

**Veden kemian ja sen tutkimuksellisen opiskelun kiinnostavuus
peruskoulussa**

Simo Tolvanen
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Maija Aksela
Kemian opettajakoulutusyksikkö
Kemian laitos
Helsingin yliopisto
16.11.2011

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos Institution – Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Kemian laitos	
Tekijä/Författare – Author			
Simo Tolvanen			
Työn nimi Arbetets titel – Title			
Veden kemian ja sen tutkimuksellisen opiskelun kiinnostavuus peruskoulussa			
Oppiaine Läroämne – Subject			
kemia (kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto)			
Työn laji Arbetets art – Level	Aika Datum – Month and year	Sivumäärä Sidoantal – Number of pages	
pro gradu -tutkielma	11/2011	51 + 11	
Tiivistelmä Referat – Abstract			
<p>Kemian osaaminen on keskeisestä puhtaan veden saatavuuden turvaamisessa. Veden happamuutta ja siihen liuenneiden aineiden määrää tutkimalla saadaan tietoa veden käyttökelpoisuudesta, ja vettä voidaan puhdistaa kemian menetelmien avulla. Tässä tutkimuksessa aiheena oleva vesi on peruskoulun kemian opetuksessa oleellinen aihe kemian eri ilmiöiden opiskelussa.</p> <p>Nuorten kiinnostus kemian opiskelua kohtaan on useissa kansainvälisissä tutkimuksissa todettu vähäiseksi. Kansainvälisenä kemian vuonna 2011 yhtenä päätavoitteena on lisätä nuorten kiinnostusta kemiaa kohtaan. IUPAC ja UNESCO järjestivät vuoden johdosta maailmanlaajuisen tutkimusprojektin, jossa oppilaat keräävät tietoa luonnon tilasta neljän vesitutkimuksen kautta. Projektin sisältyy mahdollisuus raportoida eri puolilla maailmaa saadut tulokset verkkoon kaikkien osallistuneiden koulujen ja tutkijoiden nähtäville. Vastaavassa mittakaavassa toteutettua kansainvälistä kemian projektia ei ole suoritettu aiemmin, eikä vastaavien projektien vaikutusta oppilaiden kiinnostukseen ole tutkittu.</p> <p>Oppilaiden kiinnostusta veden kemian opiskeluun ei ole aikaisemmin tutkittu. Heidän kiinnostuksensa tunteminen on tärkeää, sillä kiinnostus vaikuttaa siihen mitä ja miten oppilas oppii. Kokeellinen työskentelyn on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu kiinnostavan oppilaita. Erityisen tehokkaana kokeellisen työskentelyn muotona pidetään tutkimuksellista kokeellisuutta, jossa opiskelijat pyrkivät jäljittelemään enemmän tieteen tapaa tehdä tutkimusta. Tutkimuksellisen oppiminen on havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa vaikuttavan positiivisesti kemian kiinnostukseen ja sen oppimiseen.</p> <p>Tässä tutkimuksessa veden kemian ja kansainvälisen vedentutkimusprojektin vaikutusta oppilaiden kiinnostukseen tutkittiin survey-tutkimuksella. Siihen vastasi 86 suomalaista peruskoulun yläluokkien oppilasta. Tutkimus suoritettiin keväällä 2011 ja saadut vastaukset käsiteltiin tilastollisesti. Aineistosta määritettiin tilastollinen korrelaatio kolmen taustamuuttujan ja veden kemian osa-alueiden välillä. Taustamuuttujien, jotka olivat kemian kiinnostavuus, kemian osaaminen ja kokeellisuudesta pitäminen, osoitettiin korreloivan tilastollisesti merkittävällä tavalla (kaksisuuntainen korrelaatio merkittävyystasolla 0,01 tai 0,05) yhtä lukuun ottamatta kaikkien tutkittujen veden kemian osa-alueiden kanssa.</p> <p>Tutkimus osoitti, että töiden tekeminen vaikutti sekä oppilaiden tilannekohtaiseen kiinnostukseen että henkilökohtaiseen kiinnostukseen. Tämä on merkittävä tulos, sillä jälkimmäistä kiinnostuksen tyyppiä pidetään pitkälle kehittyneenä kiinnostuksen muotona ja edellytyksenä kemian syväiselle osaamiselle. Kansainvälisen vesiprojektin töiden tekemisen vaikutus kemian kiinnostavuuteen vaihteli oppilaiden välillä.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan todeta, että vesitutkimusten suorittaminen on hyvä teema opettaa kemiaa. Veden kemiassa on kaikkia kiinnostavia aihealueita ja sen tutkiminen kokeellisesti vaikuttaa positiivisesti kiinnostukseen. Jatkoissa olisi hyvä tutkia vielä tarkemmin, miten tutkimuksellinen kokeellisuus vaikuttaa kiinnostuksen kehittymiseen ja miten pitkäkestoinen vaikutus on kyseessä. Tulosten perusteella voidaan suositella tutkittujen töiden käyttöä peruskoulun yläluokkien kemian opetuksessa. Tutkimusta voidaan soveltaa kiinnostuksen tutkimiseen myös muissa tutkimuksellisen oppimisen projekteissa. Tuloksia vedentutkimuksen kiinnostavuudesta voidaan soveltaa myös tilanteisiin, joissa suoritetaan luonnontutkimusta kokeellisesti osana kemian opiskelua yläkoulussa.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
kemia, kemian opetus, vesi, kokeellisuus, kiinnostus, tutkimuksellinen oppiminen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Kemian laitos			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			
Ohjaaja: Maija Aksela			

Sisällys

Veden kemian ja sen tutkimuksellisen opiskelun kiinnostavuus peruskoulussa	1
1 Johdanto.....	1
2 Veden kemiaa	3
2.1 Yleistä.....	3
2.2 Juomavedenpuhdistuksen kemiaa	6
2.3 Liukoisuus.....	9
2.4 Happamuus	12
3 Kokeellinen kemian opetus.....	13
3.1 Yleistä.....	13
3.2 Kemian tutkimuksellinen kokeellisuus.....	14
4 Kemian kiinnostavuus	18
4.1 Yleistä.....	18
4.2 Oppilaiden kiinnostus kemiaan	22
4.3 Oppilaiden kiinnostus kokeelliseen kemiaan.....	24
5 Tutkimus	25
5.1 Tavoitteet	25
5.2 Tutkimuskysymykset.....	25
5.3 Menetelmä.....	25
5.4 Aineiston analyysi	31
5.5 Luotettavuus.....	32
6 Tulokset	34
6.1 Veden kemian kiinnostavuus	34
6.2 Tehtyjen töiden vaikutus kemian opiskelun kiinnostavuuteen	38
7 Johtopäätökset ja pohdinta.....	41
7.1. Veden kemian kiinnostavuus	41
7.2 Tehtyjen töiden vaikutus kemian opiskelun kiinnostavuuteen	42
7.3 Tutkimuksen merkitys	43

LÄHTEET

LIITTEET

1 Johdanto

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa mainitaan yhdeksi opetussisällöksi "vesi ja veden ominaisuuksia, kuten happamuus ja emäksisyys" (Anon., 2004). Veden kemiaa käsitellään oppikirjoissa laajasti ja se toimii usein kontekstina kemian käsitteiden ja ilmiöiden opettamiselle. Esimerkiksi happamuutta ja liukoisuutta käsitellään usein nimenomaan veden avulla. Veden kemian opetusta peruskoulussa ei ole tutkittu erillisenä kemian osa-alueena, mutta yleisesti tutkimuksissa on havaittu, etteivät länsimaalaiset oppilaat pidä kemiaa usein oman tulevan työnsä kannalta relevanttina aiheena (J. Lavonen, 2009; Sjøberg & Schreiner, 2010).

Olisi kuitenkin tärkeää löytää tapoja opettaa kemiaa, jotka kiinnostavat oppilaita, sillä oppilaiden tärkeänä pitämien aiheiden käsittely nautittavalla tavalla voi vahvistaa heidän kiinnostustaan kemian oppimista kohtaan (Ainley & Ainley, 2011).

Kiinnostuksen on havaittu vaikuttavan oppimiselle asetettuihin tavoitteisiin ja käytettyihin oppimisstrategioihin (Hidi & Renninger, 2006). On myös havaittu, että oppilaan kiinnostus kemian opiskelua kohtaan riippuu aiheesta, tehtävästä ja kontekstista, jossa aihetta käsitellään (Parchmann et al., 2006). Veden kemia on tässä työssä tarkastellun opetuksen aihe, tehtävänä on kokeellinen työskentely ja kontekstina vesitutkimusprojektiin osallistuminen.

