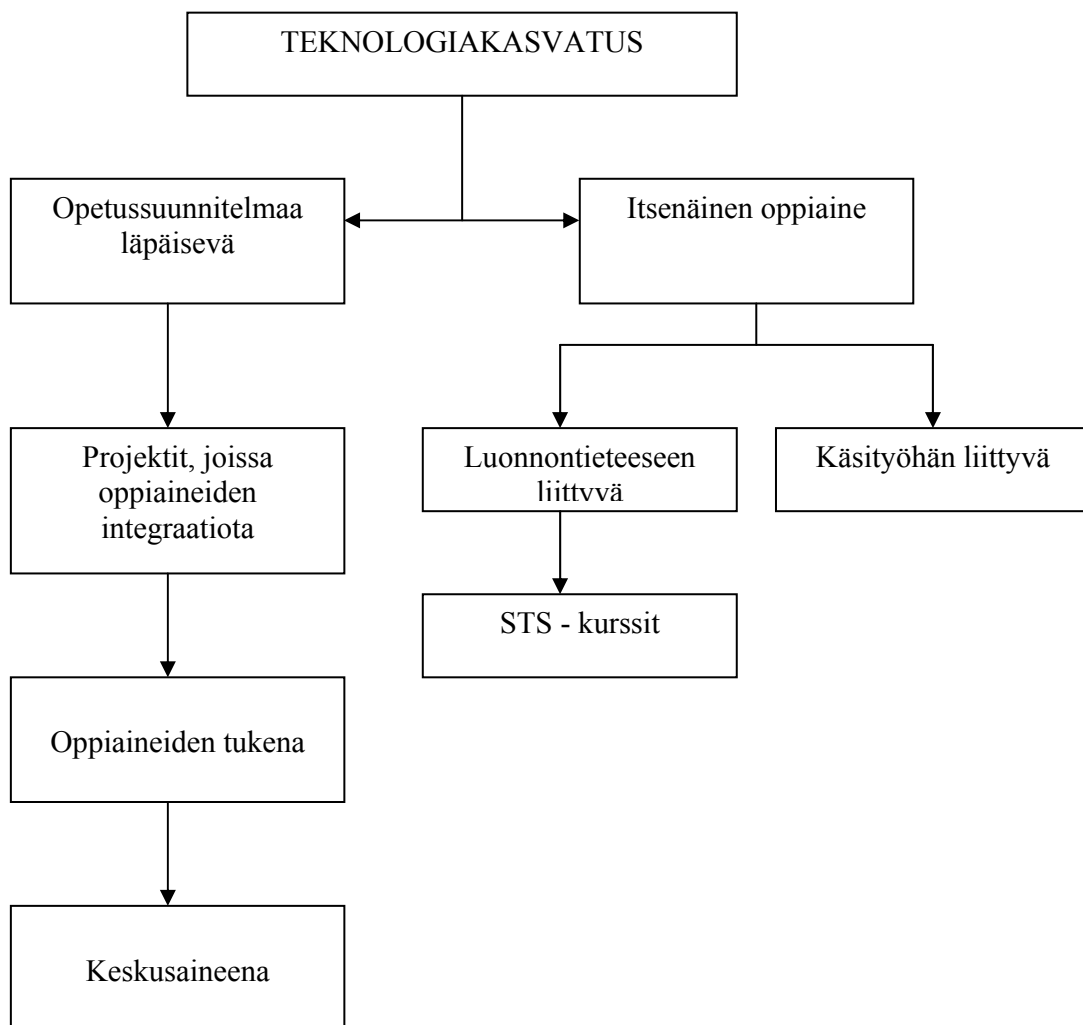
kansainvälisyyskasvatusta, sillä teknologisten taitojen ja tietämysten osaaminen on maailmanlaajuinen taito. (Kantola, 2000)

Monissa maissa luonnontieteitä ja teknologiaa opetetaan toisistaan erillään. Teknologian asemaa erillisenä oppiaineena voidaan perustella mm. sen tarjoamalla mahdollisuuksilla kehittää oppilaan erilaisia ongelmanratkaisutaitoja erilaisissa ympäristöissä. Suomessa ei ole katsottu erillistä teknologia oppiainetta yleissivistävässä koulussa tarkoituksenmukaiseksi. Nykyisin puhutaan teknologiakasvatuksesta ja sen sisällyttämisestä fysiikkaan ja käsityöhön. Sitä opettavat tällä hetkellä fysiikan ja teknisen työn opettajat omien koulutustensa pohjalta. (Lavonen & Meisalo, 2004)

Teknologiakasvatuksen lähtökohtana koulussa on huoli siitä, että monet ihmiset eivät ymmärrä ympäristönsä toimintaa eivätkä selviä enää jokapäiväisistä elämäntilanteista. Vähäiset tiedot teknologiasta voivat johtaa myös siihen, että teknisiä innovaatioita ei tarkkailla kriittikittömästi. Teknologiakasvatus johdattaa oppilasta ymmärtämään kehitystä, joka on johtanut huipputeknologiaan ja sen hyödyntämiseen. Kemiaa teknologiasta voi löytää De Vos'n et al. (2002) mukaan parhaiten tarkastelemalla arkipäiväisiä tuotteita ja ilmiöitä. Esimerkiksi veden ominaisuuksien opettamisessa oppilaiden kannalta on loogisempaa aloittaa opetus juomavedenpuhdistus prosessista kuin veden alkuainekoostumuksesta. Juomavedenpuhdistusprosessi on erinomainen esimerkki tämän päivän kemianteknologiasta. Koska kaikki teknologia on ihmisen tuottamaa, opiskelussa on hyvä keskittyä tuottamisprosesseihin yksittäisten laitteiden ja rakenteiden "ulkoa opetteluun" sijaan. (LUONTI+, 2004)

Teknologiakasvatus haastaa koulut ottamaan kantaa yhteiskunnallisiin asioihin. Opetuksessa teknologiakasvatus voi toimia keksimistaitojen, innovatiivisen ajattelun, toiminnallisen oppimisen kehitysympäristönä sekä kemian tietämyksen rajapintana. Opiskelijaa kannustetaan ottamaan kantaa teknologian kehittämiseen, sekä osallistumiseen yksilönä ja kansalaisyhteiskunnan jäsenenä sitä koskevaan päätöksentekoon (POPS, 2004). Yksi teknologiakasvatuksen tavoitteena on teknologian ja luonnontieteiden ymmärtäminen kulttuurisena, yhteiskuntaan vaikuttavana ilmiönä. Opettajalta teknologiakasvatuksen tuominen opetukseen vaatii perehtymistä oppilaiden ennakkokäsityksiin ja arvoihin. (Parikka, 2001)

Layton (1990) ei näe teknologiaa luonnontieteen sovelluksena, vaan teknologialla on oma itsenäinen asema. Tämän perusteella hän laati mallin, jossa teknologiakasvatuksen moni ulottuvuus tulee hyvin esille. Tätä mallia soveltamalla Kananoja (1997) pääsi suomalaiseen yhteiskuntaan paremmin sopivaan malliin (kuva 3). Siinä teknologiakasvatus voidaan jakaa joko itsenäiseksi oppiaineeksi tai opetussuunnitelmaa läpäiseväksi opetuksiksi. Suomen yhteiskunnassa jälkimmäinen vaihtoehto on vahvemmin toteutunut. Opetussuunnitelmaa läpäisevänä teknologiakasvatus ilmenee erilaisina projekteina, joissa tapahtuu integraatiota muiden oppiaineiden kesken. Teknologiakasvatusta voidaan myös käyttää tukimenetelmänä eri aineiden opetuksessa. Koulukohtainen opetussuunnitelma perustuu valtakunnalliseen opetussuunnitelman perusteisiin, mutta teknologiakasvatus voidaan koulukohtaisissa opetussuunnitelmissa asettaa keskusaineeksi. Sen toteutumiseen tarvitaan vain asiasta innostuneita opettajia. (Kananoja, 1997)



KUVA 3. Teknologiakasvatus (Kananoja, 1997)

Teknolomiteollisuuden nakokulmasta teknologian opetus on kaksisuuntainen väylä koulun ja elinkeinoelaman välillä. Teknolomiteollisuus ry (2004) on määritellyt teknologian opetukselle kolme tavoitetta:

1. Lapset ja nuoret ymmärtävät, mistä on kyse teknologiasta puhuttaessa.
 - peruskäsitteiden ymmärtäminen ja hahmottaminen
 - ympäristön jäsentäminen ja analysoiminen
 - teknologian vaikutus luontoon ja ymparistoon

2. Lapset ja nuoret oppivat hyodyntamaan teknologian suomia mahdollisuuksia
 - Koneiden ja laitteiden käyttö
 - Arkipaivaiset ongelmat ja niiden ratkaisumahdollisuudet

3. Lapset ja nuoret oppivat tiedostamaan ja arvioimaan teknologista ymparistoa ja teknologian kehittämismahdollisuuksia
 - Teknologia ja teknologinen ympäristö on jatkuvassa muutoksessa
 - Kannanotot teknologian kehittämiseen
 - Innovaatioprosessi
 - Teknologia ja arvot

Suurten ikäpolvien teknologiatuntemus ei ole samalla tasolla kuin taman päivän nuorison. Tällöin yllä olevista tavoitteista voidaan katsoa ainakin yhden toteutuneen, sillä teknologian hyödyntäminen on suurimmalle osalle jokapäiväistä. Nykypäivän oppilaat viettävät valtaosan paivastaan erinäisten teknologisten innovaatioiden ympäröimänä, kuten puhelimen, tietokoneen ja kannettavan Minidisk - soittimien kanssa. Tällöin korostuu teknolomiteollisuuden asettamista tavoitteista ensimmäinen. Oppilaan tulee ymmartaa, että tietokonetta ei olisi ilman sen sisaltamaa teknologiaa ja kemian osaamista. Uusien innovaatioiden myötä tulee myös erilaiset arvojen ja prosessien ymmärtäminen ajankohtaiseksi. Kolmas tavoite pyrkii ohjaamaan oppilasta tiedostamaan ja arvioimaan teknologista ymparistoa.

4 VALTAKUNNALLISET OPETUSSUUNNITELMIEN PERUSTEET

”Opetussuunnitelman perusteet on määräys, jolla koulutuksen järjestäjä veloitetaan sisällyttämään koulu- tai järjestäjäkohtaiseen opetussuunnitelmaan opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt.” (Opetushallitus, 2004)

Opettajan työtä ja sen suunnittelua ohjaa niin valtakunnalliset opetussuunnitelmien perusteet kuin koulukohtainenkin opetussuunnitelma. Opettajan tulee olla tietoinen opetussuunnitelman yleisistä ja ainekohtaisista tavoitteista. Myös oppikirjojen sisällöt myötäilevät valtakunnallisia opetussuunnitelmia. Opetussuunnitelmien uudistuminen on tuonut opettajille entistä paremmat eväät seurata tätä ohjaavaa elementtiä. Opetussuunnitelmien muutoksen yksi ajava voima on oppilaan motivaatio (Bennett, 2002). Lukion opetussuunnitelma on muuttunut jäsenyntyneemmäksi ja tavoitteet on esitetty selkeästi niin yleisellä kuin kurssikohtaisellakin tasolla. Myös perusopetuksen opetussuunnitelma on selkeytynyt kemian osalta - opetusta linjaa selkeät teemat. (Montonen, 2002)

Tässä luvussa tarkastellaan vuoden 1994 ja 2004 sekä lukion että peruskoulun opetussuunnitelmien perusteita sekä hahmotetaan niiden sisältöä jaotellen kemian kurssien sisältöjä yhteiskunnallisesti ja teknologisesti merkitseviin tekijöihin. Lukion uusi opetussuunnitelma astuu asteittain voimaan 1.8.2005 ja peruskoulun uusi opetussuunnitelma otetaan käyttöön 1.8.2006.

4.1 Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994

Kemian peruskouluopetuksen tehtävänä vuoden 1994 opetussuunnitelmassa on ohjata luonnontieteille ominaiseen ajatteluun (vrt. Solomon 1994, Lavonen & Meisalo 1994, Bennett & Holman 2002). Kemian opetus auttaa ymmärtämään luonnontieteiden ja teknologian merkityksen osana kulttuuria. Opetuksessa pyritään kokonaisuuksien hahmottamiseen. Opetuksen lähtökohtana on oppilaan omaan elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havaitseminen, tulkitseminen. Näistä havainnoista edetään peruskäsitteisiin. Oppilas omaksuu terminologian, jonka avulla hän ymmärtää

ympäristöä ja teknologiaa koskevia kysymyksiä ja pystyy arvioimaan ihmisen toiminnan ympäristövaikutuksia.

Kemian ja fysiikan keskeiset sisällöt on liitetty yhteen viideksi teemaksi. Taulukossa 3 on jaoteltu peruskoulun kemian kurssien keskeiset tavoitteet teknologian ja yhteiskunnan kannalta merkitseviin tekijöihin. Lisäksi yhtenä sisältönä on kokeellinen menetelmä, mutta se painottuu lähinnä tiedonhankintaan ja tutkimukseen, minkä takia sitä ei ole sijoitettu kyseiseen taulukkoon.

TAULUKKO 3. Peruskoulun kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (POPS,1994)

KESKEINEN SISÄLTÖ	YHTEISKUNTA	TEKNOLOGIA
Rakenteet ja järjestelmät	Galaksi-, tähti- ja planeetta-järjestelmä Luonnon perusrakenteita	Rakenteet, kuten koneet
Vuorovaikutukset	Ympäristön radioaktiivisuus	Sähkö
Energia	Energian vaikutus hyvinvointiin	Energian säilyminen kemiallisissa prosesseissa Energian tuotanto ja lähteet
Prosessit	Aineiden kierto luonnossa Raaka-aineet	Aine kemianteollisuuden prosesseissa Raaka-aineiden jalostaminen

4.2 Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 2004

Peruskoulunopetussuunnitelman perusteissa oppimista kuvataan prosessina, joka on aktiivinen ja päämääräsuuntautunut, sekä sisältää itsenäistä tai yhteistä ongelmanratkaisua. Oppiminen on tilannesidonnaista eli kontekstuaalista ja peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa määritetyssä oppimisessa avautuu uusia mahdollisuuksia osallistua yhteiskunnan toimintaan. (POPS, 2004)

Kemian opetus antaa nykyaikaisen maailmankuvan muodostamiseen tarvittavat ainekset. Tämä auttaa ymmärtämään kemian ja teknologian merkityksen jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa. Kemian opetuksen tulee antaa valmiuksia keskusteluun liittyen esimerkiksi energiantuotantoon, ympäristöön ja teollisuuteen. Kokeellisen lähestymistavan lähtökohta on elinympäristöön liittyvien aineiden ja

ilmiöiden havaitseminen. Yhtenä yleisenä oppimistavoitteena on oppilaan tavoite oppia tuntemaan kemian ilmiöiden ja sovellusten merkityksen sekä ihmiselle että yhteiskunnalle (POPS, 2004)

Kemian keskeiset sisällöt ovat ”Ilma ja vesi”, ”Raaka-aineet ja tuotteet” sekä ”Elollinen luonto ja yhteiskunta” (POPS, 2004). Taulukossa 4 on peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa esitetyt kemian keskeiset sisällöt jaoteltuina teknologian ja yhteiskunnan osalta merkitseviin tekijöihin. Muu sisältö on luokiteltu kuuluvaksi itse kemiaan luonnontieteenä. Selkeästi yhteiskunnallisesti merkittävät tekijät vaikuttavat suoraan ihmiseen tai ympäristöön ja luontoon. Teknologiset merkitykset painottuvat taas lähinnä erilaisten kemianteollisuuden tuotteiden käyttöön ja merkitykseen kemianteknologiassa.

TAULUKKO 4. Peruskoulun kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (POPS, 2004)

KESKEINEN SISÄLTÖ	YHTEISKUNTA	TEKNOLOGIA
Ilma ja vesi	Merkitys ihmiselle Merkitys luonnon tasapainolle Vaikutukset ympäristössä	Palamisreaktio
Raaka-aineet ja tuotteet		Tuotteiden valmistus ja käyttö Sähkökemian sovellukset
Elollinen luonto ja yhteiskunta	Hiilihydraattien, valkuaisaineiden ja rasvojen merkitys ravintoaineena Pesu – ja kosmeettiset aineet sekä tekstiilit	Energialähteet Orgaanisten aineiden käyttö Öljynjalostusteollisuus ja sen tuotteet Teollisuuden raaka-aineita

Kemian tiedon alaan sisältyy muun muassa aineen rakenne, ominaisuudet ja kemiallinen reaktio. Kemian opetussuunnitelman ajatuksena on se, että luonnontieteiden oppiminen on prosessipainotteista, eli oppiminen etenee askel askeleelta kohti teorian ymmärtämistä. Luonnollisinta kemian opetuksessa on lähteä liikkeelle omasta elinympäristöstään sekä tutuista aineista, kuten vedestä, ilmasta ja maaperästä. (Ahtineva & Havonen, 2003)

4.3 Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994

Lukion luonnontieteiden opetuksen tulisi välittää kuvaa ihmisen elinympäristöstä. Opetuksen tulisi auttaa ymmärtämään luonnontieteiden ja teknologian merkitys osaksi inhimillistä kulttuuria. Yleisiksi tavoitteiksi luonnontieteiden opetukselle vuoden 1994 lukion opetussuunnitelma määrittelee luonnontieteelliseen ajattelutavan. Myös kemian ainekohtaisissa tavoitteissa mainitaan luonnontieteellinen ajattelu. Yhtenä tavoitteena vuoden 1994 lukion opetussuunnitelmissa on se, että opiskelija saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta kemiaa ja sen opiskelua kohtaan. Kiinnostusta siivittää motivaatio, joka saavutetaan arkipäivän ilmiöiden kautta (vrt. Osborne & Collins, 2001)

Kaikille aineille yhteisiksi aihekokonaisuuksiksi on asetettu ympäristökasvatus, viestintäkasvatus, yrittäjyyskasvatus, tietotekniikan käyttötaito, terveystieteiden ja luonnontieteiden ja teknologia. Tämän tutkimuksen valossa kiinnostavimmat tavoitteet ovat yrittäjyyskasvatus sekä luonnontieteet ja teknologia. Luonnontieteiden opetuksessa on hyvä rinnastaa yritystoiminnan näkökulmaa opittuun asiaan. (Lavonen & Meisalo, 1994)

Lukion ensimmäinen ja pakollinen kurssi on nimeltään Kemia - kokeellinen luonnontiede. Lisäksi opetussuunnitelmassa on määritelty neljä syventävää kurssia. Kurssien sisällöt ovat vuoden 1994 opetussuunnitelmissa kerrottu niukasti, minkä takia sisällöjen jakaminen yhteiskunnallisesti ja teknologisesti merkittäviin tekijöihin oli hankalaa (taulukko 5). Esimerkiksi Kemian elementti - kurssin sisällöstä ei viitteitä näihin teemoihin löytynyt. Opetuksen luonteessa korostetaan kokeellisuutta ja vuorovaikutusta oppilaiden kesken. Käytänteissä painotetaan havaintojen tekemistä ja niiden analysointia erilaisilla tutkimusmenetelmillä. Opiskelijan tulee saada riittävät valmiudet opiskella kemiaa ja niitä soveltavia aloja. (LOPS, 1994)

TAULUKKO 5. Lukion kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (LOPS, 1994)

KURSSI	YHTEISKUNTA	TEKNOLOGIA
1. Kemia - kokeellinen luonnontiede	Käytännön elämään liittyvät kemialliset ilmiöt Merkitys yhteiskunnassa	Käytännön elämään liittyvät kemialliset ilmiöt Kemialliset sovellukset
2. Kemian elementit	Ei selkeitä viittauksia yhteiskuntaan tai teknologiaan	
3. Elämän kemia	Elollisen luonnon reaktiot	
4. Tutkimus, teknologia ja ympäristö	Sovellukset ympäristöön	Sovellukset teollisuuden prosesseihin Kemianteknologia

4.4 Lukion opetussuunnitelmien perusteet 2004

Uudessa lukion opetussuunnitelman perusteissa yhteisiä aihekokonaisuuksia on viisi ja yksi niistä on teknologia ja yhteiskunta. Tämän aihekokonaisuuden tulisi ohjata opiskelijaa pohtimaan teknologian kehittämässä suhteessa yhteiskunnallisiin muutoksiin (vrt. Luonti+, 2004). Opetuksessa tulisi korostaa teknologian ja yhteiskunnan vuorovaikutteista prosessia (LOPS, 2004).