Tarkasteltu Vesi – Kemiallinen liuos on yksi Kansainvälisen kemian vuoden 2011 aikana toteutetuista projekteista, joiden tarkoituksena oli juhlistaa kemiaa ja tuoda se ihmisten nähtäville. IUPAC ja UNESCO kehittivät yhteistyönä Vesi – Kemiallinen liuos (Water: A Chemical Solution) -projektin, jonka sisältämien oppilastöiden tavoitteena on tuottaa tietoa vesistöjen tilasta eripuolilla maailmaa. Tällaista laajamittaista oppilaiden suorittamaa tiedonkeruuta ei ole aiemmin toteutettu, ja tutkimuskohteena kansainvälinen vedentutkimusprojekti onkin ainutlaatuinen ja sen vaikutus oppilaiden kiinnostukseen tuntematon.

Projektiin kuuluu neljä kokeellista tutkimustyötä, sekä verkkosivusto, jolla sijaitsevalle kartalle koulut voivat lisätä suorittamiensa vesitutkimusten tuloksia. Yhdessä töistä mitataan luonnonveden happamuutta (IUPAC & UNESCO, 2011a), toisessa meriveden suolapitoisuutta (IUPAC & UNESCO, 2011b), kolmannessa oppilaiden tehtävänä on

suunnitella auringon lämmöllä toimiva tisluslaite (IUPAC & UNESCO, 2011c) ja neljännessä puhdistetaan pintavettä juomakelpoiseksi (IUPAC & UNESCO, 2011d). Kaikissa näissä töissä on veden kemian tutkimisen lisäksi tavoitteena esittää oppilaille miten tärkeää puhdas vesi on ihmisille ja miten kemian tiedot ja taidot voivat auttaa maailmanlaajuisesti ratkaisemaan veden saatavuuteen ja puhtauteen liittyviä ongelmia.

Vesi – Kemiallinen liuos - projektiin osallistuu Suomessa useita kouluja. Jotta projektin vaikutuksista oppilaiden kiinnostukseen saataisiin tarkempi käsitys, tässä työssä tutkitaan projektin kokeellisten töiden vaikutusta oppilaiden kiinnostukseen kemiaa kohtaan. Samassa yhteydessä haluttiin myös selvittää, mitä veden kemiaan liittyviä alueita oppilaat pitävät kiinnostavina. Tutkimuksen kohderyhmäksi rajattiin peruskoulun yläluokkien oppilaat.

Tämä työ sisältää seitsemän lukua. Luvut 2-4 muodostavat tarkastelun teoreettisen viitekehyksen, ja luvuissa 5-7 esitetään suoritettu tutkimus ja saadut tulokset. Johdannon jälkeisessä luvussa kaksi käsitellään veden kemiaa siinä laajuudessa, kun sitä on käsitelty Vesi – Kemiallinen liuos -projektin osatöissä. Luvussa kolme käsitellään kokeellista kemian opiskelua ensin yleisesti ja sitten tutkimuksellisen oppimisen näkökulmasta. Luvussa neljä käydään läpi kiinnostuksen teoriaa yleisellä tasolla ja esitetään aiempaa tutkimusta oppilaiden kiinnostuksesta kemiaan ja kokeellisuuteen. Luvussa 5 esitetään suoritettun kyselytutkimuksen rakenne, tulosten tilastollisen käsittelyn teoriaa ja luotettavuustarkastelu. Luvussa kuusi esitetään tutkimuksen tulokset ja luvussa seitsemän tarkastellaan tuloksia lukujen 2-4 tarjoamassa teoreettisessa viitekehyksessä.

2 Veden kemiaa

2.1 Yleistä

Vesi peittää alleen noin 70 % maapallon pinnasta. Yli 97 % planeetan vedestä on merivettä ja jäljelle jäävästä makeasta vedestä suurin osa on jäätä. Loput vedestä on jakautunut ilmaan, pohjaveteen ja pintaveteen. (esim. Manahan, 2005) Jackson et al. (2001) toteaa erinäisten lähteiden perusteella pohjaveden koostuvan hitaasti, satojen tai tuhansien vuosien aikana vaihtuvasta vedestä ja uusiutumattomasta "fossiilisesta pohjavedestä", joka on jäännös kosteammasta ilmastosta (Jackson et al., 2001).

Ihmiset käyttävät pääasiassa makeaa vettä, jota saadaan pohja- ja pintavedestä. Joillakin alueilla käytetään kuitenkin myös merivettä tai suolaista pohjavettä. Vettä käytetään mm. sähköntuotannossa, kastelussa, teollisuudessa ja ihmisten ja karjan juomavetenä. (esim. Manahan, 2005) Maatalouden osuus kaikesta makean veden kulutuksesta on noin 87 % (Pimentel et al., 1997).

Vesi jakautuu planeetalla epätasaisesti ja ihmisten määrä lisääntyy jatkuvasti. Veden riittävyydelle on kaksi uhkaa: veden liikakäyttö, joka voi aiheuttaa pinta- ja pohjavesivarojen ehtymisen alueilla, joilla käyttö ylittää vesivarojen uusiutumisen, ja saasteet, jotka voivat tehdä vedestä käyttökelvotonta. (Cassardo & Jones, 2011) Etenkin fossiilisen pohjaveden käytössä on ongelmansa, sillä se ei uusiudu lainkaan.

Ongelmana on myös se, että luonnonvesien muodostamat systeemit ovat hyvin monimutkaisia ja niiden kemiaa on vaikea ymmärtää (esim. Manahan, 2005). Esimerkiksi ihmisten maanmuokkauksen ja lisääntyvän vedenkäytön, tai ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset veden kierrossa ja saatavuudessa, ovat vielä osin tuntemattomia (Ainley & Ainley, 2011; Cassardo & Jones, 2011). Myös alueilla, joilla vettä on riittämiin, sen ohjaamista esimerkiksi kasteluun tai talousvedeksi voivat rajoittaa ympäristön ja ihmisten viihtyvyyden asettamat rajoitukset (Pimentel et al., 1997).

Yksi tapa tarkastella vedenkulutusta on vesijalanjälki. Vesijalanjälki pyrkii mittaamaan kaiken sen veden, jota tuotteen valmistamiseen kulutetaan. Vesijalanjälki voidaan laskea tuotteen lisäksi myös esimerkiksi valtiolle, jolloin selvitetään valtion sisäinen vedenkulutus ja

valtioon muualta tuotujen tuotteiden valmistuksen kuluttama vesimäärä. (Chapagain & Orr, 2009) Tuotteen vesijalanjälki määritetään valmistuksessa kuluneiden vesikuutioiden suhteena tuotteen määrään tonneina. Vesijalanjälki koostuu kolmesta osasta: Vihreä vesi on sadevettä, joka haihtuu esimerkiksi kasvin viljelyalalta. Sininen vesi on uusiutuvasta pinta- tai pohjavesilähteestä otettua haihtuvaa kasteluvettä, ja harmaa vesi on valmistuksen aikana saastunutta makeaa vettä. (Chapagain & Hoekstra, 2011)

Vesijalanjäljen laskemiseksi on kehitetty useita laskureita (Teknillisen korkeakoulun Vesi ja kehitys-tutkimusryhmä & Vesialan ammattilainekerho AKVA, 2007; Water Footprint Network, 2011) ja niiden käyttöön kouluissa on kehitetty myös erilaisia ohjeita ja tehtäviä (Jauhainen & Loukola, 2011).

Veden epätasaisen jakautumisen ja veden kulutuksen käsittely koulussa voi auttaa oppilaita ymmärtämään veteen liittyvien ongelmien tärkeyden ja siten motivoida heitä aiheeseen liittyvän kemian opiskeluun. Tämä on myös Vesi – Kemiallinen liuos -projektin kokeellisten töiden tavoite ja niissä käsitelläänkin veden kemian lisäksi myös laajasti ympäristökysymyksiä.

Vesiprojektin neljässä osatyössä käsitellään pääasiassa kolmea kemian osa-aluetta (ks. kuva 1): erilaisia erotusmenetelmiä, liukoisuutta ja happamuutta. Erotusmenetelmien kontekstina on vedenpuhdistus, jota käsitellään Puhdasta vettä -työssä ja Aurinkotislaus-työssä. Liukoisuus on keskeisessä osassa Suolaiset vedet -työssä, mutta sitä käsitellään myös Planeetan pH -työssä, joka keskittyy happamuuteen.

2.2 Juomavedenpuhdistuksen kemiaa

Vedenpuhdistusmenetelmä riippuu siitä, mihin käyttötarkoitukseen puhdistettua vettä tarvitaan. Puhdistettaessa juomavettä kotitalouskäyttöön veden tulee olla paitsi turvallista juoda, myös miellyttävän hajuista ja makuista. Tätä varten juomaveden sisältämille epäpuhtauksille on asetettu enimmäisrajat, joiden alle jäävät pitoisuudet katsotaan turvalliseksi. (esim. VanLoon & Duffy, 2011)

Juomavedeksi puhdistetaan yleensä vettä, joka on jo valmiiksi melko puhdasta, mikä asettaa vaatimuksia jätevesienkin käsittelylle. Puhdistuksessa pyritään poistamaan vedestä sameus, myrkylliset yhdisteet ja haitalliset mikrobit. (esim. Vanloon & Duffy, 2011)

Vedenpuhdistusta käsiteltiin kahdessa projektin työohjeista. Puhdasta vettä -työssä puhdistetaan pintavedestä otettu näyte juomavedeksi. Puhdistukseen kuuluu viisi vaihetta: ilmaus, koagulaatio, sedimentaatio, suodatus ja desinfiointi. Aurinkotislaus-työssä puhdistetaan likaista suolavettä tislaamalla sitä auringon energialla. Tislaaminen, sedimentaatio ja suodatus, ovat fysikaalisia prosesseja, mutta Suomessa erilaiset erotusmenetelmät opetetaan osana kemian oppimäärää (Anon., 2004) ja siksi niiden käsittelyä kemian opetuksessa ei voida sivuuttaa.

2.2.1 Ilmaus

Ilmauksen tarkoituksena on, että veteen liuenneet kaasut ja helposti haihtuvat yhdisteet siirtyvät vedestä ilmaan. Tällaisia yhdisteitä ovat esimerkiksi vetysulfidi, hiilidioksidi, metaani ja bakteerien aineenvaihduntatuotteet. Lisäksi ilmaus muuttaa liuenneita rauta(II)-ioneja rauta(III)-ioneiksi, jotka eivät liukene veteen. (esim. Manahan, 2005)

Puhdasta vettä -työssä vedenpuhdistus aloitetaan pintavedestä otetun näytteen ilmauksella. Ilmauksessa vettä siirretään astiasta toiseen ja ravistetaan suljetussa pullossa, jotta mahdollisimman suuri vesipinta-ala pääsisi kosketukseen ilman kanssa.

2.2.2 Koagulaatio

Ilmauksen jälkeen vesinäytteen puhdistamiseksi siihen lisättiin kalialunaa ($\text{KAlSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). Kalialuna ja muut alunat toimivat koagulantteina, jotka poistavat vedestä hienojakoisia hiukkasia, kolloideja, jotka eivät poistuisi pelkän sedimentaation avulla (esim. Manahan, 2005).

Kun alunaa lisätään veteen, se hydrolysoituu emäksisyyttä vähentävässä reaktiossa, kuten esimerkiksi reaktiossa 2.1. (esim. Manahan, 2005)

(2.1)

Syntyvä sakka sitoo itseensä kiinteää ainesta ja poistaa sitä siten vedestä. Al^{3+} -ionit synnyttävät todennäköisesti myös dimeerejä ja polymeerejä, jotka sitovat itseensä kolloidisia hiukkasia. (esim. Manahan, 2005)

2.2.3 Sedimentaatio ja suodatus

Sedimentaatiovaiheessa alunan lisäyksen jälkeisessä koagulaatiossa syntyneet raskaammat hiukkaset ja alumiinihydroksidi laskeutuvat painovoiman vaikutuksesta astian pohjalle. Sakka vetää mukanaan myös sellaista ainetta, joka ei kemiallisesti sitoutunut siihen, mutta jäi vangiksi sakan sisään (esim. VanLoon & Duffy, 2011). Sedimentaatiossa syntyvän lietteen päälle jäävä selvempi vesi suodatetaan hiekkasuodattimella.

Hiekkasuodattimessa vedestä puhdistuu se kiinteä aines, joka ei vajonnut pohjaan sedimentaatiiossa. Hiekkasuodatin rakennetaan yleensä siten, että hiekkaa kerrostetaan karkeusjärjestyksessä: päällimmäiseksi karkein ja alimmaiseksi raekooltaan hienoin hiekka. Tällainen rakenne ehkäisee suodattimen tukkeutumista. (esim. Manahan, 2005). Puhdasta vettä -työssä kerrostusjärjestys on kuitenkin päinvastainen. Tällä järjestyksellä pyritään ilmeisesti mallintamaan maa-aineksen luontaista kerrostumista maaperässä.

Hiekkasuodatin, jossa hieno hiekka on päällimmäisenä, voidaan rakentaa myös tilanteessa, jossa vesi suodatetaan jo ennen sedimentaatiota. Tällöin myös koaguloitunut aines toimii suodattimena jäädessään hiekan pinnalle (esim. Manahan, 2005).

2.2.4 Desinfointi

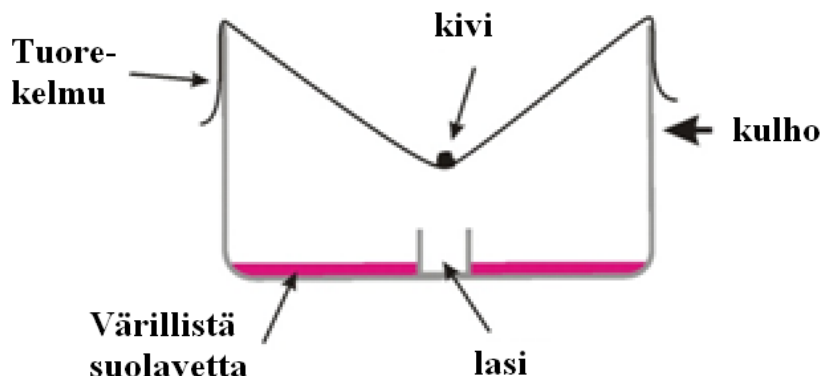
Puhdasta vettä -työssä veden desinfiointiin käytetään natriumhypokloriittia NaOCl. Natriumhypokloriitti hajoaa vedessä natrium- ja hypokloriitti-ioneiksi (esim. VanLoon & Duffy, 2011). Hypokloriitti-ioni ja hypokloriittihappo muodostavat veden vapaan kloorin, joka tappaa bakteereita tehokkaasti (esim. Manahan, 2005). Hypokloriitti tuhoaa bakteereita ja jossain määrin myös viruksia, sekä korkeina pitoisuuksina itiöitä (McDonnell & Russel, 1999). Hypokloriitti-ioni ja hypokloriittihappo eivät kuitenkaan ole steriloivia, eli niiden käyttö ei tuhoa kaikkia pieneliöitä vedestä (Zehnder, 2006).

Hypokloriittihappo on tehokkaampi desinfiointiaine kuin hypokloriitti-ioni (McDonnell & Russel, 1999). Hypokloriittihapon ja sen vastinionin toimiminen desinfiointiaineena riippuu liuoksen happamuudesta. Optimaaliseksi pH:ksi on mainittu ainakin noin 6 (Rutala & Weber, 1997), 7,4–7,6 (Pinto & Rohrig, 2003) ja alle seitsemän (esim. VanLoon & Duffy, 2011). Erot vaikuttavat johtuvan siitä, mitä pidetään desinfioinnin kannalta sopivana hypokloriittihapon ja hypokloriitti-ionin suhteen vedessä.

Toisin kuin Puhdasta vettä -työssä, hypokloriitteja ei yleensä käytetä juomaveden desinfiointiin. Hypokloriittihappo voi reagoida veteen liuenneen humuksen kanssa, jolloin syntyy metaanin halogeeniyhdisteitä CHX_3 , esimerkiksi trikloorimetaania. Hypokloriitin sijaan voidaan käyttää klooridioksidia, joka ei muodosta tällaisia sivutuotteita humuksen kanssa. (esim. VanLoon & Duffy, 2011)

2.2.5 Tislaus

Aurinkotislaus-työssä oppilaat rakentavat kuvan 2 tislauslaitteiston, jossa auringonvalo höyrystää suolaista, elintarvikeväriä värjättyä vettä. Höyrystynyt vesi tiivistyy nesteeksi laitteiston peittävällä muovikelmulla ja valuu siitä erilliseen astiaan, joka on sijoitettu kelmussa olevan painauman alapuolelle.



Kuva 2. Aurinkotislaus-työssä meriveden puhdistamiseksi rakennettu laitteisto. Alkuperäinen kuva Solar Stills Challenge -työohjeesta (IUPAC & UNESCO, 2011c).

Ensimmäiset aurinkotislausta suolanpoistossa hyödyntävät laajemman mittakaavan laitteistot muistuttivat ulkonäöltään hyvin paljon kuvan 2 laitteistoa, tosin tislattu vesi kerättiin laitteiston ulkopuolelle. Aurinkotislauslaitteistojen ongelmana on ollut korkeat valmistuskustannukset, joiden takia edes ilmainen aurinkoenergia ei riitä kattamaan kuluja. Laitteistoista on pyritty tekemään kannattavia alentamalla materiaalikustannuksia, parantamalla laitteiston hyötysuhdetta ja kehittämällä keinoja varastoida lämpö siten, että tislausta voitaisiin jatkaa myös öisin. (Chaibi, 2000)

Aurinkotislaamaa on kuitenkin helppo käyttää ja huoltaa ilman ulkopuolista apua. Laitteisto voi tarjota keinon puhdistaa vettä alueilla, joilla on käytettävissä paljon suolaista vettä ja mahdollisuus varastoida puhdasta vettä taloudellisesti. Puhdistuksessa jätteenä syntyvä suolaliemi voi kuitenkin aiheuttaa ympäristöongelmia, mikäli sitä ei käsitellä oikein. (Chaibi, 2000)

2.3 Liukoisuus

Liukoisuutta käsiteltiin pääasiassa Suolaiset vedet -työn yhteydessä, mutta kaasujen liukenemista veteen käsiteltiin myös Puhdasta vettä - ja Planeetan pH -työssä.