Teknologia ja yhteiskunta - aihekokonaisuuden tavoitteet ovat seuraavat:

- oppilas osaa käyttää luonnontieteiden ja muiden tieteenalojen tietoa pohtiessaan teknologian kehittämismahdollisuuksia
- oppilas ymmärtää ja osaa arvioida ihmisen suhdetta nykyteknologiaan sekä osaa arvioida teknologian vaikutuksia elämäntapaan, yhteiskuntaan ja luonnonympäristön tilaan
- oppilas osaa arvioida teknologian kehittämistä ohjaavia eettisiä, taloudellisia, hyvinvointia - ja tasa-arvonäkökohtia sekä ottaa perustellen kantaa teknologisiin vaihtoehtoihin
- oppilas ymmärtää teknologian ja talouden vuorovaikutusta sekä osaa arvioida teknologisten vaihtoehtojen vaikutusta työn sisältöön ja työllistymiseen
- oppilas oppii yrittäjyyttä ja tutustuu paikalliseen työelämään (LOPS 2004)

Tämä aihekokonaisuus on selkeä askel kohti teknologiakasvatusta. Keväällä 2004 Helsingin yliopiston ainedidaktisessa proseminaari työssään tutkimuksen tekijä (Lauho, 2004) tutki 26 kemian aineenopettaja opiskelijan asenteita kemian yhteiskunnallisen ja

teknologisen näkökulman sisältämisestä lukion kemian opetukseen. Tämän uuden haasteen asetti lukion opetussuunnitelman teknologia ja yhteiskunta – aihekokonaisuus. Tutkimuksen tuloksissa on selkeästi havaittavissa opiskelijoiden positiivinen ja ennakkoluuloton asenne teknologia ja yhteiskunta – aihealueessa asetettua haasteita kohtaan. Tavoitteista kemian osalta vastaajien keskuudessa tärkeimmäksi koettiin se, että oppilas ymmärtää ja osaa arvioida ihmisen suhdetta nykyteknologiaan sekä osaa arvioida teknologian vaikutuksia elämäntapaan, yhteiskuntaan ja luonnonympäristön tilaan. (Lauho, 2004)

Kemian opetus auttaa ymmärtämään jokapäiväistä elämää, luontoa ja teknologiaa. Kemian opetuksen tavoite lukiossa on yleissivistyksen lisäksi tarjota tukea opiskelijan luonnontieteellisen ajattelun ja maailmankuvan kehittymistä. Muita yhteiskunnallisia ja teknologisia tavoitteita ovat, että opiskelija perehtyy nykyaikaiseen teknologiaan teollisuudessa ja ympäristötekniikassa. Lisäksi oppilas osaa käyttää kemiallista tietoa kuluttajana ja keskustellessaan ympäristö ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon. (LOPS, 2004)

Lukion kemiassa on uudessa opetussuunnitelman perusteissa yksi pakollinen kurssi ”Ihmisen ja elinympäristön kemia”. Lisäksi opetussuunnitelman perusteet määrittelevät neljä kemian syventävää kurssia. Taulukossa 6 on taulukoitu lukion kurssien keskeiset tavoitteet teknologian ja yhteiskunnan kannalta merkitseviin tekijöihin.

TAULUKKO 6. Lukion kemian keskeisten sisältöjen jakautuminen. (LOPS, 2004)

KURSSI	YHTEISKUNTA	TEKNOLOGIA
1. Ihminen ja elinympäristön kemia	Orgaanisten yhdisteiden merkitys ihmiselle ja elinympäristölle	Orgaanisten yhdisteryhmien sovellukset
2. Kemian mikromaailma	Ei selkeitä viittauksia yhteiskuntaan tai teknologiaan	
3. Reaktiot ja energia	Energian merkitys yhteiskunnassa	Kemiallisen reaktion merkitys teollisuuteen
4. Metallit ja materiaalit	Materiaalituntemus sekä kulutustavaroiden ympäristövaikutusten arviointi	Teollisesti merkittävät raaka-aineet ja niiden jalostusprosessit Sähkökemialliset sovellukset
5. Reaktiot ja tasapainot	Luonnon tasapainoreaktiot	Teollisuusprosesseihin käytettävien tasapainoreaktioihin tutustuminen

Lukion opetussuunnitelman perusteissa esitetty ”Kemian mikromaailma” – kurssin tavoitteet ei pitänyt sisällään yhteiskunnan tai teknologian kannalta merkittäviä mainintoja. Kurssien 1 ja 3-5 tavoitteista oli selkeästi luettavissa edellä mainitut merkitsevyydet. Aiheen sovellukset ovat osa teknologiaa ja lisäksi niihin kuuluvat teollisuusprosessit. Yhteiskunnalliset tekijät nousivat esille tavoitteiden viitatessa yhteiskuntaan, ihmiseen ja luontoon.

4.5 Teknologia ja yhteiskunta opetussuunnitelmien perusteissa

Vuoden 1994 ja 2004 opetussuunnitelmissa ja tarkemmin kemian opetuksen tavoitteissa toistuu luonnontieteellisen ajattelun käsite. Tämä tavoite toistuu myös teknologiakasvatuksen, STS – oppimisen ja yrittäjyyskasvatuksen tavoitteissa (vrt. Solomon 1994, Lavonen & Meisalo 1994, Bennett & Holman 2002).

Vuoden 1994 lukion opetussuunnitelman syventävien kurssien yleisistä tavoitteista nousee esille yksi tavoite, joka tukee tämän tutkimuksen teoreettista viitekehystä:

"Oppilas ymmärtää kemian yhteydet jokapäiväisen elämän ilmiöihin sekä perehtyy nykyaikaiseen teknologiaan kemianteollisuudessa ja ympäristötekniikassa, sekä osaa käyttää kemiallista tietoa osallistuttaessa luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon." (LOPS, 1994)

Tässä tavoitteessa tuodaan esille teknologia kemianteollisuudessa ja ympäristötekniikassa, sekä painotetaan keskustelu- ja päätöksentekokykyä. Jotta tavoite voidaan saavuttaa, tulee oppilaalle selventää, mitä teknologialla tarkoitetaan ja miten se liittyy kemiaan. Vuoden 2004 lukion opetussuunnitelmien perusteissa mainitaan, että opetuksessa tulisi korostaa teknologian ja yhteiskunnan vuorovaikutteista prosessia (LOPS, 2004). Tätä prosessia kuvaa kaksisuuntainen katkoviivainen nuoli yhteiskunnan ja teknologian välillä STS – opetuksen periaatetta selkeyttävässä kuvassa 2.

Lukion (LOPS, 2004) Yhteiskunta ja teknologia – aihekokonaisuudessa ilmaistuissa tavoitteissa yhdistyy tämän tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen sisältö, mikä on jaoteltu taulukkoon 7.

TAULUKKO 7. Yhteiskunta ja teknologia aihekokonaisuuden tavoitteet suhteessa teoreettiseen viitekehykseen.

TEKNOLOGIAKASVATUS JA STS
<ul style="list-style-type: none"> • oppilas osaa käyttää luonnontieteiden ja muiden tieteenalojen tietoa pohtiessaan teknologian kehittämismahdollisuuksia • oppilas ymmärtää ja osaa arvioida ihmisen suhdetta nykyteknologiaan sekä osaa arvioida teknologian vaikutuksia elämäntapaan, yhteiskuntaan ja luonnonympäristön tilaan • oppilas osaa arvioida teknologian kehittämistä ohjaavia eettisiä, taloudellisia, hyvinvointia - ja tasa-arvonäkökohtia sekä ottaa perustellen kantaa teknologisiin vaihtoehtoihin
YRITTÄJYYSKASVATUS
<ul style="list-style-type: none"> • oppilas ymmärtää teknologian ja talouden vuorovaikutusta sekä osaa arvioida teknologisten vaihtoehtojen vaikutusta työn sisältöön ja työllistymiseen • oppilas oppii yrittäjyyttä ja tutustuu paikalliseen työelämään

Vuoden 1994 ja 2004 lukion opetussuunnitelmien perusteissa kemian kurssitavoitteissa on havaittavissa lukion toisen kemian kurssin mikrotasoinen lähtötaso. Kurssin opetussuunnitelmien perusteissa esittelemissä sisällöissä ei ole ilmaistu selkeää kemian yhteiskunnallista tai teknologista teemaa. Vuoden 2004 kurssitarjontaa täydennetään yhdellä syventävällä ”Reaktiot ja tasapainot” – kurssilla. Lisäksi uuden opetussuunnitelman perusteissa kemian kursseissa painotetaan teollisuuden prosesseja ja kemian yhteiskunnallista merkitystä voimassa olevia opetussuunnitelmien perusteiden kursseihin verrattuna enemmän.

Peruskoulun opetussuunnitelmien perusteissa (POPS 1994, POPS 2004) kemian opetuksen lähtökohtana on edetä oppilaan oman elinympäristöön liittyvien aineiden havainnointiin. Näistä havainnoista edetään peruskäsitteisiin. Tätä voidaan heijastaa Fenshamin (1987) ajatukseen STS – opetusmallin ja sen tapaan katsoa tieteen sisään (inwards to science) oppilaan yhteiskunnallisen ja teknologisen ympäristön läpi.

Kuten uudessa lukion opetussuunnitelman perusteissa, myös vuoden 2004 peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa kemian kurssien sisällössä korostetaan aineen

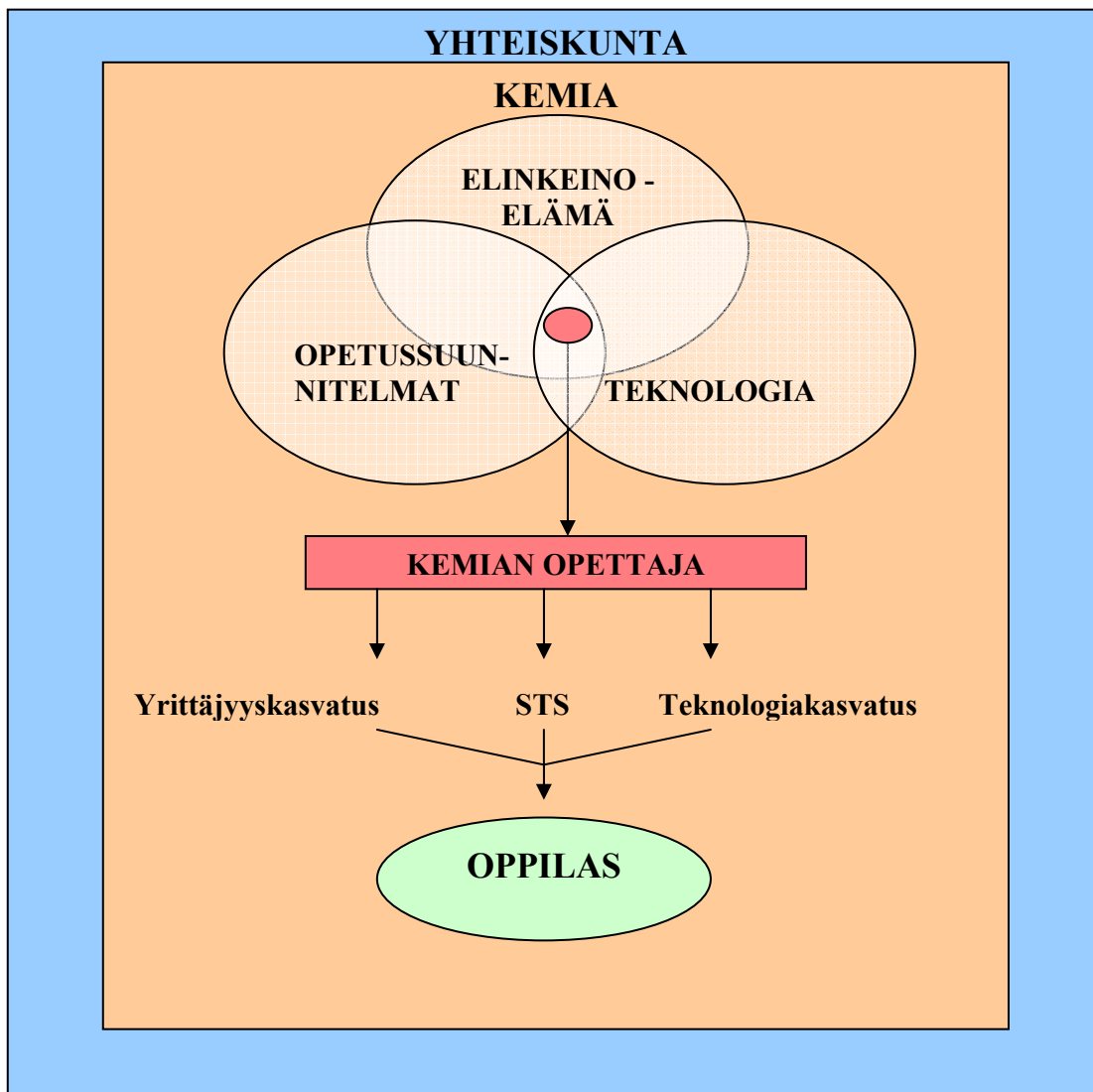
merkitystä yhteiskuntaan ja teknologiaan. Voimassa olevissa peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa fysiikan ja kemian sisällöt on koottu samojen teemojen alle. Uuden opetussuunnitelman perusteissa kemian opetuksen tavoitteet on erotettu fysiikan tavoitteista. Tällöin kemian opetus tulee jäsenellymmäksi ja tavoitteet helpommin lähestyttävimmiksi. Myös kemian teemat ovat saaneet arkipäiväiset otsikot uudessa opetussuunnitelmassa.

Oppiminen on tilannesidonnaista ja oppiminen avaa mahdollisuuksia osallistua yhteiskunnan toimintaan. STS – opetuksesta puhuttaessa voidaan käyttää myös termiä ”kontekstuaalinen lähestymistapa”. Konteksti voi olla sosiaalinen, ekonominen, ympäristöllinen, teknologinen, teollinen ym. kemian sovellus. (Bennet & Holman 2002) Samoja konteksteja on luettavissa myös uuden peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden kemian kurssien sisällöistä.

Haastatteluun osallistuneilla opettajilla oli ennakkoluuloton ja avoin asenne tulevia opetussuunnitelmia kohtaan. Se miten kaiken opetussuunnitelmissa esitetyn ”tavoitesuman” saa kemian opetukseen sisällytettyä koettiin haasteelliseksi. Uusien opetussuunnitelmien mukaisten oppikirjojen myötä myös kemian opetuksen tavoitteiden toteuttaminen konkretisoituu. Oppikirjoilla on iso rooli kemian opetuksessa. Tätä tukee myös tämän tutkimuksen tulos, jossa opettajien opetustapaa kuvataan oppikirjasidonnaiseksi.

5 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Teoreettisessa viitekehyksessä yhdistyy kaikki tähän tutkimukseen sisältyvät perusteoriat, joita ovat STS - opetus, teknologiakasvatus ja yrittäjyyskasvatus. Viitekehys on esitetty kuvassa 4. Yhteiskunta on elämän toimintaympäristö, mikä ei toimisi ilman kemiaa. Kemiaa esiintyy lisäksi elinkeinoelämässä, opetussuunnitelmien perusteissa ja teknologiassa. Tämän opetussuunnitelmien perusteiden, elinkeinoelämän ja teknologian kolmijaon sisältä löytyy opettaja, joka yrittäjyyskasvatuksen, STS - opetuksen sekä teknologiakasvatuksen avulla tuo kolmijaon myös oppilaan ulottuville. Oppilaan ymmärrys kemian arkipäiväisyydestä ja yhteiskunnallisesta asemasta selkeytyy opettajan avustuksella. Oppilaalle annetaan eväät ymmärtää kemian merkitys myös elinkeinoelämässä ja teknologiassa.



KUVA 4. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys.

6 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Kemisti ja kemian opettaja käsittelevät usein samoja asioita, mutta he kysyvät eri kysymyksiä. He myös keräävät erilaista tietoa ja käyttävät erilaisia työtapoja tiedon analysoinnissa. Kemian opetuksen tutkimus eroaa kemian tutkimuksesta. Tutkimus perustuu pitkälti tutkimusaineistoon, joka on joko numeerisessa muodossa tai perusdatana. Kemistin tutkiessa yhdisteen syntymekanismia hän ottaa huomioon muun muassa lähtöaineiden määrän, valon, lämpötilan sekä muita fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia mitkä reaktioon vaikuttavat. Kun opettaja opettaa kemiaa ja saa oppilaiden keskuudessa asian ymmärretyksi, ei sitä pidetä tutkimustilanteena. Samanlaista yhdisteen tutkimiseen verrattavaa dataa on kuitenkin kerättävissä: oppilaiden lähtötaso, asian esittelytapa, oppilaiden välinen interaktio ja opetusmenetelmä. (Bounce et al., 1994)

Bounce et al. (1994) toteaa, että vaikka kemian tutkimuksen tekniikat ja teoriat eroavat kemian opetuksen tutkimuksesta, tarkoitus on kuitenkin sama. Tutkijat yrittävät löytää vastausta ilmenneeseen ongelmaan. Tätä voi laajentaa tarkoittamaan kaikkia tieteitä ei vain luonnontieteitä, kuten artikkelissa mainitaan. Kemian opetuksen tutkimusta tulisi siis arvostella samoilla kriteereillä kuin kaikkia muitakin tutkimuksia. Onko tutkimustyö tarpeellinen? Täyttääkö tutkimus kaikki vaatimusstandardit? Ovatko tulokset luotettavia?