Vesimolekyyli on poolinen, mikä tekee vedestä tehokkaan ioniyhdisteiden ja poolisten molekyylien liuottimen. Lisäksi molekyylin kyky muodostaa vetysidoksia auttaa joidenkin happea, typpeä tai vetyä sisältävien ionien ja molekyylien pitämisessä liuoksessa. Vetysidosten muodostaminen sitoo myös veteen varsinaisesti liukenemattomia pienhiukkasia, eli kolloideja. (esim. Manahan, 2005) Näiden kolloidien poistamiseen vaaditaan esimerkiksi kappaleessa 2.2 esitettyjä vedenpuhdistusmenetelmiä.

Kaasujen liukoisuus veteen määräytyy Henryn lain perusteella: (esim. Manahan, 2005)

$$[X(aq)] = KP_X \quad (2.2)$$

missä $[X(aq)]$ on kaasun konsentraatio vesiliuoksessa, P_X on kaasun osapaine ilmakehässä ja K on kerroin, joka riippuu kaasusta ja lämpötilasta. Veteen liukenevat kaasut voivat kuitenkin reagoida vedessä, jolloin $[X(aq)]$ pienenee ja kaasua liukenee lisää (esim. Manahan, 2005). Esimerkiksi hiilidioksidi voi muuttua liuetessaan hiilihapoksi, jolloin lisää hiilidioksidia liukenee veteen.

Merivesi muodostaa monimutkaisen systeemin, johon liuenneiden yhdisteiden suhteellinen osuus on lähes vakio eri puolilla valtameriä, mutta jossa esiintyy kuitenkin paikallista vaihtelua. Taulukossa 1 esitetään malli "referenssimeriveden" sisältämistä yhdisteistä. (Millero, Feistel, Wright, & McDougall, 2008)

Taulukko 1. Meriveden liuenneiden ionien massaosuudet ilmoitettuna grammoina liuennotta yhdistettä per kilogramma liuosta. Veden pH:ksi oletetaan 8,1. (Millero et al., 2008)

Liennut yhdiste	Massaosuus (g/kg)
Na ⁺	10,78145
Mg ²⁺	1,28372
Ca ²⁺	0,41208
K ⁺	0,39910
Si ²⁺	0,00795
Cl ⁻	19,35271
	2,71235
	0,10481
Br ⁻	0,06728
	0,01434
	0,00795
F ⁻	0,00130
OH ⁻	0,00014
B(OH) ₃	0,01944
CO ₂	0,00042
yht	35,16504

Meriveden referenssisuolapitoisuus on siis yhteensä 35,16504 g/kg. Referenssimerivesi on malli merestä, johon liuenneiden yhdisteiden osuudet on määritetty useiden eri arvioiden perusteella. Todellinen meriveden koostumus on tuntematon. (Millero et al., 2008)

Suolapitoisuuden ilmoittamiseen on kaksi yleistä suuretta. Absoluuttinen suolapitoisuus S_A määritetään haihuttamalla vesi ja punnitsemalla jäljellejäävä suola. (Millero et al., 2008) Tätä menetelmää on tarkoitus hyödyntää myös Suolaista vettä -työssä. Absoluuttisen suolapitoisuuden ongelmana on, että sen mittaaminen tarkasti on käytännössä mahdotonta. Absoluuttinen suolapitoisuus lasketaan usein määrittämällä veden kloori-ionipitoisuus Cl ja kertomalla se jollakin vakiotermillä. (F. J. Millero et al., 2008)

$$S_A = \alpha Cl = 1,815069Cl \quad (2.3)$$

Absoluuttisen suolapitoisuuden sijaan määritetään usein käytännön suolapitoisuus S , joka saadaan selville mittaamalla meriveden sähkönjohtavuutta. Käytännöllisen suolapitoisuuden määrittämiseksi meriveden sähkönjohtavuus mitataan lämpötilassa 15°C ja sitä verrataan standardikaliumkloridiliuoksen sähkönjohtavuuteen. Standardikaliumkloridiliuoksessa on 32,4356 gramma KCl:a liuotettuna yhteen kiloon vettä. (Millero et al., 2008)

Suolapitoisuuden määrittely klooripitoisuuden tai sähkönjohtavuuden perusteella antaa standarditilanteissa saman tuloksen, mutta mikäli veteen on liennut yhdisteitä poikkeuksellisesti, ne voivat poiketa toisistaan. (Millero et al., 2008) Murtovedet ja suistovedet poikkeavat sekä veden suolapitoisuudelta että liuenneiden aineiden osalta huomattavasti valtameristä, ja niiden suolapitoisuuksien määrittämiseksi tulee käyttää erilaisia vakioita. (Feistel et al., 2010; Millero, 1984).

2.4 Happamuus

Vesi on amfolyytti, eli se voi toimia joko happona tai emäksenä. Tästä johtuen vedessä tapahtuu autoprotolyysiä, eli kaksi vesimolekyyliä reagoi keskenään toisen toimiessa happona ja toisen emäksenä.

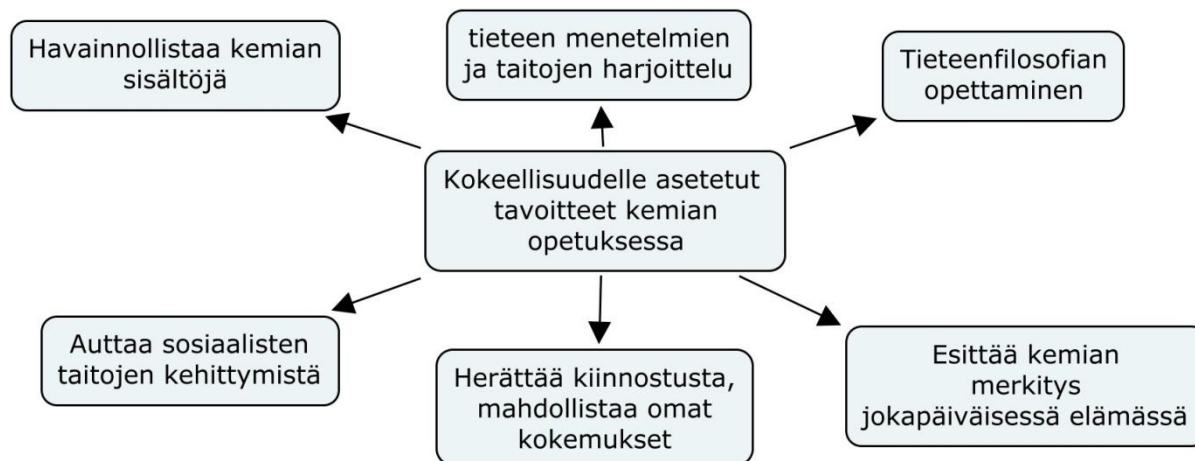
(2.3)

Neutraalissa vedessä oksoniumionikonsentraatio $[H_3O^+]$ ja hydroksidi-ionikonsentraatio $[OH^-]$ ovat yhtä suuret. Neutraalin veden $pH = 7,0$ kun lämpötila on $25^\circ C$. Veden autoprotolyysin tasapainovakio K_w pienenee lämpötilan laskiessa, mistä johtuen neutraalin veden pH on korkeampi alhaisissa lämpötiloissa. (esim. VanLoon & Duffy, 2011)

Veden happamuuteen voi vaikuttaa sinne liennut kiinteä aines. Esimerkiksi orgaaniset hapot laskevat pH :ta ja maa-aineksesta liukenevat karbonaatit tekevät vedestä emäksistä. Meriveden korkea pH (noin 8,2) johtuu liuenneista karbonaateista. (esim. VanLoon & Duffy, 2011) Suurin osa veden happamuudesta on kuitenkin peräisin siihen liukenevasta hiilidioksidista, joka reagoi veden kanssa muodostaen bikarbonaatti- ja karbonaatti-ioneja. Hiilidioksidia tulee veteen sekä ilmasta että vesieliöiden hengityksestä. Hiilidioksidi ja karbonaatti-ionin muodostamat niukkaliukoiset karbonaattisuolat puskuroivat luonnonvesiä äkillisiä pH -muutoksia vastaan. (esim. Manahan, 2005)

3 Kokeellinen kemian opetus

Englanniksi kemian opetukseen kuuluvasta kokeellisuudesta käytetään usein termiä *practical work*, *laboratory work*, tai *hands-on activity*. Kokeellisuus voidaan toteuttaa oppilaiden konkreettisen työskentelyn lisäksi myös esimerkiksi opettajan demonstraatioina. Myös arjessa aiemmin tehtyjen havaintojen palauttaminen mieleen ja oppimisen pohjana käyttäminen voidaan laskea kokeellisuudeksi (Millar, 2004). Duit (2010) jakaa kemian kokeelliselle opetukselle kirjallisuudessa esitetyistä tavoitteet kuuteen luokkaan (ks. kuva 3). Hän toteaa "olevan ilmeistä, että kokeellisuus valaisee luonnontieteiden abstrakteja käsitteitä ja periaatteita, luonnontieteellisiä menetelmiä ja luonnontieteiden luonnetta".