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia yhteiskunta ja teknologia teemoja osana kemian opetusta kemian opettajien näkökulmasta. Teemojen puitteissa kartoitettiin myös yrittäjäyyskasvatuksen toteutumista yhteistyönä erilaisten koulun ulkopuolisten tahojen kanssa ja kemian edustavuutta Suomen elinkeinoelämässä. Tutkimuskohteen aineistona käytettiin kyselytutkimuksen ja teemahaastattelujen tuloksia. Tutkimuksen tekijän henkilökohtaisena tavoitteena on perehtyä tutkimuksen tekemiseen sekä osoittaa valmiutensa tieteelliseen ajatteluun, tarvittavien tutkimusmenetelmien hallintaa sekä kykyä tieteelliseen viestintään.

Tutkimuksen tavoitteet ilmenevät tutkimusongelmissa, jotka ovat:

1. Miten kemian opettajat kokevat yhteiskunta ja teknologia - teeman kemian opetuksessaan?
 - a. Miten kemia näkyy yhteiskunnassa ja teknologiassa?
 - b. Miten kemia näkyy elinkeinoelämässä?
 - c. Minkälainen opetusmateriaali tukee yhteiskunta ja teknologia teemoja kemian opetuksessa?

2. Miten kemian opettajat kokevat koulu – yritys-yhteistyön kemian opetuksen tukena?
 - a. Minkälainen on kemian opetusta tukeva yhteistyömuoto?

7 TUTKIMUSMENETELMÄ

Tämä tutkimus pitää sisällään sekä kvantitatiivisen eli määrällisen että kvalitatiivisen eli laadullisen osan. Kahden tutkimusmenetelmän yhdistämistä nimitetään monistrategiseksi tutkimukseksi (Hirsjärvi & Hurme 2000a). Tutkimuksessani käytän kvantitatiivista tutkimusmenetelmää kvalitatiivisen menetelmän esikokeena. Kvantitatiivinen tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena ja sen välineenä toimi kyselylomake (liite 3) Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä oli teemahaastattelu (liite 1). Hirsjärvi et al. (2000b) määrittelevät esikokeen tarkoituksen, minkä tarkoituksena on taata, että aiotut mitattavat seikat ovat tarkoituksenmukaisia tutkimusongelman kannalta.

7.1 Kyselytutkimus

Kvantitatiivisen tutkimuksen yksi tutkimusmenetelmä on kyselytutkimus. Kyselytutkimuksessa aineisto kerätään standardoidusti ja kohdehenkilöt muodostavat otoksen tai näytteen tietystä perusjoukosta. Standardoituus tarkoittaa kysymysten esittämistä täsmälleen samalla tavalla kaikille vastaajille. (Hirsjärvi et al., 2000b)

Koska otoskoko oli suhteellisen pieni, käytettiin parametritonta tutkimusmenetelmää. Parametrittomilla menetelmillä tarkoitetaan sellaisen aineiston analysointia, joissa havaintoaineisto ei noudata tiettyä jakaumaa, esimerkiksi normaalijakaumaa sukupuolen osalta. Parametriton menetelmä soveltuu sekä luokittelu-, järjestys- että välimatka-asteikolliselle mittaustyyppille. Parametriton menetelmä sopii myös paremmin Likert –asteikolle. (Metsämuuronen, 2004)

7.1.1 Kyselylomake ja kyselyn toteuttaminen

Kyselylomakkeen laadintaan vaikuttaa oleellisesti tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat ja peruskäsitteiden laaja ymmärtäminen (Heikkilä, 2001). Nämä tekijät otettiin huomioon kyselylomakkeen laidinnassa. Kyselyyn vastaamiseen laskettiin kuluvan aikaa 10 - 15 minuuttia. Kyselylomake jakautuu neljään eri osioon, joiden kysymysten sisällöt kohdistuvat teoreettisen viitekehyksen eri tutkimusalueisiin. Lomakkeen osassa yksi kysyttiin vastaajien taustatietoja. Osassa kaksi kysymykset oli jaoteltu neljään eri teemaan, jotka olivat kemia-yhteiskunta, kemia-teknologia,

materiaali ja koulu – yritys-yhteistyö. Kysymysten tarkoituksena oli selvittää, miten kemian aineenopettajat kokevat käytännössä aiheiden käsittelyn omassa opetuksessaan. Jokaiselle aihealueelle asetettiin neljä kysymystä. Vastusten luotettavuuden takia samaa aihealuetta koskevat kysymykset asetettiin neljään eri kysymyspatteriin toisistaan erilliseen järjestykseen. Mieli-pideväittämiin vastattiin Likertin 5-portaisella asteikolla. Koulu – yritys-yhteistyötä, materiaalia ja vastaajien opetusta koskevat kysymykset sijoitettiin lomakkeen osaan 3. Osa kysymyksistä oli kaksiosaisia, joista ensimmäinen oli monivalintakysymys ja toinen sitä tarkentava avoin kysymys. Osassa 4 oli kaksi avointa kysymystä.

Tutkimuslomake testattiin kolmella kemian aineenopettajaksi opiskelevalla henkilöllä. Lisäksi kyselylomake annettiin luettavaksi yhdelle kemian ja opetuksen alan ulkopuolella toimivalle henkilölle, jolla testattiin tekstin ymmärrettävyyttä. Testauksella pyritään lisäämään tutkimuksen luotettavuutta. Aineenopettajaopiskelijat tarkastelivat vastattavuutta ja kysymysten ymmärrettävyyttä.

Kyselytutkimuksen kohderyhmänä olivat kemian opettajat, jotka toimivat joko peruskoulussa ja/tai lukiossa. Kysely toteutettiin informoituna kyselynä Iisalmissa toteutetussa valtakunnallisessa Kemia tänään – tapahtumassa 17 - 18.9.2004. Informoidussa kyselyssä tutkimuksen tekijä vie kyselylomakkeen sen toteutustilaisuuteen (Heikkilä, 2001).

Kaksipäiväiseen täydennyskoulutustapahtumaan osallistui yhteensä 53 peruskoulun ja lukion aineenopettajaa sekä 11 luokanopettajaa. Osallistujat edustivat luonnontieteiden opettajia. Kemiaa tapahtumaan osallistuneista opettajista opetti 40 ja heille kyselylomake jaettiin ilmoittautumisen yhteydessä. Kyselylomake oli mahdollista palauttaa sille varattuun palautuslaatikkoon. Tapahtuman jälkeen kyselylomakkeet postitettiin Kemianteollisuus ry:n toimesta tutkimuksen tekijälle. Kyselyn palautti 19 opettajaa, jolloin vastausprosentiksi saatiin 48 %.

7.1.2 Kyselytutkimuksen aineiston käsittely ja analysointi

Kyselylomakkeen tiedot syötettiin havaintomatriisiin muotoon sekä SPSS - ohjelmaan että Excel – taulukkolaskentaohjelmaan. Havaintomatriisissa vaakarivit ovat tilastoyksiköitä eli tässä tutkimuksessa kyselyyn vastanneet henkilöt ja heidän vastuksensa. Pystysarakkeet ovat muuttujia eli kaikkien tilastoyksiköiden vastaukset on luettavissa omalta sarakkeeltaan. Vastaukset saatettiin numeeriseen muotoon aineiston käsiteltävyyden takia.

Muuttujat tarkastettiin ensimmäisen havaintomatriisiin syöttämisen jälkeen. Jonkin muuttujan puuttuessa täydennettiin vastausta saman tilastoyksikön vastausten keskiarvolla. Kysymyslomakkeen osassa 2 oli esitetty neljässä eri kysymyspatterissa yhteensä 16 kysymystä. Mielenpitoita mitattiin Likertin asenne asteikolla 1-5, jossa 1 = täysin samaa mieltä, 2 = jokseenkin samaa mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = jokseenkin eri mieltä ja 5 = täysin eri mieltä. Likertin asenne asteikko on järjestysasteikko, mitä voidaan analysoida Kendallin sekä Spearmanin järjestyskorrelaatiolla. Kysymyksissä oli sekä negatiivisia että positiivisia väittämiä. Syötettäessä tuloksia havaintomatriisiin, käännettiin kaikki väittämät positiiviseen muotoon, mikä mahdollisti kysymysten paremman riippuvuuden vertailun.

Korrelaatiokerroin saa arvoja välillä -1 ja +1. Järjestysten ollessa samat saa korrelaatiokerroin arvoja +1, kun taas arvo -1 osoittaa järjestyksen olevan täysin vastakkaiset (Heikkilä, 2000). Nämä korrelaatiot ajettiin SPSS – ohjelman avulla. Korrelaatiokertoimiksi valittiin Kendallin ja Spearmanin järjestyskorrelaatiot, koska ne toimivat järjestysasteikolle soveltuvina mittoina (Metsämuuronen, 2000c). SPSS - ohjelma ilmoittaa valituista tilastoyksiköistä korrelaatiot ja Sig.-arvon. Sig.-arvo ilmoittaa saadun korrelaation merkitsevyydestä. Mahdollisimman pieni Sig.-arvo on edellytys riippuvuuden olemassaololle.

Tilastollisesti merkittäväksi voidaan sanoa sellaista korrelaatiota, jonka tulos on lähellä arvoa +1 tai -1. Nollahypoteesin mukaan voidaan todeta, ettei muuttujien välillä ole riippuvuutta. Alin hyväksytty riskitaso on 5 %, mikä tarkoittaa 5 % todennäköisyyttä sille, että saatu tulos ei ole tilastollisesti merkittävä. SPSS – ohjelma ilmoittaa riskitason

kahtena eri Sig.-arvona 0,05 ja 0,01. Sig.-luku 0,05 tarkoittaa 5 %: n ja luku 0,01 1 %: n todennäköisyyttä, että tulos aiheutuu sattumasta. (Heikkilä, 2000)

7.2 Teemahaastattelu

Haastattelu tähtää informaation keräämiseen ja on ennalta suunniteltua päämäärähakuista toimintaa. Haastattelun tavoitteena on saada luotettavaa tietoa tutkimusongelman kannalta tärkeistä asioista. Teemahaastattelussa yksityiskohtaisten kysymysten sijaan pyritään etenemään tiettyjen teemojen varassa. Teemahaastattelussa otetaan huomioon ihmisten tulkinnat asioista ja myös heidän antamansa asioiden merkitykset. Haastattelu on sopiva tutkimustekniikka, kun pyritään löytämään malleja ja kuvaavia esimerkkejä. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu menetelmä, sillä siitä puuttuu strukturoidulle menetelmälle tunnusomainen kysymysten tarkka muoto ja järjestys, mutta ei ole kuitenkaan täysin vapaa, kuten syvähaastattelu. (Hirsjärvi & Hurme, 2000a)

Teemahaastatteluun päädyttiin, koska menetelmänä se tukee parhaiten tutkimuksen kohdetta. Kohteena ovat tietyt teemat: kemian suhde teknologiaan ja yhteiskuntaan, koulu – yritys-yhteistyö sekä materiaali. Ennen haastattelun toteutumista oli tärkeää tutustua erilaisiin kysymystyyppeihin, haastateltavan motivointiin sekä kysymysten suulliseen esittämiseen. Lisäksi tutkimuksen tekijä tutustui erilaisiin esimerkkihaastatteluihin, jotka esitettiin Hirsjärven ja Hurmeen (2000a) teoksessa ”Tutkimushaastattelu”.

7.2.1 Haastateltavat henkilöt ja heidän valinta

Kvalitatiivisesti suuntautuneessa tutkimuksessa puhutaan usein otoksen sijaan harkinnanvaraisesta näytteestä. Tilastollisen yleistettävyyden sijasta pyritään ymmärtämään jotain tapahtumaa tai toimintaa syvällisemmin. Haastateltaville henkilöille haastattelupyyntö esitettiin puhelimitse. Haastattelutilannetta aikaisemmin saavutettu henkilökohtainen kontakti helpottaa myöhemmin varsinaisen haastattelun aloittamista. (Hirsjärvi ja Hurme, 2000a)

Haastatteluun valittiin neljä kemian aineenopettajaa. Valinnan edellytyksenä oli se, että haastatteluun osallistuneet opettajat olivat suorittaneet kemian laudatur-arvosanan, toimivat pääkaupunkiseudun kouluissa ja toimineet opettajan vähintään viisi vuotta. Haastateltavat opettajat toimivat pääkaupunkiseudun lukioissa. Haastateltavia henkilöitä tarkastellessa, käytetään merkintöjä opettaja A, opettaja B, opettaja C sekä opettaja D. Haastatteluun osallistuneet henkilöt eivät osallistuneet Iisalmessa järjestettyyn Kemia tänään – tapahtumaan.

Haastateltavista opettajista kaikilla oli yli kymmenen vuoden opetuskokemus, mihin sisältyi sekä lukion että peruskoulun kemian opetusta. Opettajat A ja D opettivat kemian lisäksi matematiikka. Opettajien B ja C opettavien aineiden yhdistelmään kuului kemia, matematiikka ja fysiikka. Opettajat A ja B olivat työskennelleet koko opetusuransa ajan samassa koulussa. Opettaja B oli toiminut opettajan myös pääkaupunkiseudun ulkopuolella ja lisäksi opettaja B:llä oli kokemusta rehtorin virasta. Opettaja C oli ennen yliopisto-opintojaan suorittanut ammattikoulussa laborantin tutkinnon ja toiminut ennen opettajan uraa öljynjalostusalalla. Haastateltavien taustatiedot on koottu taulukkoon 8.

TAULUKKO 8. Haastateltavien kemian opettajien taustatiedot.

Opettaja	Opetettavat aineet	Muu työkokemus	Kemian kurssit
A	Kemia, matematiikka	Työtehtävä yliopiston tutkimusryhmässä	Ops kurssit Työkurssi Kertauskurssi
B	Kemia, matematiikka	Rehtorin tehtävät, Fullbright stipendiaatti USA:ssa	Ops kurssit Työkurssi Kertauskurssi
C	Kemia, matematiikka	Laborantin koulutus ja alan työtehtävä öljynjalostus alalla	Ops kurssit Työkurssi
D	Kemia, matematiikka	Ei muualla työtehtävissä	Ops kurssit 3 kpl työkurseja Ihmisen kemia-kurssi

Ainoastaan opettaja B:n koulun kemian opetuksen olosuhteita voi haastattelun perusteella sanoa puutteellisiksi. Muut opettajat kokivat kemian opetuksen opetustilat ja olosuhteet vähintään hyväiksi.

7.2.2 Haastatteluprosessi ja teemat

Haastattelijan pyrkimyksenä on saada selville, miten haastateltavalla jonkin objektin tai asiantilan merkitykset rakentuvat. Haastattelurungon suunnittelussa on huomioitava se, että ei kirjoiteta yksityiskohtaista kysymysluetteloa, vaan teema-alueuuttelon. Jokaiseen teemaan liittyvät käsitteet ja niiden merkitykset on analysoitu tämän tutkimuksen teoriaosassa. Ne on myös tarpeellista selkeyttää haastateltaville henkilöille, jotta haastattelut ovat vertailtavissa keskenään.

Haastattelu aloitetaan helpoilla ja laajoilla kysymyksillä, jolloin haastateltava henkilö kokee osaavansa vastata kysymyksiin ja tuntee tilanteen mielenkiintoiseksi (Hirsjärvi ja Hurme, 2000a). Aloituskysymyksiä tässä tutkimuksessa ovat haastateltavien henkilöiden taustatietojen selvittäminen. Haastattelut suoritettiin 28.10.2004 - 8.11.2004 välisellä ajalla. Tavoiteaika haastattelun toteutumiselle oli yksi tunti, mutta tämä ylitettiin jokaisen kolmen haastateltavan kohdalla. Teemat puhuttivat opettajia selkeästi.

Haastattelurunko jaoteltiin seitsemään pääteemaan, joista viisi oli laajempia. Pääteemat jaettiin alateemoihin. Teemat lähetettiin haastatteluun osallistuneille henkilöille etukäteen sähköpostitse, jotta aiheeseen orientoitumiseen ei kuluisi haastattelutilanteessa ylimääräistä aikaa. Jotta kysymykset eivät ohjaisi liikaa vastausta, pyrittiin kysymykset pitämään avoimina. Haastatteluissa käytetty runko on tutkimuksen liitteenä 1.

Haastattelurunko oli jaettu seuraaviin pääteemoihin:

1. Taustatiedot
2. Uuden opetussuunnitelman yleiset tavoitteet
3. Kemia ja yhteiskunta
4. Kemia ja teknologia
5. Koulu – yritys-yhteistyö
6. Arkipäiväinen materiaali

Haastatteluprosessi toteutui hyvin, mitä edesauttoi haastateltavien henkilöiden aito kiinnostus teemoihin ja he myös keskittyivät vastaamaan esitettyihin kysymyksiin.

Haastattelun vetäjä ohjasi keskustelua teemojen esitetyssä järjestyksessä. Käsitteitä "teknologia", "teknologinen innovaatio" sekä "yhteiskunta" pyrittiin havainnollistamaan ja tarkentamaan pyydettyä.