Kuva 3. Eri lähteistä koottuja tavoitteita kemian opetukseen. (Duit & Tesch, 2010)

3.1 Yleistä

Hofstein (2004) toteaa katsaustutkimuksessaan, että kokeellinen työskentely kemiaa opiskeltaessa voi olla tehokasta kokeellisuuden vaatimien taitojen lisäksi myös kognitiivisten ja metakognitiivisten taitojen kehittämisessä, sekä auttaa parantamaan oppilaiden suhtautumista ja kiinnostusta kemiaan.

Laajemmin kokeellista työskentelyä luonnontieteiden opetuksessa tarkastelleessa katsaustutkimuksessa todetaan tutkimusten osoittavan opettajien käyttävän suurimman osan

laboratoriotyöskentelyyn käytetystä ajasta oppilaiden ohjeistukseen ja johtamiseen opiskelijoiden ajattelua tarkastelevan ja tukevan opetuksen sijaan. Kokeellista työskentelyä arvioidaan usein pelkästään kirjallisilla testeillä, eikä lainkaan käytännön työskentelyä seuraamalla. Opettajan suorittamaa arviointia ja oppilaiden toimintaa ohjaavat opetuksen yleiset tavoitteet ja valtakunnalliset kokeet, jotka eivät huomioi käytännön työskentelyä eivätkä kokeellisuuden tutkimuksellista luonnetta. Oppilaiden käsitys kokeellisuudesta ja heidän käytöksensä töitä tehtäessä riippuvat opettajan käyttämistä arviointimenetelmistä ja oppimateriaalin tavasta esittää kokeellisuus. (Hofstein & Lunetta, 2003)

Vaikka kokeellinen kemian opiskelu tarjoaakin erityisiä mahdollisuuksia kemian opetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi (Hofstein & Lunetta, 2003), ei pelkkä kokeellinen työskentely takaa kemian oppimista (Duit & Tesch, 2010). Millarin (2004) mielestä kokeellisuutta tarvitaan esittämään oppilaille ilmiöt, joita opetuksessa käsitellään. Esimerkiksi kemiallisen reaktion oppimiseksi oppilaan on saatava hänen mielestään itse havaita kemiallisia reaktioita. Siirryttäessä toimintojen ja faktojen opettelusta konseptien, suhteiden ja teorioiden opetteluun tulisi aina huomioida, että oppilaat tarvitsevat tukea linkkien luomiseen kokeellisten havaintojen ja abstraktien ideoiden välille.

Kokeellisuutta tarvitaan myös kemian ideoiden oppimiseen ja kehittämiseen. Kokeellisen työn taustalla on oltava rajallinen, harkittu määrä selkeitä oppimistavoitteita ja mikäli työssä tehdään linkityksiä havaintojen ja ideoiden välillä, nämä linkitykset tulee olla suunniteltuja ja harjoituksen tulee tukea niiden muodostusta. (Millar, 2004) Tällaisten tavoitteiden asettaminen kokeelliselle työskentelylle voisi auttaa myös kokeellisuuden arvioinnin kehittämisessä kirjallisesta arvioinnista kokeellisuuden arvioinnin suuntaan. Samalla kemian kokeellisen tutkimisen ja kemian käsitteiden oppimisen välistä yhteyttä voitaisiin vahvistaa.

3.2 Kemian tutkimuksellinen kokeellisuus

Monet oppilastöiden ohjeet koostuvat listasta työvaiheita, joita oppilaan tulee mekaanisesti noudattaa. Tällainen työskentely ei saa oppilasta pohtimaan tehtävän tutkimuksen tai sen eri vaiheiden tarkoitusta. (Hofstein & Lunetta, 2003) Toisaalta luettelomaisten ohjeiden laatiminen auttaa opettajaa ohjaamaan oppilaiden tekemistä haluttuun suuntaan, jolloin nämä

todennäköisemmin suorittavat työskennellessään juuri niitä toimintoja, joiden opettaja uskoo auttavan opetuksen tavoitteiden saavuttamisessa. (Millar, 2004)

Kemia on kuitenkin luonteeltaan kokeellinen tiede, eikä reseptimäisten työohjeiden noudattaminen anna kattavaa kuvaa kokeellisesta työskentelystä. Tavoitteiden ja tulosten kohtaamisessa voisi auttaa oppilaiden tukeminen Millarin (2004) esittämässä haasteessa yhdistää abstraktit ideat käytännön havaintoihin. Toisaalta myös tehtävät tutkimukset tulisi suunnitella siten, että niille asetetut tavoitteet on mahdollista toteuttaa, vaikkei opettajalla olekaan yhtä suurta kontrollia oppilaiden toimintaan kuin näiden noudattaessa tarkkaa luettelomaista työohjetta.

Kokeellisuuden tarkoitusta kouluopetuksessa käsiteltäessä mainitaan usein tutkiminen tai tutkimuksellisuus (inquiry tai inquiry-based). Reseptimäisten töiden tekemisen korvaamista kemian tutkimuksellisella oppimisella on esitetty keinoksi parantaa kokeellisuudelle asetettuja tavoitteita opetuksessa (Hofstein & Lunetta, 2003) ja tutkimuksellisen oppimisen on myös havaittu auttavan oppilaiden ajattelutaitojen kehittymisessä. (Hofstein, 2004)

Tutkimusten tekeminen osana kemian opiskelua voi auttaa myös oppilaita saamaan laajempaa kuvaa kemiasta tieteenä. Tutkimuksen tekemisen on katsottu auttavan luonnontieteiden luonteen ja tieteellisen tutkimuksen ymmärtämisessä (Millar, 2004; Duit & Tesch, 2010; Hume & Coll, 2010). Tutkimuksellinen kokeellisuus on kuitenkin oppilaille hyvin haastavaa ja sille monesti asetetut tavoitteet, kuten tieteellisen tutkimuksen tai luonnontieteiden luonteen ymmärtäminen, voivat olla liian kunnianhimoisia (Duit & Tesch, 2010), eikä tutkimuksen tekeminen aina auta oppilaiden käsitteiden oppimisessa tai ajattelutaitojen kehittymisessä (Hume & Coll, 2010).

Tutkimuksellisten töiden tekemistä estävät rajalliset resurssit, opettajien kiireisyys, suuret luokkakoot ja joustamaton työjärjestys (Hofstein & Lunetta, 2003). Opetussuunnitelman tavoitteet ja niiden toteutumista mittaavat kansalliset kokeet sekä estävät tutkimuksellisten töiden tekemistä (Hofstein & Lunetta, 2003) että vaikuttavat millaisia tutkimuksellisia töitä kouluissa tehdään (Millar, 2004; Hume & Coll, 2010).

Kemian tutkimuksen toteuttamiseen lukiossa on kehitetty menetelmä, jossa useiden eri koulujen oppilaat muodostavat tutkimusryhmiä. Jokainen tutkimusryhmä työskentelee saman aiheen parissa, mutta muodostaa itse omat tutkimuskysymyksensä. Opettaja tukee oppilaiden halukkuutta, taitoja ja tietämystä tutkimuksen aikana. Halukkuutta tuetaan pyrkimällä

tieteelliseen tutkimukseen ja valitsemalla tutkimusongelma, johon opettajakaan ei tiedä ennalta vastausta. Taitoja ja tietämystä tukee työskentely toistuvissa sykleissä, joissa oppilaat orientoituvat opittaviin käsitteisiin, tutustuvat niihin liittyvään informaatioon, käyttävät käsitteitä työssään, soveltavat niitä ja refleктоivat tuloksiaan. (van Rens, Pilot, & van der Schee, 2010)

Yllä esitetyssä tutkimusmallissa on keskeisessä osassa oppilaiden muodostama tutkimusyhteisö. Tutkimusyhteisössä toimimiseen kuuluu neljä vaihetta: ryhmätyöskentely oman tutkimuskysymyksen parissa, tulosten julkaisu muille oppilaille, kriittinen keskustelu tuloksista ja uuden tiedon, sekä lisätutkimuksen aiheiden esittäminen kirjallisesti. Lukioikäiset oppilaat kykenivät tarjoamaan toisilleen riittävän tasokasta vertaisarviointia ja tutkimusyhteisössä toimiminen auttoi opettajia tukemaan oppilaiden halukkuutta työskennellä tutkimuksen parissa. (van Rens et al., 2010)

6–8-luokkalisille oppilaille tehdyssä tutkimuksessa havaittiin tutkimuksellisen opiskelun parantavan sekä sisältöjen että menetelmien osaamista. Tutkimuksessa tarkasteltiin neljää eri tutkimuksellista opetuskokonaisuutta, joista yhdessä tutkittiin paikallisesta joesta otettuja vesinäytteitä. Oppilaiden sisältö- ja menetelmätietojen havaittiin lisääntyvän tutkimuksellisen opintojakson aikana. (Marx et al., 2004) Tutkimuksessa ei käytetty vertailuryhmää, mutta tutkittujen oppilaiden osaamisen lisääntyminen havaittiin useana vuonna. Tulosten perusteella kemian tutkimuksellinen opiskelu vaikuttaa siis sopivan lukiolaisten lisäksi myös jo yläkoulukäisille oppilaille ja vedentutkimustöiden tekeminen vaikuttaa toimivalta kontekstilta tutkimuksellisuudelle.