7.2.3 Teemahaastattelun aineiston käsittely ja analysointi

Laadullinen analyysissä aineistoa tarkastellaan kokonaisuutena. Aineistoa ei syötetä havaintomatriisiin, vaan se säilytetään sanallisessa muodossa. Analyysi alkaa usein jo haastattelutilanteissa. Laadullisen tutkimuksen analyysissä on kaksi vaihetta; havaintojen tuottaminen ja selittäminen. Havaintojen tekeminen aloitetaan etsimällä raakahavaintoja, jonka jälkeen ne voidaan yhdistää metahavainnoksi. Metahavainnolla tarkoitetaan ilmiötä, jossa aineistossa on esimerkkejä tai näytteitä samasta ilmiöstä. Selittäminen tai "arvoituksen ratkaiseminen" tarkoittaa tuotettujen havaintojen pohjalta tehtyä merkitystulkintaa tutkittavasta ilmiöstä. Tulkinnassa tutkijan tekijällä on tietty näkökulma tutkittavaan asiaan – teoreettinen viitekehys – ja tulkinta tehdään tästä näkökulmasta. (Alasuutari, 1994)

Teemahaastattelun aineisto saatettiin haastattelutilanteessa kirjalliseen muotoon. Haastattelutilanteessa saadut vastukset kirjoitettiin niille varattujen otsakkeiden alle, jolloin vastausten tarkastelu oli helpompaa ja johdonmukaista.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus – reliabelius ja validius

Reliabelius ja validius ovat käsitteitä, jotka ovat peräisin kvantitatiivisesta tutkimuksesta. Aineiston keräämisen ja käsittelyn yhteydessä voitaisiin puhua yhtäläillä laaduntarkkailusta. Tutkimuksen tarkoituksena on olla luotettava ja ei-sattumanvarainen. Reliabiliteetti tarkoittaa mittaustuloksen toistettavuutta ja validiteetti mittarin kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata. Tutkimusaineisto on sisäisesti luotettavaa, kun mittaaminen on reliabelia ja validia. Aineiston ulkoinen luotettavuus toteutuu silloin, kun tutkittu otos tai näyte edustaa perusjoukkoa (Hirsjärvi et al., 2000a)

Kvalitatiivisen analyysin validius ja reliabiliteetti ovat vaikeita kysymyksiä. Käsitteet perustuvat ajatukselle, että tutkija voi päästä käsiksi objektiiviseen todellisuuteen ja

totuuteen. Kun haastattelu nähdään dynaamisena ja merkityksiä tuottavana tilanteena, ei voida olettaa, että yhdessä tilanteessa annetut vastaukset toistavat toisessa tilanteessa annettuja, sillä ne ovat peräisin eri tuottamisolosuhteista (Holsten & Gubrium, 1995). Kvalitatiivisen tutkimuksen yhteydessä reliabiliteetti ymmärretään vaatimukseksi analyysin toistettavuudesta. (Uusikylä, 1998)

Tässä tutkimuksessa validiteetilla tarkoitetaan lähinnä sitä, miten onnistuneesti keskeiset käsitteet on pystytty rajaamaan, sekä miten tutkimuksen teoreettinen viitekehys tukee empiiristä osaa. Tarkoituksena on siis tarkastella sisäistä validiteettia eikä keskityä niinkään ulkoiseen validiteettiin, mikä tarkastelee tutkimuksen yleistettävyyttä (Metsämuuronen, 2000b). Kysely- ja haastattelututkimuksessa validiteettiin vaikuttaa ensisijaisesti se, miten onnistuneita kysymykset ovat (Heikkilä, 2001). Satunnaisvirheitä voi syntyä, jos kyselyyn tai haastatteluun osallistunut muistaa asiat väärin tai ymmärtää kysymyksen tutkimuksen kannalta toisella tavalla. Kyselylomakkeen testauksella pyritään parantamaan tutkimuksen luotettavuutta.

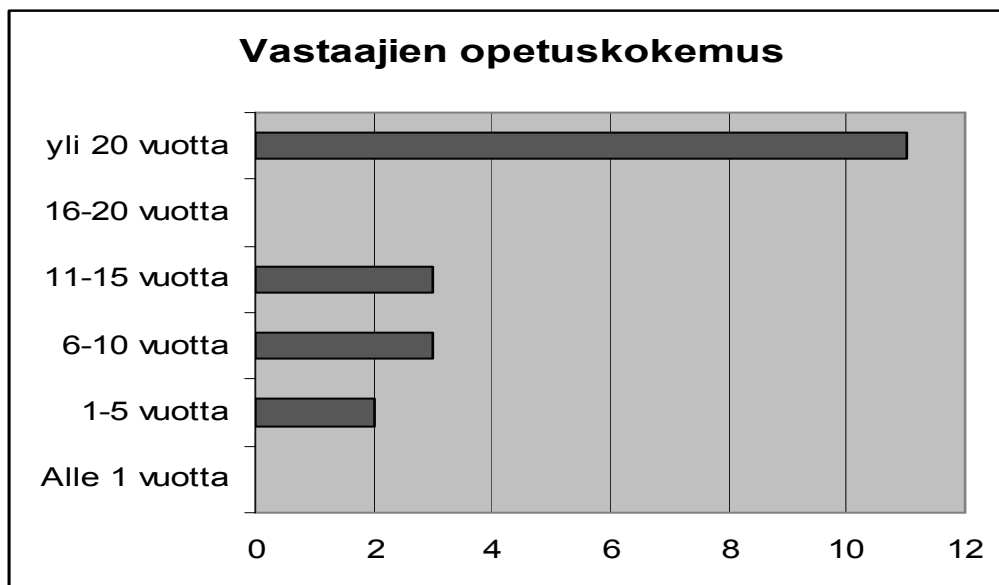
Kirjallisten lähteiden luotettavuus perustuu laajaan määrään lähteitä ja teorioita on tarkasteltu useampia lähteitä käyttäen. Käytettyjen kirjojen ja artikkelien tekijät ovat alansa asiantuntijoita. Kotimaisia lähteiden käytössä on huomionnut mahdollisimman uusia julkaisuja. Lähteet ovat mahdollisimman tuoreita. Mikäli teoria ei ole kehittynyt, niiden esittelystä on käytetty mahdollisimman alkuperäisiä lähteitä.

8 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä kappaleessa esitetään kyselytutkimuksen ja teemahaastettuun tulokset. Tutkimustulosten analysoinnista on kerrottu luvussa 7. Kyselytutkimuksen ja teemahaastattelun tulokset on esitetty tutkimusongelmittain yhdistettynä.

8.1 Kyselytutkimuksen vastaajien taustatiedot

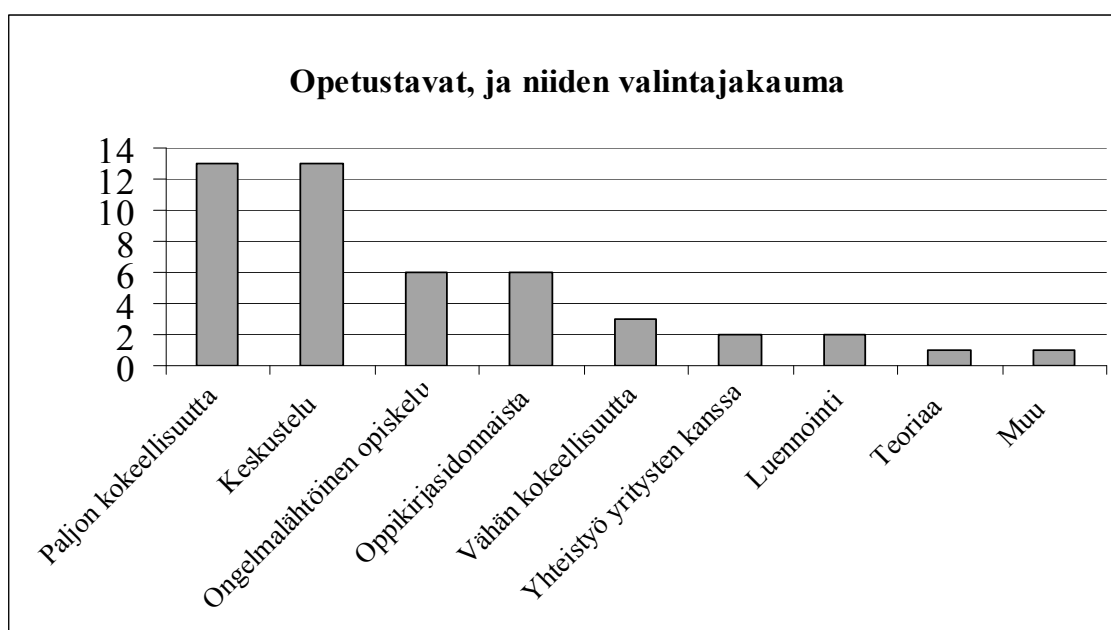
Kyselyyn vastasi 18 kemian aineenopettajaa, joista 16 oli naisia ja kaksi miestä. Peruskoulunopettajia vastaajista oli 14, lukion 3 ja yksi vastanneista opettajista opetti ammattikorkeakoulussa. Vastanneet henkilöt olivat erittäin kokeneita opettajia, mikä ilmenee kuvassa 5, missä on esitetty vastaajien opetuskokemus. Alle vuoden opetuskokemuksen omaavia ei joukosta löytynyt. Noin 60 %:lla vastaajista oli yli 20 vuoden opetuskokemus. Lopuilla 40 %:lla oli myös useamman vuoden opetuskokemus takanaan. Yleisesti voidaan todeta kyselyyn vastanneiden opettajien olevan aktiivisia ja kouluttautumishaluisia, sille he olivat osallistuneet Kemia tänään – koulutustapahtumaan.



KUVA 5. Kyselyyn vastanneiden kemian opettajien opetuskokemus.

Noin puolella (52 %) tutkimusjoukon opettajista oli vähintään cum laude approbatur – arvosana kemiasta. 16 % opettajista arvosana oli laudatur ja approbatur – arvosana kemian opinnoista oli 42 prosentilla vastanneista opettajista. Yhdellä opettajista oli laudatur arvosanan lisäksi diplomi-insinöörin tutkinto kemian prosessitekniikasta. Suosituin aineyhdistelmä oli kemia – matematiikka – fysiikka (52 % vastaajista). Neljän aineen yhdistelmästä suosituin oli kemia – matematiikka – fysiikka – tietotekniikka (16 % vastaajista). Lisäksi löytyi kemia – biologia – maantieto – fysiikka yhdistelmä sekä maantieto – kemia yhdistelmä.

Opettajat saivat analysoida omaa opetustapaansa kyselyn osassa 3. Tuloksista nousi esille voimakkaasti opettajaryhmä (39 % vastaajista), joiden opetustapa oli kokeellinen, keskusteleva ja oppikirjasidonnainen. Toinen selkeästi erottuva ryhmä (17 % vastaajista) käytti ongelmalähtöistä, kokeellista sekä keskustelevaa opetustapaa (kuva 6). Kokeellisuus ja keskustelu olivat vahvasti edustettu opettajien opetustapoja analysoitaessa; 72 % vastaajista käytti näitä opetustapoja. Oppikirjan sidonnaisuutta kemian opetukseen ei voi tämän tutkimuksen valossa sivuuttaa; 33 % vastaajista koki opetustapansa olevan oppikirjasidonnaista. Myös ongelmalähtöisyyden valitsi 33 % vastaajista. Tulos tukee Kemian opetus tänään – tutkimusten tulosta, jossa kyselyyn osallistuneet opettajat totesivat ongelmanratkaisun ja keskustelun tehokkaiksi opetusmenetelmiksi. Projektityöskentelyä käytti vain yksi vastaajista.

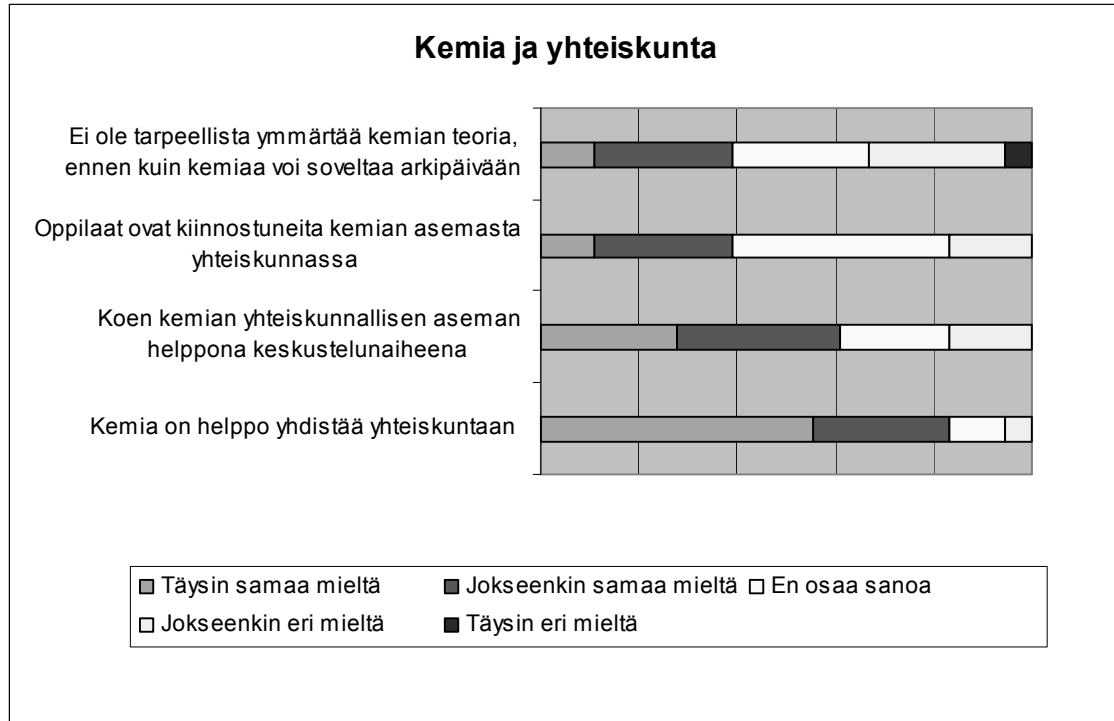


KUVA 6. Opettajien opetustavat.

Taustamuuttujien riippuvuutta eri aihealueiden kysymyksiin analysoitiin SPSS – ohjelmalla ristiintaulukoinnin avulla. Ristiintaulukoinnista näkee havainnollisesti yhteyden kahden muuttujan välillä. Ristiintaulukoinnissa analyysimenetelmänä toimi χ^2 – testisuure ja Kendallin järjestyskorrelaatio. χ^2 - testisuure mittaa kahden muuttujan välistä riippumattomuutta (Metsämuuronen, 2000b). Analyysi osoitti, että taustamuuttujilla ei todettu olevan riippuvuutta muiden osioiden kysymysten kanssa.

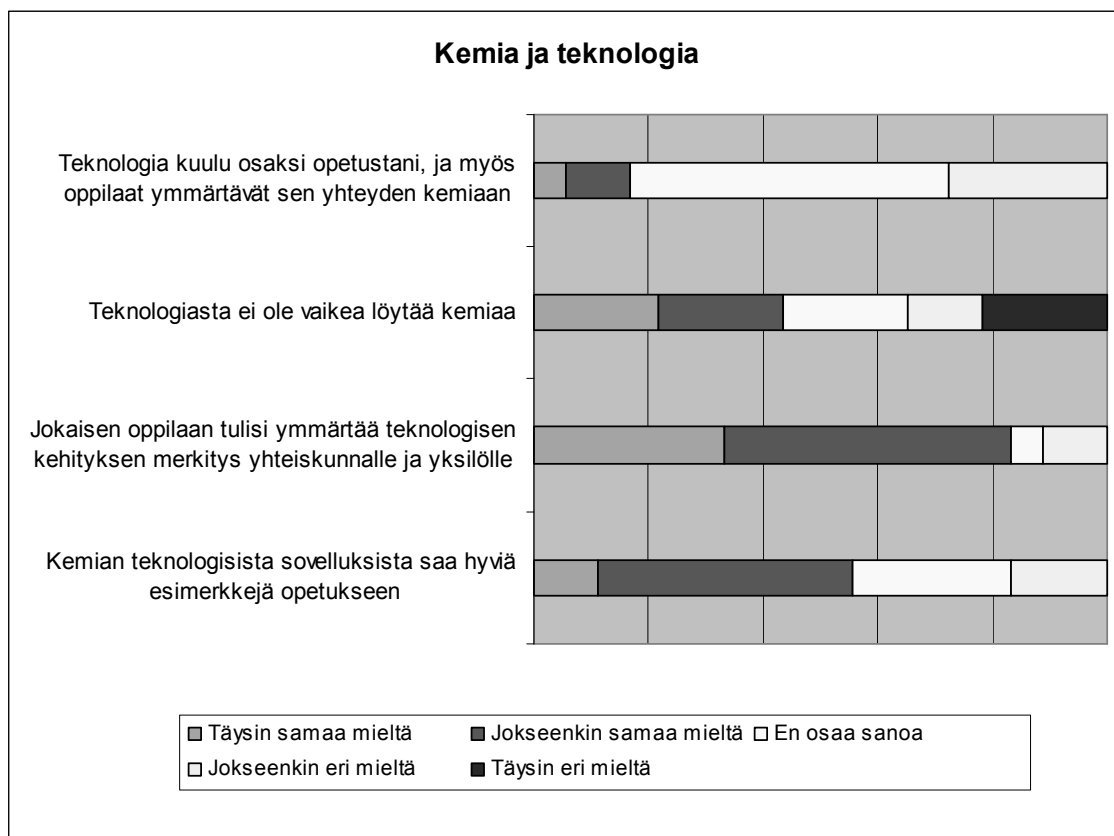
8.2 Yhteiskunta ja teknologia teemat kemian opetuksessa

83 % opettajista oli täysin tai samaa mieltä väittämän ”Kemia on helppo liittää yhteiskuntaan” kanssa. Opettajista 56 % koki kemian yhteiskunnallisen aseman helppona keskustelun aiheena. Täysin eri mieltä (17 %) oltiin ainoastaan teorian ymmärtämiseen liittyvässä kysymyksessä, jossa punnittiin, tarvitaanko kemian teoriaa ennen kuin kemiaa voi soveltaa arkipäivään. Edellä mainittu kysymys jakoi selkeästi mielipiteitä. Kemia - yhteiskunta aihealueen vastausjakauma on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Kemia ja yhteiskunta aihealueen vastausjakauma

Kemia- ja teknologia-aihealueeseen vastattiin kuvan 8 osoittamalla tavalla. Ensimmäisen kysymyksen "En osaa sanoa" vaihtoehto on vahvasti edustettuna. Tämän johtunee kysymyksen asettelusta. Kysymyksessä kysytään kahta eri asiaa, jolloin vastaajan on ollut vaikea päättää kumpaan kysymykseen vastaa. 83 % vastanneista opettajista oli vahvasti täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että jokaisen oppilaan tulisi ymmärtää teknologisen kehityksen merkitys yhteiskunnalle ja yksilölle. Noin kolmas osa vastaajista koki kemian löytämisen teknologiasta vaikeaksi.



KUVA 8. Kemia ja teknologia aihealueen vastausjakauma.

Kysymyslomakkeen viimeisessä osassa (osa 4) oli kaksi avointa kysymystä. Ensimmäisessä pyydettiin opettajia luettelemaan kolme yhteiskunnallista asiaa, joissa erityisesti kemia ilmenee ja jälkimmäisessä tekemään samanlainen luettelo teknologisista innovaatioista, joissa erityisesti kemia ilmenee. Kumpaankin kysymykseen vastasi 44 % opettajista. Avomille kysymyksille on tyypillistä, että ne houkuttelevat vastaamatta jättämiseen, mutta ovat tarkoituksenmukaisia silloin, kun vaihtoehtoja ei tarkkaan tunneta (Heikkilä, 2001).

Kemia on perustiede, joka käsittelee aineiden reaktioita. Makrotasoisia esimerkkejä näistä reaktioista ovat kasvin kasvun edellytyksenä olevan veden ja hiilidioksidin absorptio, ruuan proteiinirakenteiden katkeaminen ihmiselle energiataloudelliseen muotoon sekä liikenteen aiheuttaman ”smogin” muodostuminen (Zumdhal, 1997). Kemian ilmentyminen yhteiskunnassa ja teknologiassa voidaan siis todeta hyvin moniulotteiseksi, jolloin tutkimuksen kannalta oli otollisempi valita edellä mainittuihin kysymyksiin avoin kysymystyyppi. Kysymykseen koskien kemian ilmenemistä yhteiskunnassa vastasi 67 %.

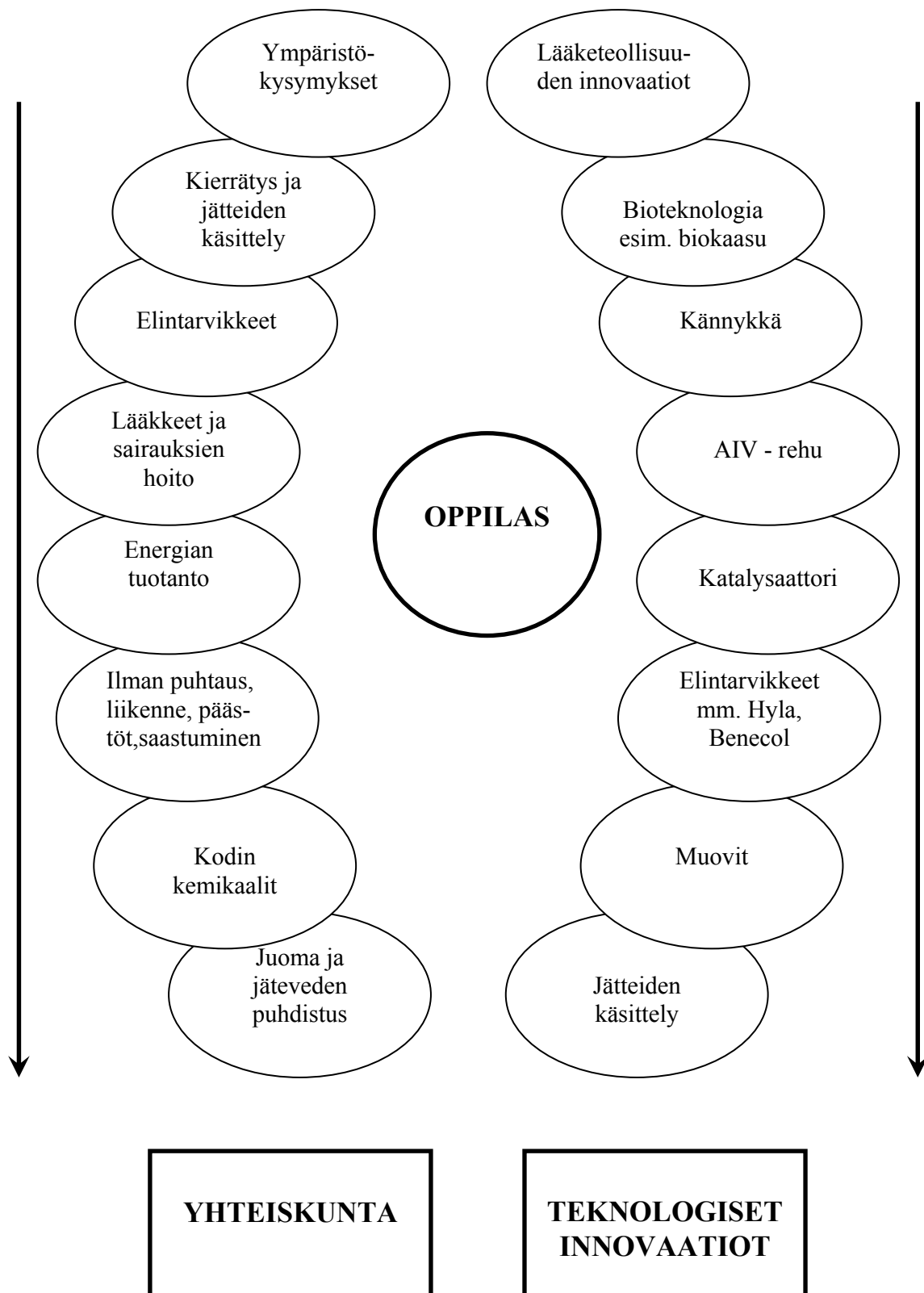
Kemian ilmenemistä yhteiskunnassa koskevia mainintoja tuli yhteensä 39 kappaletta ja teknologisia innovaatioita koskevia mainintoja 26 kappaletta. Ympäristökysymykset saivat 17 % kaikista yhteiskuntaa koskevista maininnoista. Kierrätys ja jätteiden käsittely oli myös vahvasti edustettuna – aihe sai 16 % kaikista yhteiskuntaa koskevista maininnoista. Jokainen haastateltava mainitsi ympäristöteeman selkeänä kemiaa ja yhteiskuntaa yhdistävänä tekijänä. Kansainväliset ympäristökysymykset antavat opettaja B:n mukaan kemialle globaalimman imagon, mikä on edesauttanut oppilaiden motivointia.

Teknologisia innovaatioita koskevat vastukset jakaantuivat epätasaisemmin. Ainoa selkeästi esille noussut teknologisia innovaatioita koskeva teema oli lääketeollisuus. Lääketeollisuuden innovaatioina nähtiin muun muassa kylmäpussi, itsestään liukenevat haavaompeleet sekä yleinen lääkkeiden kehittäminen. Kuvaan 9 on koottu kysymyslomakkeen osan 4 vastaukset. Kuvan vasemmassa reunassa on kemian opettajien luettelemia aihealueita, joissa kemia ilmenee yhteiskunnassa. Oikeassa laidassa on vastaajien luettelemia teknologisia innovaatioita, joissa kemia erityisesti ilmenee. Teemat on järjestetty esiintyneiden mainintojen mukaan, jolloin kuvan yläosassa olevat teemat saivat eniten mainintoja.

Kun opettajia A, B, C ja D pyydettiin määrittelemään omin sanoin, miten kemia ilmenee yhteiskunnassa ja teknologiassa, koettiin yhteiskunnallisia asioita helpommaksi määritellä. Tämä tukee kyselytutkimusten tulosta. Opettaja A korosti arkipäivän elämästä löytyviä esimerkkejä, kuten saippua ja kotikeittiöstä löytyvä etikka. Myös opettaja D lähti liikkeelle erilaisista kulutustavaroista, kuten kosmetiikka ja tekokuidut. Lisäksi opettaja A painotti ihmisessä itsessään piilevää kemiaa, kuten ruuansulatusta.

Kemian teollisuudesta löytyvät esimerkit, kuten raudan jalostaminen, kuparin jalostaminen, radiokemia sekä lääketutkimus, ilmaisivat opettaja B:n mielestä hyvin kemian yhteiskunnallista asemaa. Opettaja C käsittelee kemian yhteiskunnallista asemaa materian kautta; kaikki materia on kemiaa.

Opettajien puheista esille tulleet teknologiset innovaatiot perustuivat pitkälti samoihin teemoihin kuin mitkä tulivat esille kyselytutkimusten tuloksissa (kuva 9). Opettaja B halusi korostaa erilaisten kemian analyysilaitteiden kuten NMR - spektroskopian ja kromatografian teknologista merkitystä yhteiskunnalle. Lisäksi opettaja B mainitsi urheilumateriaalien olevan hyviä ja oppilasta lähellä olevia esimerkkejä teknologian kehittymisestä. Kemian kannalta merkitsevät teknologiset innovaatiot jäävät opettaja C:n mukaan usein huomaamatta kiireisen työtahdin takia. Jotta teknologiaa voidaan käyttää kemian opetuksessa esimerkkinä, tulee opettaja D:n mukaan teknologisten innovaatioiden tietämystä parantaa. Opettaja D:n kommentti ”Mistä ei tiedä, ei myös mielellään puhu” kiteyttää tähän tutkimukseen osallistuneiden opettajien näkökulman teknologiasta.



KUVA 9. Kemian ilmeneminen yhteiskunnassa ja teknologisissa innovaatioissa, opettajien näkökulmasta.

Haastattelujen tuloksissa ilmeni, että kemian yhteiskunnallisen aseman tuominen oppilaille koettiin tärkeäksi. Haasteltavien opettajien mielipiteet olivat kyseiseen aiheeseen yhtenevät. Oppilaat ovat haastateltavien opettajien mukaan kiinnostuneita kemian yhteiskunnallisesta ja teknologisesta asemasta. Aiheesta keskustelu koettiin helpommaksi peruskouluikäisten keskuudessa. Peruskouluikäisten valmiuksia ymmärtää kyseistä aihetta pidettiin puutteellisena verrattuna lukio-opiskelijoihin. Ongelma lukiolaisten kohdalla oli oppilaiden passiivisuus. Tämä vaikeuttaa keskusteltavan aiheen valintaa, sillä kiinnostuksen kohteita ei ole niin selkeää määrittää. Opettaja D korosti nykynuorison valveutuneisuutta koskien teknologiaa. Osa oppilaista on kiinnostunut aiheesta ja myös tuo sen kemian oppitunneilla esille.

Opettajat A, B, C ja D käyttivät lukion ensimmäisen kurssin avaustunnin kemian yhteiskunnallisesta asemasta keskusteluun. Aiheen pohjana toimi opettaja B:llä kalvo, jossa esitettiin eri elinkeinoelämän aloja, joissa kemia ilmenee. Keskustelu koettiin tällä ensimmäisellä tunnilla haastateltavien mukaan hyvin vilkkaaksi. Jotta teknologiasta ja siihen liittyvästä kemiasta voidaan keskustella, tulee opettaja C:n mukaan teknologia sanana ensin määrittää. Opettaja C koki myös fysikaalisen kemian merkityksen korostuvan teknologiassa.

Väitteiden ”Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian alan yrityksistä” ja ”Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian asemasta yhteiskunnassa” välillä esiintyi vahva negatiivinen korrelaatio (liite 2). Kyselytutkimuksen tulosten mukaan oppilaat ovat kiinnostuneita kemian alan yrityksistä, mutta eivät yhtäläisesti kemian asemasta yhteiskunnassa. Tämän tuloksen tilastollinen merkitsevyystaso on 1 %.

Opettajista 39 % oli teettänyt oppilaillaan jonkin laajemman tutkimuksen tai projektin, joiden lähtökohtana oli jokin arkipäiväinen ilmiö ja siihen liittyvä kemia. Kysymyksen avoimessa osassa pyydettiin kertomaan tutkimuksen tai projektin toteutumisesta. Kuusi opettajaa antoi kuvauksen toteutuneille projekteille. Kuvauksista nousi esille kaksi projektityyliä, joista toisessa hyödynnettiin yritysten tiloja:

”Syöttöveden analysointi, tutkimuslaitoksen tiloissa.”

”Töiden tekeminen eri yritysten laboratorioissa.”

Toinen projektityyli toteutettiin koulussa itsenäisinä tai ryhmässä hyödyntäen erilaisia lähteitä:

”Tutkitaan sokerin esiintymistä ruuassa, pilkotaan yksinkertaisiin sokereihin ja osoitetaan sitten, että esimerkiksi perunajauhoista saadaan irti sokeria. Sama tehtiin proteiinien kohdalla.”

”Biologian kanssa integroitu happosadetutkimus.”

”Oppilaat ovat itse valinneet aiheen esim. maalit, kosmetiikka jne. Oppilaat ovat etsineet tietoa kirjoista ja internetistä.”

”Elinkaariajattelu: ryhmätyöprojekti, seinäjuliste, seinälehti tai esitelmä. Tietoa internetistä, teollisuusjulkaisusta, kirjoista, ammattijulkaisuista.”

8.3 Koulu – yritys-yhteistyö

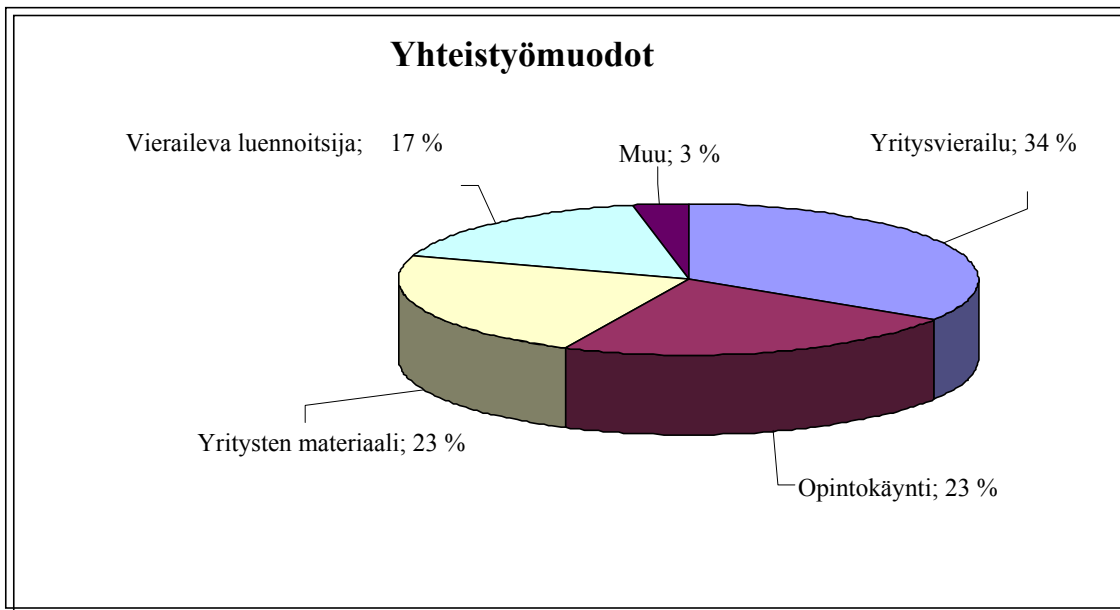
Kyselytutkimuksen osassa kolme käsiteltiin koulu – yritys-yhteistyötä. Koulu – yritys-yhteistyötä käsittelevissä kysymyksissä oli sekä monivalintakysymys että siihen liittyvä syventävä avoin kysymys. Koulu – yritys-yhteistyön muodot ja niiden sisältö on määritelty luvussa kolme. Yhteistyötä koskevaan monivalintakysymykseen vastasi 89 % ja avoimeen kysymykseen 68 % opettajista.

Käytetyin yhteistyömuoto oli yritysvierailu (34 %). Yritysvierailu oli käytetyin yritysmuoto myös Kemian opetus tänään – tutkimuksien tuloksissa (Aksela & Juvonen 1999). Yritysvierailut eivät tutkimuksen mukaan korreloi vastaajan opetuspaikkakunnan kanssa. Pienissä kunnissa yritysvierailut ovat myös mahdollisia. 23 % vastaajista käytti opintokäyntejä ja saman verran hyödynsi yritysten materiaalia. Vierailevaa luennoitsijaa opetuksessaan oli hyödyntänyt 17 % vastaajista. Pieni osa (3 %) opettajista mainitsi vaihtoehtojen ulkopuolelta yhteistyömuodoksi yritysten sponsoroinnin. Sponsorointi oli tapahtunut rahallisena tukena, kuten erilaisten opetusvälineiden hankinnassa sekä vanhojen laboratoriovälineiden luovuttamisena koulun käyttöön. Puolet opettajista käytti vähintään kahta eri yhteistyömuotoa. Opettajien käyttämät yhteistyömuodot on esitetty kuvassa 10.

Opettaja A toimi koulussa, joka teki aktiivisesti yhteistyötä paikallisen ison kemianalan yrityksen kanssa ja yhteistyömuotona oli kummikoulutoiminta. Opettaja A:n koulun opetussuunnitelmassa oli valtakunnallisen opetussuunnitelman lisäksi yksi syventävä kurssi, joka toimi nimellä työkurssi. Tämä työkurssi (kurssi 6) oli tarkoitettu lähinnä abiturienteille. Opettaja D:n koulussa työkursseja oli tarjolla kolme. Muita yhteistyömuotoja ei koulun kemian opetuksessa toteutettu.

Myös opettaja D:llä oli kokemusta yhteistyöstä ison kemian alan yrityksen kanssa. Koska koulun ja yrityksen välinen etäisyys oli pitkä, toteutettiin yhteistyötä kertakäyntein työkurssin aikana. Puitteet ja kokeellisuuteen vaadittavat välineet olivat opettaja D:n koulussa lähes erinomaiset, joten tarvetta työkurssin toteuttamisesta koulun ulkopuolella ei opettaja D:n koulussa nähty. Yliopisto oli toiminut opettaja D:n mielestä hyvänä yhteistyökumppanina jo yli viiden vuoden ajan. Abiturielit pääsivät tekemään

kokeita yliopiston laboratoriotiloihin, jolloin oppilailla oli myös mahdollisuus suorittaa opintoviikkoja yliopistoon.



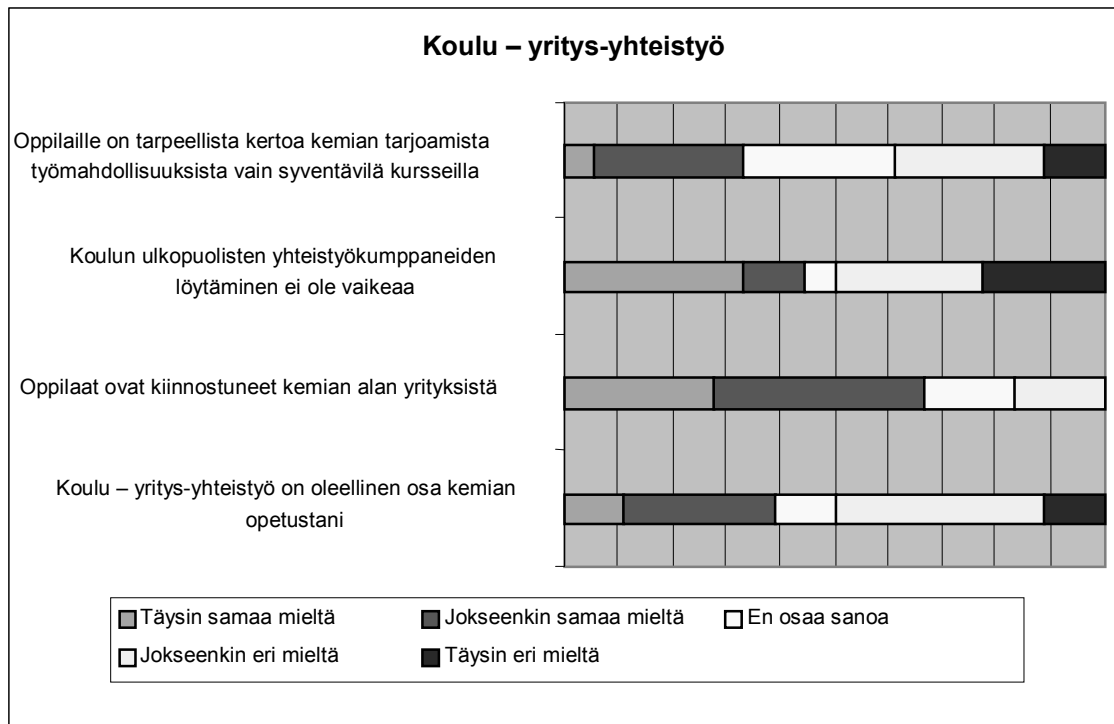
KUVA 10. Opettajien käyttämät koulu – yritys-yhteistyö muodot.