Tutkimuksellisen opiskelun käsittelyä eri lähteissä on kuitenkin vaikeaa vertailla keskenään, sillä tutkimuksen tekemisellä voidaan tarkoittaa useaa eri asiaa. Esimerkiksi kerrottaessa, että tutkimuksellisuudelle on asetettu tavoitteeksi kemiassa käytettävien kokeellisten menetelmien oppiminen, voi tämä tarkoittaa mekaanista mittausautomaatiolaitteiden käytön harjoittelua tai kemian tutkimukseen kuuluvien vaiheiden ja menetelmien opettelua. Asetettaessa tutkimuksellisuudelle tavoitteeksi luonnontieteiden luonteen tai menetelmien opettelu on aina hyvä muistaa, että tutkimusten tekeminen koulussa antaa helposti hyvin yksipuoleisen kuvan kemistin työstä, ja koulussa tapahtuva tutkimus eroaa käytännön ja tavoitteidensa osalta aina kemian tieteellisestä tutkimuksesta (Millar, 2004). Kuitenkin myös tutkimuksesta, joka ei noudata aidon tieteellisen tutkimuksen periaatteita, voidaan oppia todellisessa tieteellisessä tutkimuksessa tarvittavia taitoja (Hume & Coll, 2010).

Vesi – Kemiallinen liuos -projektin töistä saadut tulokset ovat osa kansainvälistä kemian tutkimusta, jossa kerätään maailmanlaajuisesti tietoa vesistöistä (Wright & Martinez, 2010). Työohjeissa annetaan tarkat tutkimuskysymykset ja työvaiheet, joiden avulla oppilas voi suorittaa tehtävän tutkimuksen mekaanisesti. Tällainen suljettu tutkimuskin voi kuitenkin auttaa oppilaita hyvien tutkimustaitojen oppimisessa (Hume & Coll, 2010), ja myös opettajalle tuntematon ratkaisu tutkimuskysymyksiin lisää oppilaiden halukkuutta tutkimuksen suorittamiseen (van Rens et al, 2010).

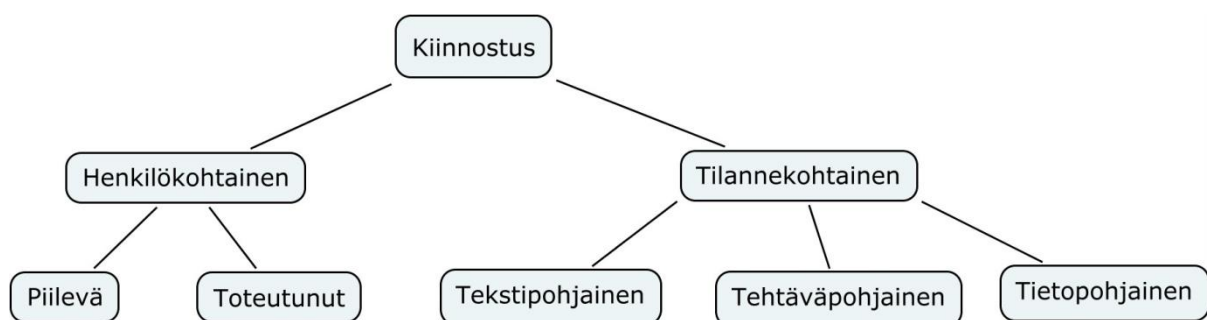
4 Kemian kiinnostavuus

4.1 Yleistä

Kiinnostus voidaan määrittää ”psykologiseksi tilaksi, johon kuuluu huomion keskittyminen, lisääntynyt tiedollinen toiminta, sinnikkyys ja voimakas tunteinen osallistuminen”. (Hidi, 2000) Tässä tilassa joko kiinnitetään huomio johonkin kohteeseen tai osoitetaan taipumusta kiinnittää huomio tähän kohteeseen uudelleen (Hidi & Renninger, 2006).

Kiinnostus on myös määritelty tunteeksi (Silvia, 2005). Tämän määritelmän mukaan kiinnittäessämme huomiota johonkin asiaan, arvioimme ensin sen uutuutta ja monimutkaisuutta, ja sitten mahdollisuuksiimme selvittää sen asettamista haasteista. Nämä arviot vaikuttavat muodostuvaan kiinnostuksen tunteeseemme tilannetta kohtaan. (Silvia & Kashdan, 2009)

Luetun tekstin muistamista tutkittaessa havaittiin, että kiinnostus voidaan jakaa lukijan henkilökohtaiseen kiinnostukseen ja tekstin kiinnostavuuteen. (Hidi, 1988) Näitä kahta kiinnostuksen tyyppiä kutsutaan yksilölliseksi kiinnostukseksi ja tilannekohtaiseksi kiinnostukseksi. (Hidi, 1990; Krapp, Hidi, & Renninger, 1992; Mitchell, 1993) Kuvassa 4 esitetään Schrawin ja Lehmanin (2001) katsausartikkelissaan esittämä malli kiinnostuksen luokista. Kaksi pääluokkaa ovat henkilökohtainen ja tilannekohtainen kiinnostus.



Kuva 4. Schraw ja Lehman (2001) jakoivat kiinnostuksen yllä kuvattuihin luokkiin. Heidän alkuperäisessä kuvassaan teksti- ja tehtäväpohjainen kiinnostus olivat jaettu vielä alaluokkiin.

4.1.1 Tilannekohtainen kiinnostus

Kun kiinnostus jotakin asiaa kohtaan syntyy, tehty kognitiivinen työ lisääntyy kiinnostuksen kohteena olevaan merkitykselliseen tilanteeseen reagoitaessa. (Hidi & Baird, 1986) Tätä prosessia pidetään merkinä tilannekohtaisesta kiinnostuksesta (Hidi & Renninger, 2006).

Schraw ja Lehman (2001) jakavat tilannekohtaisen kiinnostuksen tutkimuksen kolmeen pääryhmään: tekstipohjaisen, tehtäväpohjaisen ja tietopohjaisen kiinnostuksen tutkimukseen (ks. kuva 4). Tekstipohjaisella kiinnostuksella viitataan oppimisen kohteena olevan tekstin ominaisuuksien, tehtäväpohjaisella kiinnostuksella lukemistehtävän ohjeistuksen ja tietopohjaisella kiinnostuksella lukemistilanteeseen liittyvän aiemman tiedon vaikutukseen oppijan kiinnostukseen.

Toinen tapa määritellä tilannekohtaisen kiinnostuksen osa-alueet on jako kiinnostuksen synty- ja ylläpitovaiheisiin (Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993), jotka voidaan jakaa edelleen alalajeihin (Mitchell, 1993). Usein tilannekohtaisen kiinnostuksen tutkimuksessa on tutkittu luettavan tekstin kiinnostavuuden vaikutusta kyseisen tekstin oppimiseen. Tilannekohtaista kiinnostusta käytetäänkin usein synonyyminä tekstipohjaiselle kiinnostukselle. (Schiefele, 2009)

4.1.2 Henkilökohtainen kiinnostus

Henkilökohtainen kiinnostus kehittyy hitaasti ja vaikuttaa ihmisen tietoihin ja arvoihin pitkäkestoisesti (Hidi, 1988; Hidi, 1990). Henkilökohtainen kiinnostus tunnetaan myös nimillä yksilöllinen kiinnostus ja aiheidonnainen kiinnostus (Schraw & Lehman, 2001). Eri termit eivät kuitenkaan ole aina synonyymejä. Esimerkiksi aiheidonnaista kiinnostusta voidaan myös pitää yksilöllisen kiinnostuksen alalajina (Schiefele, 1996) tai erillisenä motivaatiokäsitteenä (Renninger, 2000).

Myös henkilökohtainen kiinnostus jaetaan useisiin osa-alueisiin. Yksi tapa on jako piilevään ja toteutuvaan kiinnostukseen (Schiefele, 1992; Schraw & Lehman, 2001). Piilevällä kiinnostuksella tarkoitetaan pitkäkestoista suuntautumista jotakin aihetta kohtaan ja sitä pidetään yksilön luontaisena taipumuksena valita huomionsa kohteet (Schraw & Lehman,

2001). Piilevä kiinnostus voidaan jakaa edelleen tuntemuksiin ja arvoihin liittyviin valensseihin (Schiefele, 1991; Schiefele, 1992). Tuntemuksia ovat esimerkiksi nautinto ja osallistumisen tunteen. Arvot puolestaan liittyvät kiinnostuksen kohteella olevaan henkilökohtaisen merkitykseen (Schiefele, 1991). Schiefele (1991; 1992) määritteli toteutuvan kiinnostuksen ”aiheesta riippuvaiseksi, luontaiseksi mielenkiinnon suuntautumiseksi”. Hän käsitteli aihekohtaista kiinnostusta, ja totesi toteutuvan kiinnostuksen tarkoittavan halua oppia kiinnostuksen kohteena olevasta asiasta sen itsensä vuoksi (Schiefele, 1991).