Koulun ulkopuolisten yhteistyökumppaneiden löytyminen jakoi mielipiteet kahtia (kuva 11). Vastauksia verrattiin opettajien opetuspaikkakuntiin, jolloin todettiin että opetuspaikkakunnan koolla ei ollut riippuvuutta yhteistyökumppaneiden löytymisen kanssa. Yli puolet vastanneista koki oppilaiden olevan kiinnostuneita kemian alan yrityksistä. Koulu – yritys-yhteistyö koettiin täysin oleelliseksi osaksi kemian opetusta vain 11 % tapauksista. Vastaavasti täysin eri mieltä yhteistyön oleellisuudesta kemia opetuksessa oli 11 % vastaajista.

Opettaja B oli toteuttanut useita erilaisia yhteistyöhankkeita toimiessaan pääkaupunkiseudun ulkopuolisissa kouluissa. Yhteistyön toteuttaminen oli kuitenkin tyrehtynyt pääkaupunkiseudulla sijaitsevaan kouluun siirtymisen jälkeen. Opettaja B oli opettanut pitkään pelkästään lukion pakollista kurssia, mikä oli laskenut yritys-yhteistyön toteuttamisen motivaatiota. Suurimpana yhteistyötä jarruttavana voimana opettaja B koki siis opettavien kurssien suppean valikoiman. Kiinnostavimpana yhteistyökumppaniehdokkaana opettaja B piti Helsingin yliopiston kemian laitosta. Koulu – yritys-yhteistyö oli opettaja B:n mukaan oleellinen asia kemian opetuksessa.

Koulu – yritys-yhteistyö on opettajien A ja B mielestä erittäin hedelmällistä kemian opetuksen kannalta. Oppilaiden motivoituminen ja innostus on silmin nähden havaittavissa yrityskäynnin aikana ja jälkeen. Kemia tulee opettaja A:n ja B:n mielestä erityisen konkreettiseksi ja siksi he myös kokevat oppilaiden olevan kiinnostuneita kemian alan yrityksistä. Yrityskäynnit ruokkivat opettaja B:n mukaan oppilaiden tulevaisuuden näkymiä ja haaveita. Opettaja C oli toteuttanut yhden koulu – yritys-yhteistyövierailun ja tähän teollisuusvierailuun osallistuneet ensimmäisen vuoden lukio-oppilaat osallistuivat jatkossa kaikille kemian syventäville kursseille. Opettaja B oli toteuttanut useita eri yhteistyömuotoja eri alan yritysten kanssa, joissa oppilaat olivat päässeet tutustumaan muun muassa kuparin ja raudan jalostamiseen, titaanidioksidin valmistamiseen, ydinvoimaan sekä ympäristökemiaan.

Haasteltavien opettajien käsitykset ihanteellisesta koulu – yritys-yhteistyöstä kumuloituivat toiminnallisen opintokäynnin yhteistyömuotoon. Ihanne yhteistyöyrityksessä ”tehdään oikeasti” kemiaa. Ihanteellinen toiminnallinen opintokäynti piti opettajien mukaan sisällään yrityksen toimesta pidetyn yritysesittelyn, esittelykierroksen yrityksen toimitiloissa ja laboratorioissa sekä oppilaiden mahdollisuuden itse käyttää yrityksen laboratoriotiloja. Ensisijainen vaikutus oppilaaseen koulu – yritys-yhteistyöllä oli haastateltavien mielestä innostava, motivoiva ja avartava. Kun oppilaat pääsevät tekemään ammattilaisten vaatimiin puitteisiin kemiaa ja vielä onnistuneesti, on se oppilaan itsetunnolle erittäin palkitsevaa.



KUVA 11. Koulu – yritys-yhteistyötä koskevien kysymysten vastausjakauma.

Koulu – yritys-yhteistyöhön liittyvässä avoimessa kysymyksessä pyydettiin opettajia kertomaan käytetyn yhteistyömuodon toteutumisesta. Vastaukset on koottu taulukkoon 9. Eri yritysten laboratoriot olivat useimpien yritysvierailujen ja opintokäyntien kohteena. Myös haasteltavien opettajien mukaan opintokäynti ja yritysvierailu tulisi kohdentaa yritykseen, jossa kemiaa toteutetaan ja tutkitaan käytännössä. Kyselytutkimuksen tulosten mukaan opintokäyntejä tehtiin myös pieniin yrityksiin, kuten apteekkeihin.

Opettajan näkökulmasta koulu – yritys-yhteistyön toteuttaminen vaatii työtunteja enemmän kuin perinteinen luokkahuone opetus. Työn määrä ei kuitenkaan koettu taakkana, mutta opettaja C koki työmäärän olevan jo pelkästään luokkahuoneopetuksessa iso, jolloin aikaa yhteistyöhön ei juuri jää.

TAULUKKO 9. Opettajien kuvauksia toteutuneista yritysyhteistyö muodoista

YRITYSVIERAILU
<p>”Lähinnä 9 luokkalaiset käyvät opinto-ohjaus tunneilla tutustumassa joihinkin yrityksiin”</p> <p>” Sisä-Suomen energiavierailut 9 luokkalaisille vuosittain”</p> <p>”Apteekissa käynti”</p> <p>”Työn ja tuskan takana. Paikkakunnan yritykset ilmoittavat tekevänsä yhteistyötä vain kummikoulujen kanssa. Puhumalla olen onnistunut pääsemään valinnaisporukan kanssa vierailuille. ”</p> <p>”Vierailuja jätevedenpuhdistamolla ja vesivoimalaitoksessa.”</p> <p>”Menen joka kurssin kanssa läheisiin yrityksiin – Outokummulle, Kemiralle ja UPM Kymmeneille. Saamme tutustua yritysten toimintaan omin silmin ja myös luentojen kautta.”</p>
OPINTOKÄYNTI
<p>”Maidon tutkiminen elintarvikelaboratoriossa.”</p> <p>”Haapaveden ympäristölaboratoriossa käynti – hyvin toteutunut.”</p> <p>”Teen yhteistyötä paikkakunnalla sijaitsevan ammattikorkeakoulun kanssa, käymme heidän tiloissa laboroimassa.”</p> <p>”Opetan analyttistä kemiaa amk:ssa ja opiskelijat menevät esim. elintarvikelaboratorioon tekemään projektin, jonka aikana vaikkapa määrittävät vedestä Cl - yms. aineita. Samoin etukäteen valmistellut vierailut Kemiralle, joka valmistaa maantiesuolan. On sovittu, että ko. reaktio näytetään demonna siinä tehtaan lattialla ensin ja sitten katsellaan isoja reaktoreita. ”</p> <p>”9 luokkalaisille järjestetty joka vuosi käynti Fortumin voimalaitokseen. Tilaisuus alkaa yhden tunnin luennolla, jonka jälkeen on opastettu kierto ja kokeellinen työ.”</p>
VIERAILEVA LUENNOITSIJA
<p>”Vierailevia luennoitsijoita käy 0 – 2 luennoitsijaa per vuosi. Viime vuoden luennoitsija kertoi vaihtoehtoisista energiamuodoista”</p> <p>”Olemme kutsuneet lähialueiden yrityksistä luennoitsijoita ja vierailleet lähiseudun yrityksissä. Esim. ympäristöteemaan liittyen pidimme teemapäivän, johon sisältyi muun muassa paperiteollisuuden yritysten edustajan esitys heidän yrityksensä jätteiden käsittelystä (erityisesti jätevedet).”</p> <p>”Kemiran edustaja käynyt pitämässä luennon kaikille 8 luokkalaisille, kun on käsitelty happo, emäs, suolat. Tämän jälkeen toteutettiin yrityskäynti.”</p>
MATERIAALI
<p>”On saatu laitoksen laboratoriosta pois heitettyjä laborointivälineitä.”</p>

8.4 Kemia elinkeinoelämässä ja teollisuudessa

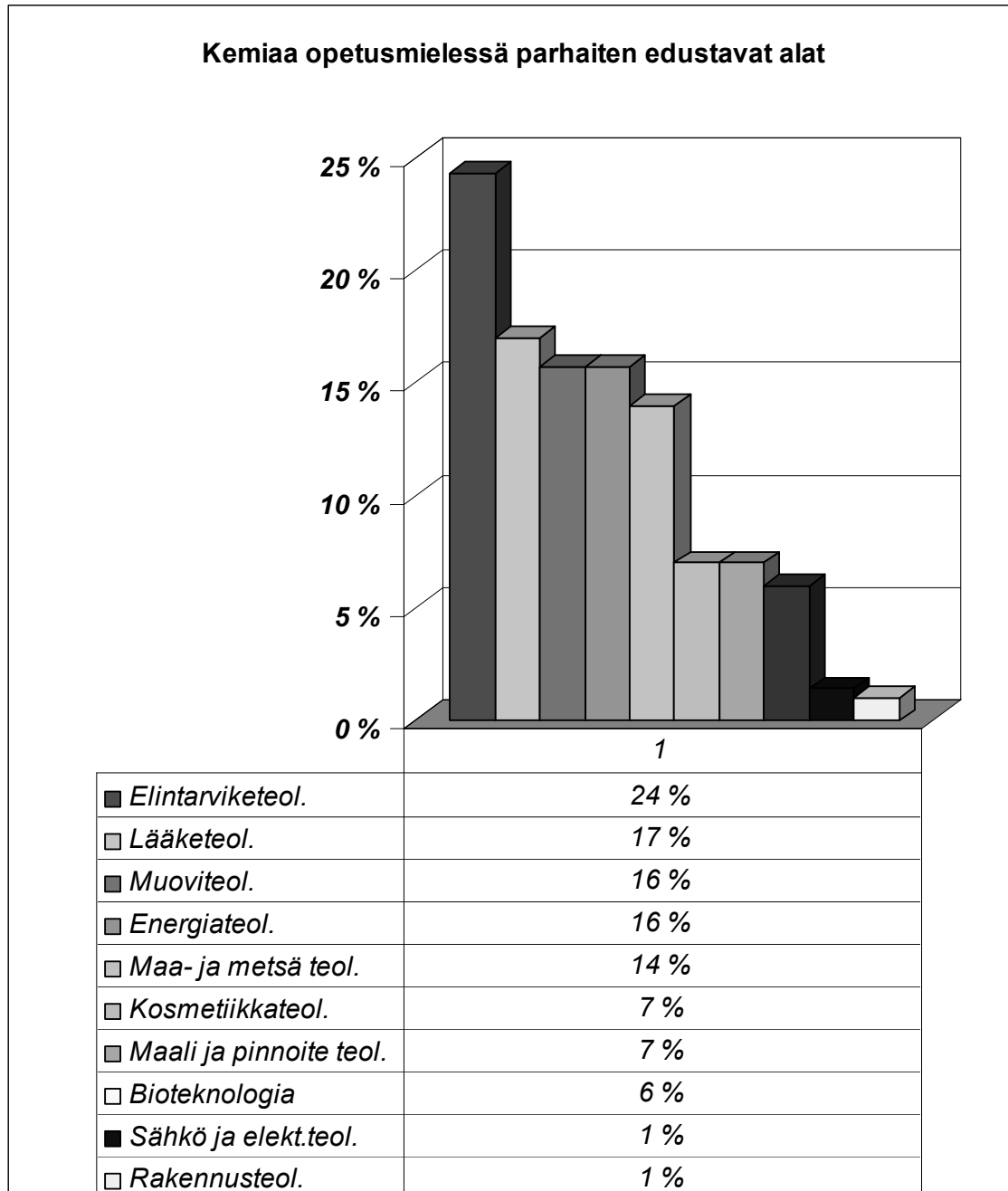
Kun opettajilta kysyttiin, minkälaisista kemian alan eri työtehtävistä he olivat oppilailleen maininneet, eniten kerrottiin laborantin työtehtävistä. Toisen sijan jakoivat kemisti/tutkija, apteekkialan työtehtävät, kuten farmaseutti ja proviisori sekä elintarvikeala. 44 % opettajista mainitsi kemian alan työtehtävistä oppilaiden niistä erikseen kysyessä ja loput 56 % mainitsi niistä jokaisella opettamallaan kurssilla systemaattisesti. Yhteensä eri aloja mainittiin 14. Taulukkoon 10 on koottu eri kemian ammattialojen maininnat ja niiden jakaumat.

TAULUKKO 10. Opettajien mainitsemat kemian ammatit ja alat.

ALA	MAININNAT	%
Laborantti	10	22 %
Kemisti, tutkija	4	9 %
Apteekkiala /Farmaseutti	4	9 %
Elintarvikeala	4	9 %
Öljy ja muoviala	3	7 %
Paperiteollisuus	3	7 %
Opettaja	3	7 %
Lääketeollisuus	3	7 %
Maalari	3	7 %
Siivousala	3	7 %
Kampaaja	2	4 %
Taiteilija	2	4 %
Metsäteollisuus	1	2 %
Maanviljelijä	1	2 %
YHTEENSÄ	46	100 %

Kysymyksessä 28 kysyttiin, mitkä neljä eri kemian - ja teknologiateollisuuteen sisältyvistä aloista edustaa parhaiten opetusmielessä kemiaa. Vaihtoehtoja oli annettu kymmenen, joista vastaajat valitsivat neljä. Jokainen vaihtoehto mainittiin vähintään kerran. 94 % kaikista vastaajista valitsi elintarviketeollisuuden edustava kemiaa opetusmielessä. Elintarviketeollisuus sai kaikista maininnoista 24 %. Myös lääketeollisuus, muoviteollisuus, energiateollisuus sekä maa- ja metsäteollisuus saivat kannatusta kemian edustettavuudestaan. Bioteknologian mainitsemisprosentti oli 6 %, mikä kyselyn toteutustilanteen huomioiden oli yllättävää; bioteknologia oli yksi Iisalmen Kemia tänään - tapahtuman teemoista. Bioteknologian sisältämästä kemiasta

pidettiin myös 20 minuutin esitys kyseisessä tilaisuudessa. Rakennus- sekä sähkö- ja elektroniikka teollisuus mainittiin tuloksissa vain kerran. Kysymyksen 28 vastausjakauma on esitetty kuvassa 12.

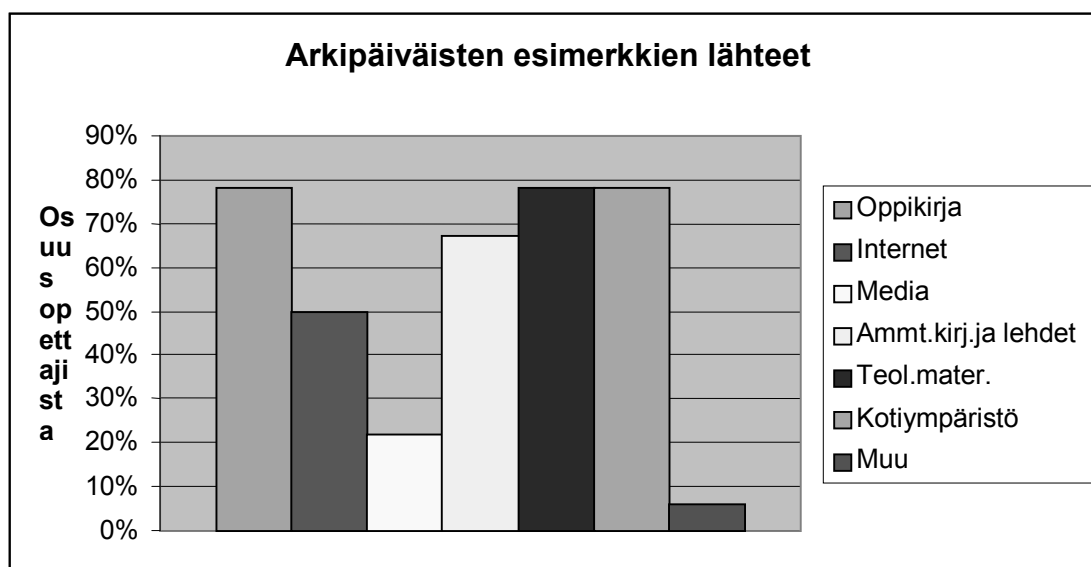


KUVA 12. Kemia- ja teknologianteollisuuden alat, ja niiden edustettavuus kemian opetuksessa.

Opettaja B halusi painottaa oppilailleen kemian laajuutta eri elinkeinoelämän toimialoilla. Painotus ei ole turha, sillä pelkästään kemianteollisuuden ala voidaan jakaa useampaan eri toimialaan, kuten aloihin, jotka on esitetty kuvassa 12. Kemianteollisuus työllistää tällä hetkellä noin 37 500 henkeä, joista yli puolella on joko teknillinen tai luonnontieteellinen koulutus. (Kemianteollisuus ry, 2004)

8.5 Opetusmateriaali

Opetusmateriaalia ja sen hankintaa koskevia kysymyksiä kysymyslomakkeen osassa 3 oli kaksi, joista toinen oli monivalintakysymys ja toinen sitä syventävä avoin kysymys. Kysymyksellä haluttiin kartoittaa sitä, mistä opettajat löytävät arkipäiväisiä esimerkkejä kemian opetuksensa tueksi. Kemian arkipäiväisyys on yksi STS – opetuksen perusajatuksista, sillä se korostaa hyvin kemian yhteiskunnallista ja teknologista asemaa (Aikenhead 2004). 78 % opettajista koki kotiympäristön ja oppikirjat parhaiksi arkipäiväisten esimerkkien lähteiksi. Oppikirjasidonnainen opetus oli vahvasti edustettuna opettajien arvioidessa omaa opetustapaansa (Kuva 6). Tämä korreloi positiivisesti lähdevalinnan kanssa. Ammattikirjallisuuden ja lehdet sekä teollisuuden materiaalin valitsi 68 % opettajista. Lisäksi yhtenä arkipäiväisten esimerkkien lähteenä mainittiin oma luovuus. Vähiten valintoja sai media. Internetiä lähteenään käyttivät puolet opettajista. Arkipäivän esimerkkejä koskevan kysymyksen vastaukset on koottu kuvaan 13.

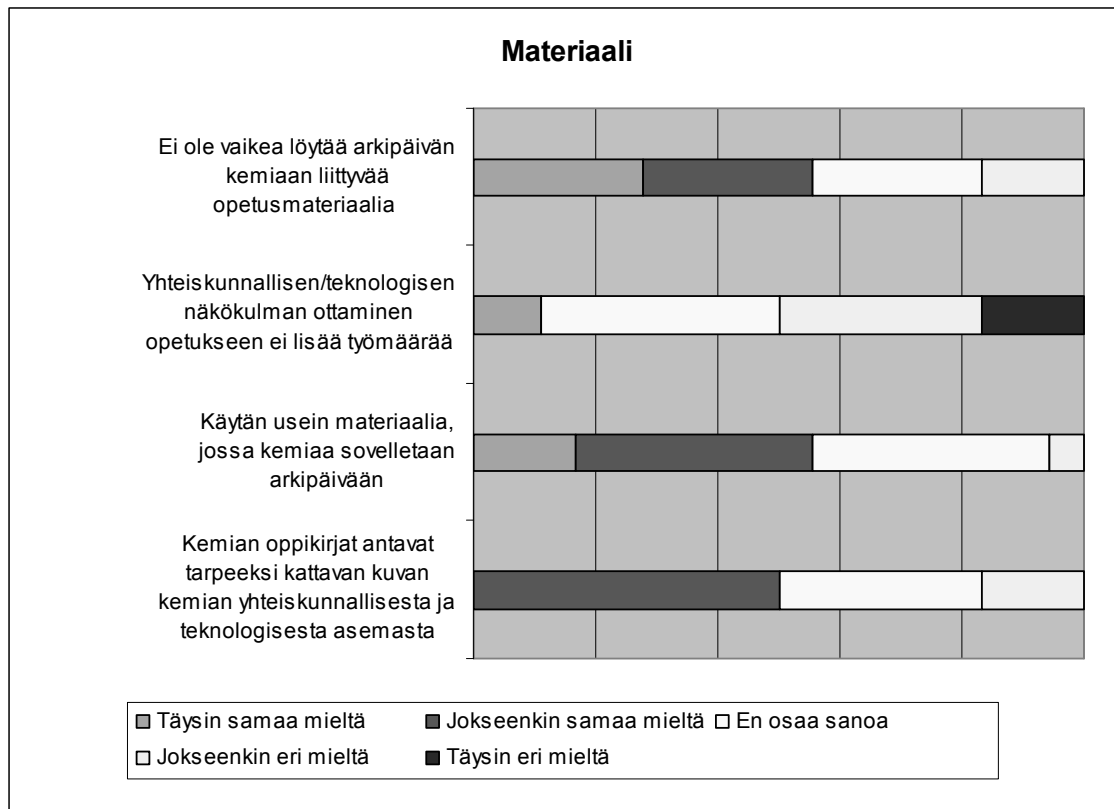


KUVA 13. Arkipäiväisen esimerkkimateriaalin lähteet.

Avoimessa kysymyksessä opettajia pyydettiin kertomaan tarkemmin käyttämistään materiaaleista. Kotiympäristön materiaaleista mainittiin erilaiset elintarvikkeet, muovit, lääkkeet, pesuaineet ja paperi. Myös metsästä löytyviä kasveja oli eräs opettajista käyttänyt esimerkkinä. Teollisuuden materiaalia oli saatu erilaisten yritysvierailujen yhteydessä. Lisäksi opetuksen tukena opettajat olivat käyttäneet teollisuuden työpaikoista kertovaa videota, TT:n, Metsäteollisuus ry:n ja muoviteollisuuden opetusmateriaalia. Internetiä eräs opettaja käytti opettaessaan kierrätystä. Sanoma- ja aikakauslehdistä kiinnostivat ne, joissa kemia oli tavalla tai toisella osallisena.

Yllättävän paljon "En osaa sanoa" vastauksia saivat materiaalia koskevat väittämät (39 % kaikista vastauksista). Kukaan vastanneista ei kokenut oppikirjan antavan riittävän kattavaa kuvaa kemian yhteiskunnallisesta ja teknologisesta asemasta. 56 % vastaajista käytti materiaalia, jossa kemiaa sovelletaan arkipäivään. 17 % koki yhteiskunnallisen ja teknologisen näkökulman ottamisen opetukseen lisäävän työmäärää. Edelliseen kysymykseen täysin eri mieltä vastanneiden joukko (17 %) omasi vähintään kymmenen vuoden opetuskokemuksen. Kuvassa 14 on esitetty materiaalia koskevan teeman vastusjakauma.

Opettajat A ja B käyttivät opetuksensa tukena erialaisia tiedelehtiä, kirjoja ja Internetiä. Opettaja C käytti vanhoja luentomuistiinpanoja ja koki amerikkalaisten lukio-oppikirjojen antavan kattavamman kuvan kemian arkipäiväisyydestä verrattuna suomalaisiin oppikirjoihin. Myös opettaja D lisämateriaalia etsiessään tukeutui muihin oppikirjoihin ja internetiin. Oppikirjasidonnaisuus korostui opettaja A:n opetusmenetelmissä ja kemian opetukseen oppikirjoilla oli opettaja A:n mukaan opetuksen tahdin pitkälle määräävä vaikutus. Se, miten arkipäiväisyys tuli oppikirjoissa esille, riippui haastateltavien mukaan oppikirjasarjasta. Opettaja B kuvasi oppikirjaa ohjenuorana ja luurankona omalle kemian opetukselleen.



KUVA 14. Materiaalia koskevien kysymysten vastausjakauma.

Väitteiden ”Ei ole vaikeaa löytää arkipäivän kemiaan liittyvää opetusmateriaalia” ja ”Käytän usein materiaalia, jossa kemiaa sovelletaan arkipäivään” välillä oli vahva tilastollisesti merkittävä negatiivinen korrelaatio (liite 2). Väittämien vastausjakauman järjestys oli siis vastakkainen. Vaikka materiaalin löytäminen koettiin helpoksi, ei se kuitenkaan ole suoraan verrannollinen siihen, kuinka usein opettajat käyttivät arkipäivästä materiaalia opetuksessaan. Tilastollisen todennäköisyyden merkitsevyydestä oli 1 %.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia yhteiskunta ja teknologia teemoja osana kemian opetusta kemian opettajien näkökulmasta. Teemojen puitteissa kartoitettiin myös yrittäjyyskasvatuksen toteutumista yhteistyönä erilaisten koulun ulkopuolisten tahojen kanssa ja kemian osuutta Suomen elinkeinoelämässä.

Kemian yhdistäminen yhteiskuntaan koettiin tämän tutkimuksen mukaan helpoksi ja tärkeäksi osaksi kemian opetusta. Samaa ei voi todeta teknologian osalta, sillä kemian yhdistäminen teknologisiin innovaatioihin koettiin vaikeaksi ja haastavaksi. Tuloksissa, miten kemian opettajat analysoivat kemian ilmenemistä yhteiskunnassa ja teknologisissa innovaatioissa, oli suurta hajontaa. Tutkimuksen teemoihin liittyvissä vastauksissa esiintyi yhtenäisiä näkemyksiä ja kokemuksia ainoastaan yhteiskunta-teeman osalta. Esiin tulleita aihekokonaisuuksia olivat ympäristökysymykset, kierrätys ja elintarvikkeet. Teknologisissa innovaatioissa tulivat esille hyvin yksityiskohtaiset esimerkit, kuten pitkän tuotekehityksen omaavat elintarvikkeet, mutta myös laajemmat aihekokonaisuudet, kuten jätteiden käsittely. Jotta teknologiaa ja siihen liittyvää kemiaa voi hyödyntää opetustilanteessa, vaatii se aiheeseen syvällistä omaehtoista tutustumista. Opettajien käyttämä opetusmateriaali ei anna opettajalle tarvittavia resursseja ja pohjatietoa hyödyntämään teknologiaa kemian opetuksessa.

Keskustelu kemian ilmenemisestä yhteiskunnassa oli vahvasti edustettuna tähän tutkimukseen osallistuneiden opettajien opetuksessa. Erityisesti asia tuotiin esille lukion ensimmäisen kurssin aloitustunnilla. Arkipäiväisyys korostui vahvasti tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden näkemyksissä siitä, kuinka kemian yhteiskunnallinen ja teknologinen asema tulisi tuoda oppilaille. Tutkimustulosten mukaan oppilaan, niin lukio- kuin peruskouluikäisenkin, tulisi ymmärtää teknologisen kehityksen merkitys yhteiskunnalle ja ihmiselle. Peruskoululaisten keskusteluaktiivisuus koettiin paremmiksi kuin lukiolaisten. Se, onko oppilaalla valmiuksia edellä mainitun asian ymmärtämiseen, riippuu oppilaan kouluasteesta ja omista kiinnostuksen kohteista.

Kyselytutkimukseen vastanneista opettajista 39 prosenttia oli teettänyt oppilaillaan laajempia tutkimuksia ja projekteja, joiden lähtökohtana oli jokin arkipäiväinen ilmiö ja

siihen liittyvä kemia. Tutkimustehtäviä olivat toteuttaneet myös kaikki haastatteluun osallistuneet opettajat. Kun tutkimuksen aiheen on oppilas itse saanut päättää, on se väistämättä arkipäiväinen. Ainoastaan yksi kyselyyn osallistunut ja yksi haastatteluun osallistunut opettaja oli toteuttanut projektin integroituna johonkin muuhun oppiaineeseen. Myös projektien ja tutkimusten toteuttamisen osalta opettajat törmäsivät resurssi- ja ajankäyttöongelmiin. Erityisesti lukion kurssisisällöt eivät anna tarpeeksi liikkumavaraa isompien projektien toteuttamiselle. Isompien tutkimusten ja projektien toteuttaminen tulisi kirjata koulukohtaisiin opetussuunnitelmiin, jotta tarvittavat resurssit ja toteutusaika löytyisi helpommin.

Elintarviketeollisuus edustaa opetusmielessä tämän tutkimuksen mukaan parhaiten kemiaa. Edustavina esimerkkeinä pidettiin myös lääke-, muovi- ja energiateollisuutta. Elinkeinoelämän työtehtävistä laborantin työtehtävä oli eniten käytetty esimerkki opettajien esitellessä kemian alan työtehtäviä. Myös kemistin, tutkijan, ja apteekkialan työtehtävät esiteltiin kemian alaa edustavina työtehtävinä. Yhteensä erilaisia työtehtäviä mainittiin 14. Haastateltavien henkilöiden keskuudessa painotettiin kemian laajaa osuutta elinkeinoelämän toimialoissa. Kemianteollisuuden parissa työskentelee tuhansia ihmisiä, mikä kertoo myös erilaisten työtehtävien kirjosta. Tätä tietoa tulisi voida käyttää hyväksi kemian opetuksessa erilaisten esimerkkien valossa, ja vastatessa oppilaiden niin tuttuun kysymykseen ”Mihin tätä tietoa tarvitaan?” Kemianteollisuus on ollut aktiivinen kemian opetuksen tukija. Selkeästi tätä tukea tarvitaan, sillä kemian yhteiskunnallisesta ja teknologisesta asemasta kertovalle konkreettiselle materiaalille on käyttöä. Myös kemianteollisuuden ja oppikirjatoimittajien välisellä yhteistyöllä kemian oppikirjoista olisi mahdollista saada kemian yhteiskunnallista asemaa paremmin markkinoivia teoksia.

Parhaat arkipäiväisten esimerkkien lähteet tutkimuksen mukaan ovat kotiympäristö ja oppikirjat. Internetiä käytti lähteenään puolet kyselyyn vastanneista opettajista. Ammattikirjallisuutta ja erilaisia tiedelehtiä käytti yli puolet opettajista. Oppikirjojen ei kuitenkaan todettu antavan täysin kattavaa kuvaa kemian yhteiskunnallisesta ja teknologisesta asemasta.

Haastatteluun osallistuneet opettajat ja 89 % kyselyyn vastanneista opettajista olivat tehneet koulu – yritys-yhteistyötä. Toiminnallinen opintokäynti oli käytetyin

yhteistyömuoto. Se, kuinka tärkeäksi yhteistyö kemian opettamisen tukena koettiin, jakoi vastaajat kahteen ääripäähän. Puolet opettajista painotti yhteistyön merkitystä ja toinen puoli koki yhteistyön mukavaksi lisäksi, mutta sen toteuttaminen vie aikaa ja on ylimääräinen työtaakka. Yhteistyön aktiiviset toteuttajat myönsivät myös ylimääräisen työpanoksen olemassaolon, mutta yhteistyön positiivinen vaikutus oppilaisiin antoi suuremman painoarvon. Opetuspaikkakunnalla ei tämän tutkimuksen mukaan ole vaikutusta yhteistyön toteuttamiseen. Koulu – yritys-yhteistyöstä pääsivät lähinnä nauttimaan abiturientit ja peruskouluikäiset oppilaat. Yhteistyön vaikutukset oppilaaseen on havaittavissa innostuneisuutena, motivoituneisuutena ja uusia ajatuksia antavana.

Paras kemian opetusta tukeva yhteistyömuoto tutkimuksen mukaan on toiminnallinen opintokäynti. Se, onko kumppani teollisuus, oppilaitos tai yritys, ei vaikuttanut yhteistyön onnistumiseen. Ihanne yhteistyökumppani ”tekee” tai ”tutkii” kemiaa. Yhteistyön käytännön toteutus tulisi tapahtua yrityksen tiloissa ja sisältää yritysesittelyn lisäksi tutustumiskierroksen yrityksen toimitiloissa. Oppilaan tulisi nähdä konkreettisesti tuotantolinjan tai demonstraation avulla, miten kemiaa yrityksessä ”tehdään”. Kun oppilaat pääsevät vielä tekemään ammattilaisten vaatimiin puitteisiin kemiaa, ovat kaikki kemian opetusta tukevan yhteistyömuodon vaatimukset toteutuneet.

Teknologia ja yhteiskunta näkyvät selkeinä teemoina vuoden 1994 ja 2004 opetussuunnitelmissa. Aiheet ovat tuotu niin yleisiin kuin koulukohtaisiinkin tavoitteisiin. Luonnontieteellisen ajattelutapaan pyrkiminen mainitaan voimassa olevien sekä uusien opetussuunnitelmien perusteissa. Luonnontieteellisen ajattelun edellytys on kemian yhteiskunnallisen ja teknologisen aseman ymmärtäminen. Vuoden 2004 opetussuunnitelmissa esitettyjen kemian kurssien sisältö painottaa voimassa oleviin opetussuunnitelmiin verrattuna enemmän kemian yhteiskunnallista merkitystä. Teknologiakasvatus ja yrittäjyyskasvatus tulevat esille vuoden 2004 opetussuunnitelmissa kaikille yhteisten aineiden tavoitteissa ja erityisesti ”Yhteiskunta ja teknologia” – aihealueessa.

Tämän tutkimuksen myötä heräsi myös ajatuksia muihin tutkimusaiheisiin. Mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe olisi se, miten uusien opetussuunnitelmien

mukaiset oppikirjat toteuttavat ja esittävät yhteiskuntaan sekä teknologiaan liittyviä teemoja. Kemian opettajien lisäksi hyvä tutkimuksen kohde on myös oppilaat. Miten kemian oppiminen tapahtuu kun opetuksessa painotetaan STS – opetuksen periaatteita? Erilaisia opetustapoja voidaan kehittää lukemattomia, mutta jos niiden vaikutusta kemian oppimiseen ei tutkita, puuttuvat opetustavan käytön perustelut. Entä, miten teknologiaa voisi opettaa? Teknologiaa ei tämän tutkimuksen osallistuneiden kemian opettajien mukaan ole helppo määrittää, joten sen tuominen kemian opetukseen edellyttäisi selkeitä opetuspaketteja. Mielenkiintoista olisi myös päästä suunnittelemaan ja toteuttamaan Chemistry in Community tyylistä projekteja sekä tutkimaan niiden toimivuutta. Opetustehtävät tulevat olemaan osa tutkimuksen tekijän tulevissa työtehtävissä tavalla tai toisella, jolloin tämän tutkimuksen tiimoilta heränneet lisätutkimusaiheet ovat käytännössä toteuttavissa.

Kemian opetusta ohjaavat opetussuunnitelmien perusteet ja niiden mukaiset oppikirjat. Uusissa opetussuunnitelmien perusteissa painotetaan aikaisempaa enemmän kemian merkitystä yhteiskunnassa. Jotta näiden tavoitteiden toteuttaminen olisi mahdollista, vaatii se kemian opettajilta erittäin laajaa ja syvällistä osaamista. STS – opetuksen ja teknologiakasvatuksen lähtökohtana on arkipäiväisten ilmiöiden ymmärtäminen luonnontieteellisestä näkökulmasta, mikä on myös esitettyä uusien opetussuunnitelmien perusteiden kemian tavoitteissa. Yrittäjyyskasvatus, mikä kemian opetuksessa on mahdollista toteuttaa – huomioiden kemianteollisuuden laajan toimialakentän – koulu – yritys-yhteistyönä, tukee myös opetussuunnitelmien perusteissa mainittua oppilaan yrittäjyyteen tähtäävää tavoitetta.

Opettajan vastuulle jää tavoitteiden toteuttaminen. Epärealistista on kuitenkin olettaa, että kemian opettaja käyttää kohtuuttomasti ylimääräisiä työtunteja selvitäkseen uusien opetussuunnitelmien asettamasta haasteesta. Yritysmailmassa pyritään kustannustehokkuuteen sidosryhmien verkostoitumisen avulla. Samaa verkostoitumista hyödyntäen opettajien tietotaitoa ja osaamista voidaan lisätä. Verkosto tulisi koostua opettajista, yliopistoista, eri kemian- ja teknologiateollisuudenalan yrityksistä, oppimateriaalien kustantajista ja ammatillisista oppilaitoksista. Saajana eivät verkostossa toimi ainoastaan opettajat, vaan myös muut sidosryhmät. Jokainen verkoston jäsen hyötyy yhteistyöstä vähintään markkinointitasolla. Teollisuus on jo ymmärtänyt verkostoitumisen merkityksen, jonka avulla se ehkäisee uhkaansa tulevaisuuden

työvoimapulasta. Myös LUMA – hanke ja LUMA - keskuksen on yksi osoitus verkostoitumisen ajankohtaisuudesta.