Renninger, Ewen ja Lasher (2002) määrittelevät pitkälle kehittyneen henkilökohtaisen kiinnostuksen tilanteeksi, jossa henkilöllä on kiinnostuksen aiheeseen liittyvää varastoitua tietoa ja varastoituja arvoja enemmän kuin muista aiheista, joiden kanssa hän on tekemisissä. Aiheet, joista henkilöllä on tietoa, mutta joihin tämä liittyy vain vähän arvoja, kuuluvat vähemmän kehittyneen henkilökohtaisen kiinnostuksen alaan.

Varastoiduilla arvoilla viitataan pitkälle kehittyneen henkilökohtaisen kiinnostuksen tapauksessa pätevyyden tunteeseen ja niihin positiivisiin ja negatiivisiin tuntemuksiin, joita esiintyy henkilön käsitellessä kiinnostuksen kohteena olevaa aihetta, ja päätellessään mitä hänen täytyy vielä ottaa aiheesta selville. Varastoitu tieto-osa tarkoittaa puolestaan ”kehittyvää ymmärrystä tiettyihin toimintoihin tai ideoihin liittyvistä menetelmistä ja diskurssitiedosta (rakennetiedosta)”. (Renninger et al., 2002)

Arvo-osaan kuuluvat positiiviset ja negatiiviset tuntemukset, joita aiheesta tiedetyn käsittely herättää, erottavat pitkälle kehittyneen henkilökohtaisen kiinnostuksen muista kiinnostuksen tyypeistä, kuten tilannekohtaisesta kiinnostuksesta, luontaisesta kiinnostuksesta ja aihekohtaisesta kiinnostuksesta. (Renninger et al., 2002) Tämä erityismääritelmä pitkälle kehittyneelle henkilökohtaiselle kiinnostukselle on syytä muista tarkasteltaessa kiinnostuksen kehitystä, mutta muuten tässä työssä tarkastellaan pääasiassa jakoa tilannekohtaiseen ja henkilökohtaiseen kiinnostukseen.

4.1.3 Kiinnostuksen kehittyminen

Hidi ja Renninger (2006) esittävät mallin, jossa kiinnostuksen kehittyminen jakautuu neljään vaiheeseen: laukaistuun tilannekohtaiseen kiinnostukseen, ylläpidettyyn tilannekohtaiseen kiinnostukseen, syntyvään henkilökohtaiseen kiinnostukseen ja pitkälle kehittyneeseen henkilökohtaiseen kiinnostukseen. Jokaiselle kiinnostuksen vaiheelle on yhteistä, että kiinnostus koostuu niissä tieto-, arvo- ja tunneosasta.

Tilannekohtaisen kiinnostuksen jaottelu vastaa yllä esitettyä jakoa synty- ja ylläpitovaiheisiin. Pitkälle kehittyneellä henkilökohtaisella kiinnostuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa kiinnostuksen kohteeseen liittyy enemmän varastoitua tietoa ja arvoja kuin mitä muihin vähäisemmän kiinnostuksen kohteena oleviin asioihin. (Renninger et al., 2002) Nämä vähäisemmän kiinnostuksen kohteet ovat muodostuvan kiinnostuksen vaiheessa Kiinnostus kehitty vaihe vaiheelta, mikäli sitä tuetaan ja pidetään yllä. Tuki voi olla ulkoista, tai se voi syntyä sisäisestä halusta vastata tehtävän haasteisiin. (Hidi & Renninger, 2006)

Hidi ja Renninger (2006) esittävät aiempaan tutkimustulokseen perustuen kuvauksen jokaisesta kiinnostuksen vaiheesta (ks. taulukko 2). Kullekin kiinnostuksen vaiheelle voidaan myös määrittää kirjallisuuden avulla sen syntymisen edellytykset ja opetukselliset menetelmät, joiden avulla kiinnostusvaiheesta voitaisiin siirtyä seuraavaan. (Hidi & Renninger, 2006) Tilannekohtainen kiinnostus vaatii paljon ulkoista tukea sekä synty- että ylläpitovaiheessaan. Tällaista tukea on esimerkiksi ryhmätöiden tekeminen ja tietokoneiden käyttö osana opiskelua. Henkilökohtainen kiinnostus on puolestaan sisäisesti ylläpidettyä, mutta syntyvä henkilökohtainen kiinnostus vaatii kuitenkin myös ulkoista tukea (Hidi & Renninger, 2006).

Taulukko 2. Hidi ja Renninger (2006) esittivät kirjallisuuskatsauksen perusteella mallin kiinnostuksen kehityksestä, josta taulukkoon on poimittu joitakin syntyyn ja kehittämiseen vaikuttavia seikkoja.

Kiinnostuksen kehitysvaihe	Synty	Opetusmenetelmiä, jotka voivat auttaa kiinnostuksen kehittämisessä
laukaistu tilannekohtainen kiinnostus	Ympäristön herättämää.	Ryhmätyöt, pulmatehtävät ja tietokonetyöskentely voivat laukaista tilannekohtaisen kiinnostuksen.
ylläpidetty tilannekohtainen kiinnostus	Mielekkäät tehtävät ja omakohtainen osallistuminen voivat pitää tilannekohtaista kiinnostusta yllä.	Merkitykselliset ja omakohtaiset tehtävät, kuten projektityöt, yhteistoiminnalliset ryhmätyöt ja kahdenkeskinen neuvonta, voivat ylläpitää tilannekohtaista kiinnostusta.
syntyvä henkilökohtainen kiinnostus	Aiemmat kokemukset luovat halun toimia kiinnostuksen kohteen parissa uudelleen. Omasta uteliaisuudesta syntyy aiheeseen liittyviä kysymyksiä.	Saatu opastus ja oppimisympäristö voivat vaikuttaa syntyvän henkilökohtaisen kiinnostuksen kehitykseen.
pitkälle kehittynyt henkilökohtainen kiinnostus	Aiheeseen liittyy enemmän positiivisia tunteita, varastoitua tietoa ja arvoja, kuin vähemmän kiinnostaviin asioihin. Tilaisuutta työskennellä kiinnostuksen parissa uudestaan arvostetaan.	Saatu opastus ja oppimisympäristö voivat vaikuttaa kiinnostuksen kehitykseen, mikäli tarjoavat uuden tiedon synnyttävien mahdollistavia haasteita.

4.2 Oppilaiden kiinnostus kemiaan

Kiinnostus kemiaan koostuu useista osista. Kiinnostus voi kohdistua kemiaan tieteenä tai vain yhteen kemian osa-alueeseen, esimerkiksi orgaaniseen kemiaan. Oppilaiden kiinnostukseen voivat vaikuttaa opetuksen sisällön ja teemojen lisäksi myös kontekstit ja sovellusmahdollisuudet. (Krapp & Prenzel, 2011)

Oppilaat suhtautuvat yleisesti ottaen positiivisesti kemiaan, mutta he eivät pidä sitä oman tulevaisuutensa kannalta merkittävänä aineena (Osborne & Collins, 2001; Osborne, Shirley, & Collins, 2003; Lavonen, 2009; Sjøberg & Schreiner, 2010). Kiinnostus on alhaisinta kehittyneissä maissa ja korkeinta kehitysmaissa. Luonnontieteiden opiskelu koulussa kiinnostaa oppilaita vähemmän kuin muiden aineiden opiskelu. (Sjøberg & Schreiner, 2010)

Kemian opetuksen sisällöistä teki epäkiinnostavia niiden etäisyys oppilaiden arjesta ja autonomian tunteen puuttuminen opiskelusta (Osborne & Collins, 2001) ja oppilaiden kiinnostus kemiaan laskee heidän vanhetessaan (Abrahams & Millar, 2008).

Kiinnostuksen lisäämiseksi kemian opetuksen aiheiden ja kontekstien tulisi olla oppilaille merkityksellisiä, ja oppilaille tulisi olla valtaa aihevalinnoissa. Opetuksen sisällöt tulisi valita paikallisesti, ei kansainvälisesti, eikä yleismaailmallisia testejä, esimerkiksi PISA-koetta, pidetä pätevinä opetuksen arviointiin. (Sjøberg & Schreiner, 2010) Oppilaan kulttuurin on havaittu vaikuttavan tämän kiinnostuksen kohteisiin (Ainley & Ainley, 2011), mikä tukee näkemystä paikallisten opetussuunnitelmien merkityksestä.