Opettajien ja oppilaiden kannalta nykyinen verkostoituminen ei riitä. Tämän tutkimuksen tuloksien perusteella, kemianteollisuuden ja muun teollisuuden olisi tuettava opettajia paremmin, jotta kemianteknologia löytäisi tien luokkahuoneisiin. Tukeminen on käytännössä informaatiota, opetusmateriaalia ja opettajille suunnattua lisäkoulutusta. Näin opettajat pystyvät vastaamaan opetussuunnitelmien asettamiin teknologiakasvatusta koskeviin tavoitteisiin. Myös yhteiskunnalle tämä olisi etu, sillä teknologiasuuntautuneisuus ja yrittäjyys ovat yhteiskunnan kehityksen kannalta välttämättömiä. Verkostoihin tulisikin nyt rekrytoida enemmän opettajia, jotka toimivat kemian näyteikkunana tulevaisuuden sukupolville.

LÄHTEET

1. Ahtee, M. & Pehkonen E. 2000. Johdatus matemaattisten aineiden didaktiikkaan. Edita, Helsinki.
2. Ahtiainen, M., Aromaa, V., Haapala, P., Hentilä, S., Kauppinen S. & Sihvola J. 2000. Yhteiskunnan aikakirja. Edita, Helsinki.
3. Ahtineva, A. & Havonen, T. 2003. Luokkien 5 – 9 fysiikka ja kemia, perusopetuksen opetussuunnitelma. Dimensio 6/2003, s.16 – 18.
4. Aikenhead, G. 1994. What is STS science teaching? Teoksessa Aikenhead G. & Solomon, J. (ed.) STS Education: International Perspectives on Reform, Teachers College Press, New York, s.47-59.
5. Aikenhead G. 2003. STS education, a rose by any other name. Teoksessa Cross, R. (ed.), A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham, London: RoutledgeFarmer s. 59-75.
6. Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. Vastapaino, Tampere.
7. Bennet, J. & Holman, J. 2002. Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? Teoksessa Gilbert, J.K. (ed.) Chemical Education: Towards research – based practice. Kluwer Academic Publishers, Alankomaa, s. 165-184.
8. Bentley, D. & Watts, M. 1989. Learning and teaching in school science: Practical alternatives. Milton Keynes: Open University Press.
9. Bounce, D., Gabel, D., Dudley, J., Jones, L. 1994. Report of the task force on chemical education research. Journal of Chemical Education, vol.71, s. 850-852.
10. Bruce, M.H. & Sutman, F.X. 1992. Chemistry in the community – ChemCom, a five - year evaluation. Journal of Chemical Education, vol. 69 (7) s. 564-567.
11. Corrigan, D. & Fensham, P. 2002. The roles of chemistry in vocational education. Teoksessa Gilbert, J.K. (ed.) Chemical Education: Towards research – based practice. Kluwer Academic Publishers, Alankomaat, s. 125-142.
12. Erätuuli, M. & Meisalo, V 1985. Fysiikan ja kemian didaktiikka. Helsinki: Otava.
13. Fensham, P.J. 1987. Changing to a Science, Society and Technology Approach. Teoksessa Waddington D.J. (ed.) Science and Technology Education and Future Human Needs, Pergamon Press, England, s. 67 – 80.

14. Fensham, P.J. 1988. Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of science education*, vol. 10 (4) s.346-356.
15. Gabel, D. 1999 Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, vol.76, s. 548.
16. Heikkilä, T. 2001. Tilastollinen tutkimus. Edita Oy, Helsinki.
17. Hirsjärvi S. & Hurme, H. 2000a. Tutkimushaastattelu, teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Yliopistopaino, Helsinki.
18. Hirsjärvi S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000b. Tutkija ja kirjoita. Tummavuoren kirjapaino Oy, Vantaa.
19. Holstein, J.A. & Gubrium, J.F. 1995. The active interview. Sage publication Inc. London.
20. Jauhiainen, P. 1992. Yläasteen fysiikan ja kemian opetuksen sekä teollisuuden välinen yhteistyö. Erityisen tarkastelun kohteena toiminnallinen opintokäynti. Licensiaatti työ. Helsingin yliopiston kasvatustieteellinen tiedekunta.
21. Juvonen, R. 2004, Finnish chemical industry, innovation and knowledge build success. *Kemia 6/2004*, s. 18 - 21.
22. Kananoja, T. 1997. Teknologisen opetuksen kehitystä. Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30.
23. Kantola, J., Rasinen, A. & Parikka M. 2000. Kohti teknologiakasvatuksen teoriaa. Teknologiakasvatuskokeilu 1992 - 2002. Raportti 3. Jyväskylän Yliopistopaino.
24. Karjalainen, M. 1992. Mitä tehdä kemialle? *Dimensio 9/1992*, s. 6-9.
25. Kemianteollisuus Ry 2004. Henkilöstön koulutuksen jakautuminen. <http://www.chemind.fi/kemianteollisuus/tietotori/tilastoja/henkilosto/koulutus.html> (5.11.2004)
26. Lavonen, J. & Meisalo, V. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa – teoriasta käytäntöön opetuksen uudistamiseksi. Opetushallitus, Helsinki.
27. Lavonen, J. 1997. Luova ongelmanratkaisu: uutta sisältöä ja innostavia työtapoja yrittäjyyskasvatukseen. Yrittäjyyskasvatus peruskoulussa – sytykkeitä uudistuvaan kouluun. Taloudellinen Tiedotustoimisto julkaisuja, Vientipaino Oy s. 29 - 39
28. Lavonen, J. & Meisalo, V. 2004. Kokeellisen opetuksen uudistaminen. <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/lahestymist/index.htm> (22..4.2004)

29. Layton, D. 1990. Helping children to understand technological change. Teoksessa Entwistle, N. (ed.) Handbook of education ideas and practices, London, Routledge s.771-779.
30. LOPS 1994. Lukion opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, Helsinki.
31. LOPS 2004. Lukion opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, Helsinki.
http://www.oph.fi/ops/lops_web.pdf (22.4.2004)
32. Luonti+ - hankkeen taustaa 2004. Luonnontieteiden Opetuksen Työtapojen ja Tietotekniikan Opetuskäytön –kehittämishanke Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksella.
<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/tutkimus/luontiplus> (25.10.2004).
33. Lähdeniemi, T. 1993. Yrittäjyyskasvatuksesta ja yhteistyöstä elinkeinoelämän kanssa. Opetushallitus ja Kirjayhtymä, Tammer - Paino, Tampere. s.69 - 71.
34. McGinnis, J., R., Simmons, P. 1999. Teachers' perspective of teaching science – technology – society in local cultures: a sociocultural analysis. Science Education vol 83 (2) s. 179-211.
35. Metsämuuronen, J. 2000a. Laadullisen tutkimuksen perusteet. Metodologia – sarja 4. Jaabes OÜ, Viro.
36. Metsämuuronen, J. 2000b. Mittarin rakentaminen ja testiteorian perusteet. Metodologia – sarja 6. Jaabes OÜ, Viro.
37. Metsämuuronen, J. 2000c. Tilastollisen kuvauksen perusteet. Metodologia – sarja 2. Jaabes OÜ, Viro.
38. Metsämuuronen, J. 2004. Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä. Metodologia – sarja 9. Gummerrus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
39. Montonen, M. 2003. Uudistuva lukion kemian opetussuunnitelma. Dimensio 6/2003, s. 14 -15.
40. Opetushallitus 1993. Yrittäväksi koulussa – kasvatus yrittäjyyteen. Tammer - Paino Oy, Tampere.
41. Osborne, J. & Collins, S. 2001. Pupils' and parents' views of the school science curriculum. International Journal of Science Education, vol.23, s. 441-467.
42. Opetushallitus 2004a. Voimassa olevat opetussuunnitelmien ja tutkintojen perusteet.
<http://www.oph.fi/SubPage.asp?path=1,17627,927>. 22.10.2004.

43. Parikka, M. 2001. Teknologiakasvatuksen arvopohja ja eettiset haasteet. *Dimensio* 5/2001, s. 50-53
44. Parikka, M. 1997. Teknologinen yleissivistys peruskoulu- ja lukiokasvatuksen tavoitteena. Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto, Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30
45. Parikka, M. & Rasinen, A. 1994. Teknologiakasvatuskokeilu. Kokeilun tavoitteet ja opetussuunnitelman lähtökohdat. Jyväskylän yliopisto, Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 15.
46. Pohjakallio, M. & Vornamo, H. 2003. Yhteistyö ja aika edellytyksenä, Kemian uuden oppimis- ja opetuskulttuurin juurtuminen. *Dimensio* 3/2003. S. 17-19.
47. POPS 1994. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, Helsinki.
48. POPS 2004. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, Helsinki. http://www.oph.fi/info/ops/pops_web.pdf (16.5.2004 klo 14.13)
49. Solomon, J. 1994. Knowledge, Values, and Public Choice of science Knowledge. Teoksessa Aikenhead G. & Solomon J. (ed.) *STS Education, International perspectives on reform*. Teachers College Press, New York, s.99-110.
50. TAT, Taloudellinen Tiedotustoimisto 2002. Opettajien mielipiteitä koulujärjestelmästä. Vientipaino Oy, Helsinki.
51. Teknologia teollisuus 2004. Teknologian opetuksen tavoitteet. <http://www.teknologiateollisuus.fi/index.php?m=4&s=4&id=2017>, 22.10.2004.
52. Tuovinen, M. 1998. Responsible care – vastuu huomisesta – ohjelma osaksi kouluyhteistyötä. Kemian laitos, Helsingin yliopisto.
53. Uusitalo, H. 1998. Tiede, tutkimus ja tutkielma, johdatus tutkielman maailmaan. WSOY, Juva
54. de Vos, W., Bulte, A. & Pilot, A. 2002. Chemistry curricula for general education: analysis and elements of a design. Teoksessa Gilbert J.K. (ed) *Chemical Education: Towards research – based practice*, Kluwer Academic Publishers, Alankomaat. s.101-124.
55. Wright von, G. H 1995. Tiede ja ihmisjärki. Otava, Helsinki.
56. Yager, R. 1991. The centrality of practical work in the Science/Technology/Society movement. Teoksessa Woolnought, B.E. (ed.) *Practical science: the role and reality of practical work in school science*, Open University Press, Buckingham, s. 21- 30.
57. Zumdhal, S. 1997. *Chemistry*, fourth edition. Houghton Mifflin Company. Boston

LIITE 1

TEEMAHAASTATTELUN RUNKO

1. Taustatiedot

- ◆ Opetuskokemus
- ◆ Koulutustausta
- ◆ Opetettavat aineet
- ◆ Muu työkokemus
- ◆ Koulun tilat opettaa kemiaa

2. Uusi opetussuunnitelma

- ◆ Mitä ajatuksia opetussuunnitelma herättää?

3. Kemian ja yhteiskunta

- ◆ Miten ilmenee yhteiskunnassa?
- ◆ Tuleeko esille opetuksessa, miten?
- ◆ Ymmärtääkö oppilas yhteyden?
- ◆ Oma kanta?

4. Kemia ja teknologia

- ◆ Miten ilmenee teknologiassa?
- ◆ Tuleeko esille opetuksessa?
- ◆ Ymmärtääkö oppilas yhteyden?
- ◆ Oma kanta?

5. Koulu – yritys-yhteistyö

- ◆ Onko toteutettu, miten?
- ◆ Hyödyt/haitat?
- ◆ Oppilaan reaktiot
- ◆ Yhteistyökumppanit
- ◆ Oma kanta?

6. Materiaali

- ◆ Arkipäiväinen materiaali
- ◆ Työmäärä
- ◆ Tarpeellisuus
- ◆ Oppikirjat
- ◆ Oma kanta

LIITE 2

Kysymysten 15 ja 17 väliset korrelaatiot.

			ky15	ky17
Kendall's tau_b	ky15: Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian alan yrityksistä.	Correlation Coefficient	1.000	-.661(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.001
		N	18	18
	ky17: Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian asemasta yhteiskunnassa	Correlation Coefficient	-.661(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	.
		N	18	18
Spearman's rho	ky15 Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian alan yrityksistä.	Correlation Coefficient	1.000	-.749(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	18	18
	ky17 Oppilaat ovat kiinnostuneet kemian asemasta yhteiskunnassa	Correlation Coefficient	-.749(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	18	18

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Kysymysten 12 ja 22 väliset korrelaatiot.

			ky12	ky22
Kendall's tau_b	ky12	Correlation Coefficient	1.000	-.791(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	18	18
	ky22	Correlation Coefficient	-.791(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	18	18
Spearman's rho	ky12	Correlation Coefficient	1.000	-.848(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	18	18
	ky22	Correlation Coefficient	-.848(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	18	18

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

LIITE 3

Annukka Lauho
Kemian aineenopettajakoulu
annukka.lauho@helsinki.fi
puh. 050 3062068

KYSELYLOMAKE

Syksy 2004

Hyvä vastaaja!

Tämä kyselylomake on osa Helsingin yliopiston kemian laitokselle tehtävää Pro gradu tutkielmaani. Tutkimustulokset käsitellään luottamuksellisesti.

OSA 1

1. Olen

Nainen Mies

2. Olen opettaja kunnassa.

3. Olen toiminut opettajana

alle vuoden 1-5 vuotta 6-10 vuotta
11-15 vuotta 16-20 vuotta yli 20 vuotta

4. Opetan kemiaa

peruskoulussa lukiossa
Muualla, missä? _____

5. Kemiaa lisäksi opetan

matematiikkaa fysiikkaa
biologiaa maantietoa
tietotekniikkaa
Muu, mikä? _____

6. Olen opiskellut kemiaa

approbaturin cum lauden
laudaturin jatko-opintoja
Muu, mikä? _____

7. Olen opettanut seuraavia kursseja

Lukio1: Kemia – kokeellinen luonnontiede
Kemian elementit
Lukio 3: Elämän kemia
Lukio 4: Tutkimus, teknologia ja ympäristö
Lukio 5: Reaktiot ja tasapainot
Muu, mikä? _____

Luettele peruskoulussasi 7-9 luokille tarjottavat kemian kurssit.

OSA 2

Vastaa seuraaviin väittämiin numeroilla 1 – 5, joissa 1 = täysin samaa mieltä ja 5 = täysin eri mieltä.

	1	2	3	4	5
8. Kemia on helppo yhdistää yhteiskuntaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Kemian oppikirjat antavat tarpeeksi kattavan kuvan kemian yhteiskunnallisesta ja teknologisesta asemasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Koulu-yritys-yhteistyö on oleellinen osa kemian opetustani	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Kemian teknologisista sovelluksista saa hyviä esimerkkejä opetukseen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Käytän usein materiaalia, jossa kemiaa sovelletaan arkipäivään	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Teknologia kuulu osaksi opetustani, ja myös oppilaat ymmärtävät sen yhteyden kemiaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Koen kemian yhteiskunnallisen aseman vaikeana keskustelunaiheena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Oppilaat eivät ole kiinnostuneet kemian alan yrityksistä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Koulun ulkopuolisten yhteistyökumppaneiden löytäminen on vaikeaa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Oppilaat ovat kiinnostuneita kemian asemasta yhteiskunnassa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Jokaisen oppilaan tulisi ymmärtää teknologisen kehityksen merkitys yhteiskunnalle ja yksilölle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Yhteiskunnallisen/teknologisen näkökulman ottaminen opetukseen lisää työmäärää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Teknologiasta on vaikea löytää kemiaa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Oppilaille on tarpeellista kertoa kemian tarjoamista työmahdollisuuksista vain syventävillä kursseilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. On vaikea löytää arkipäivän kemiaan liittyvää opetusmateriaalia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. On ymmärrettävä kemian teoria, ennen kuin kemiaa voi soveltaa arkipäivään	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OSA 3

24. Koulu – yritys-yhteistyö on toteutunut koulussani

Yritysvierailu Opintokäynti
 Vieraileva luennoitsija Yritysten materiaalin hyödyntäminen

Muu, Mikä? _____

25. Kerro omin sanoin toteutuneesta koulu – yritys-yhteistyöstä.

26. Kerron oppilailleni kemian alan tarjoamista työmahdollisuuksista (valitse annetuista vaihtoehdoista **vain yksi**).

Jokaisella kurssilla Kysyttäessä
Vain syventävillä kursseilla

27. Mistä kemian alan työtehtävistä olette oppilailenne kertoneet?

28. Valitse alla olevista vaihtoehdoista **ne neljä**, jotka parhaiten mielestäsi opetusmielessä edustaa kemian yhteiskunnallista ja teknologista asemaa.

Maa- ja metsäteollisuus	<input type="checkbox"/>	Bioteknologia	<input type="checkbox"/>
Elintarviketeollisuus	<input type="checkbox"/>	Rakennusteollisuus	<input type="checkbox"/>
Maali- ja pinnoiteteollisuus	<input type="checkbox"/>	Lääketeollisuus	<input type="checkbox"/>
Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	<input type="checkbox"/>	Muoviteollisuus	<input type="checkbox"/>
Kosmetiikkateollisuus	<input type="checkbox"/>	Energia	<input type="checkbox"/>

29. Valitse vaihtoehdoista ne, joista olette löytäneet arkipäivän esimerkkejä kemian opetuksenne tueksi.

Oppikirjat	<input type="checkbox"/>	Ammattikirjallisuus ja lehdet	<input type="checkbox"/>
Internet	<input type="checkbox"/>	Teollisuuden materiaali	<input type="checkbox"/>
Media	<input type="checkbox"/>	Kotiympäristö	<input type="checkbox"/>
Muu, mikä?	<hr/>		

30. Kerro käyttämästänne materiaalista.

31. Valitse alla olevista vaihtoehdoista **ne kolme**, jotka parhaiten kuvaavat tämän hetkistä kemian opetustanne.

Pääosin teoriaa	<input type="checkbox"/>	Oppikirjasidonnaista	<input type="checkbox"/>
Paljon kokeellisuutta	<input type="checkbox"/>	Projektityöskentely	<input type="checkbox"/>
Vähän kokeellisuutta	<input type="checkbox"/>	Keskustelu	<input type="checkbox"/>
Ongelmalähtöinen opiskelu	<input type="checkbox"/>	Luennointi	<input type="checkbox"/>
Paljon yhteistyötä yritysten kanssa	<input type="checkbox"/>		
Muu, mikä?	<hr/>		

32. Oletteko toteuttaneet oppilailenne laajempia tutkimuksia tai projekteja, joissa lähtökohtana on jokin arkipäiväinen ilmiö ja siihen liittyvä kemia?

Kyllä

En

Jos vastasitte kyllä, kerro omin sanoin tutkimuksen/projektin toteutumisesta.

OSA 4

33. Luettele kolme yhteiskunnallista asiaa, joissa erityisesti kemia ilmenee.

34. Luettele kolme teknologista innovaatiota, joissa erityisesti kemia ilmenee.

Mahdollista syventävää haastattelu varten voitte jättää yhteistietonne

Nimi: _____

Puh: _____

Sähköposti: _____

KIITOS VASTAUKSESTANNE!!