Kemiassa ja fysiikassa oppilaita kiinnostavat eniten tähtitieteeseen liittyvät aiheet ja vähiten tekniisiin laitteisiin liittyvät aiheet, pois lukien tieto- ja viestintätekniiset laitteet. Konkreettiset ja ihmiskehoon liittyvät aiheet kiinnostivat oppilaita ja jotkin aiheet olivat kiinnostavia kun niitä käsiteltiin ihmiskehon tai ympäristön kontekstissa. (Lavonen et al., 2008) Myös englantilaisille oppilaat pitävät astronomiaa, kosmologiaa ja ihmiseen liittyviä aiheita kiinnostavina. (Osborne & Collins, 2001)

Oppilaalle merkityksellisten aiheiden käsittelyn on havaittu lisäävän etenkin huonosti koulussa pärjäävien oppilaiden kiinnostusta kemiaa kohtaan. (Hulleman & Harackiewicz, 2009) Kemiassa oppilaita kiinnostavat aiheet, jotka ovat konkreettisia, havaittavista ja manipuloitavissa. Myös vaarallisuuden tunne kiinnostaa. Kemian opintojen jatkamista suunnittelevat oppilaat pitävät kemian opetuksessa kiinnostavina tilanteita, joissa he kokevat autonomian tunnetta. (Osborne & Collins, 2001)

Ongelmana on kuitenkin, että kiinnostuksen teoriat vaihtelevat paljon eri tutkimuksissa, eikä tulosten vertailu ole siksi aina mahdollista. Osassa tutkimuksista kiinnostus on määritelty melko tarkasti (Hulleman & Harackiewicz, 2009; Lavonen et al., 2008) ja toisissa tutkittiin ilmiötä yleisemmällä ja epämääräisemmällä tasolla (Osborne & Collins, 2001; Osborne et al., 2003; Sjøberg & Schreiner, 2010). Krapp ja Prenzel (2011) toteavat katsausartikkelissaan, että myös kiinnostuksen psykologisen teorian tulisi määrittää se, mitä kiinnostusta tutkittaessa oppilailta kysytään: jos kiinnostus nähdään muodostuvan tunne-, arvo- ja kognitiivisesta osasta, tulisi kysyä tällaisia ilmiöitä mittaavia kysymyksiä. Motivaatioteorian, etenkin siihen kuuluvan yksilöllisen ja hetkellisen kiinnostuksen, huomioiminen opetuksessa voi auttaa oppilaiden kiinnostuksen kemiaan parantamisessa (Osborne et al., 2003)

Veden kemian kiinnostavuudesta ei löytynyt tutkimustietoa. Lähivesitutkimus on ollut kontekstina ainakin yhdessä yliopisto-opiskelijoille tehdyssä kiinnostustutkimuksessa (Richter-Egger et al., 2010), mutta tutkimuksessa tarkasteltiin veden kemian sijaan tutkimuksellisen oppimisen vaikutusta kiinnostukseen.

4.3 Oppilaiden kiinnostus kokeelliseen kemiaan

Osborne ja Collins (2001) totesivat oppilaiden olevan kiinnostuneita kokeellisuudesta, ja että oppilaiden mielestä kokeellista työskentelyä oli koulussa liian vähän. Oppilaat, joilla ei ollut aikomusta jatkaa luonnontieteiden opintojaan tulevaisuudessa, pitivät kokeellisuutta "hauskana". Luonnontieteiden opintoja jatkavat perustelivat kokeellisen työskentelyn kiinnostavuutta sen tarjoamalla autonomialla.

13–16-vuotiaille oppilaille tehdyssä haastattelututkimuksessa havaittiin viitteitä kokeellisten töiden ja lisääntyvän hetkellisen kiinnostuksen välillä ja mahdollisesti lisääntyvää opiskelumotivaatiota (Toplis, 2011). Kokeellisuuden kiinnostavuus voi kuitenkin johtua myös sen tarjoamalla vaihtoehdolla kemian teorian opiskelulle (Abrahams & Millar, 2008). Hofstein (2004) viittasi kokeellisuutta kemian opetuksessa käsittelevässä katsaustutkimuksessaan aiempaan tutkimukseensa, jossa havaittiin, että tutkimuksellisen oppimisen periaatteiden mukainen kokeellisuus vaikutti positiivisesti oppilaiden asenteisiin kemian opiskelua ja laboratoriotyöskentelyä kohtaan.

Kokeellisuuden vaikutuksesta pitkäkestoiseen henkilökohtaiseen kiinnostukseen on hyvin vähän viitteitä, eikä tutkimuksessa ole aina tehty eroa henkilö- ja tilannekohtaisen kiinnostuksen välille. Oppilaiden mahdollinen pitkäkestoinen kiinnostus kemiaa kohtaan ei kuitenkaan vaikuta liittyvän koulussa käsiteltäviin aihealueisiin kuin korkeintaan harvoissa yhteyksissä, kuten ihmiskehoon tai avaruuteen liittyvien aiheiden tarkastelussa.

Koulun ulkopuolinen toiminta ja siihen liittyvä kiinnostus tulisikin huomioida kemian opetuksessa. Tämän saavuttamiseksi tulisi kouluissa lisätä vierailuiden, kokeellisuuden ja viestintätekniikan käyttöä kemian opetuksessa. Myös oppilaita kiinnostava tähtitiede ja ihminen kontekstina tulisi saada osaksi opetusta. (Lavonen et al., 2008)

5 Tutkimus

5.1 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää onko veden kemiassa yläkoulun oppilaita kiinnostavia aihealueita. Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää, kiinnostaako oppilaita Vesi – kemiallinen liuos -projektin tarjoama konteksti kokeelliselle työskentelylle ja lisäksi se heidän kiinnostustaan kemiaa tai kemian opiskelua kohtaan.

5.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimus pyrki vastaamaan kahteen kysymykseen:

1. Kiinnostaako vesiprojektissa käsitelty veden kemia oppilaita?
2. Lisäsikö vesiprojektin töiden tekeminen oppilaiden kiinnostusta kemiaa kohtaan?
 - a. Lisäsikö projekti oppilaiden hetkellistä kiinnostusta?
 - b. Lisäsikö pitkäkestoista kiinnostusta?

5.3 Menetelmä

5.3.1 Survey-tutkimus

Tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksena. Kyselylomakkeessa (liite 1) oli kolme osaa. Ensimmäinen osa koostui viidestä taustakysymyksestä. Toisessa osassa oli viisi kysymystä, jotka kartoittivat kemian osa-alueiden kiinnostavuutta ja kolmannessa osassa kymmenen kysymystä liittyen kokeellisten töiden kiinnostavuuteen. Kolmea taustakysymystä lukuun ottamatta kaikki kysymykset olivat suljettuja ja niihin vastattiin asteikolla 1-5. Vastausohjeessa vaihtoehdot nimettiin seuraavasti: 1 = täysin eri mieltä 2 = eri mieltä 3 = en osaa sanoa 4 = samaa mieltä 5 = täysin samaa mieltä (liite 1).

Kysymysten asteikkoa 1-5 käsitellään tässä työssä välimatka-asteikkona, vaikka se todellisuudessa onkin järjestysasteikko.

Tutkimuslomakkeen kolmannen osan pohjana käytettiin lomaketta, jonka avulla on tutkittu collegetason kemian ja geologian peruskurssien välisen kokeellisen projektityön vaikutusta opiskelijoiden asenteita luonnontieteiden opiskelua kohtaan (Richter-Egger et al., 2010). Lomakkeen kysymyksistä osa käännettiin suomeksi suoraan, osaa muokattiin sopivammiksi ja osa jätettiin pois. Näin muodostettujen tutkimuslomakkeen kolmannen osan kysymysten tavoitteeksi asetettiin oppilaiden tilannekohtaisen ja henkilökohtaisen kiinnostuksen kartoittaminen.

5.3.2 Veteen liittyvän kemian luokittelu

Kyselylomakkeen toisessa osassa esitetyt veteen liittyvien aihealuokkien laadinta aloitettiin selvittämällä mitä asioita eri asteiden oppikirjat (Aspholm, 2006; Aspholm & Lavonen, 2007; Ikonen, Tuomisto, Termonen, & Perkkalainen, 2009; Lehtiniemi, Turpeenoja, & Vaskuri, 2005; McMurry & Fay, cop. 2010; *Chemistry in the community* cop. 2002) esittävät vedestä ja mitä kemian asioita opetetaan käyttäen vettä kontekstina. Kirjoista etsittiin erityisesti vettä käsittelevä kappale, tai tällaisen puuttuessa katsottiin hakemistosta hakusanan "vesi" tai "water" saamat osumat. Näistä osumista jätettiin tarkastamatta sellaiset, joissa vesi esiintyy pelkkänä sanana, eikä sitä voida ajatella käsittelyn aiheeksi, tai kontekstiksi, jossa kappaleen aiheetä käsitellään.

Seuraavaksi tarkasteltiin vastaavasti Vesi – kemiallinen liuos -projektin muodostavien kokeellisten töiden työohjeita (IUPAC & UNESCO, 2011a-d). Oppikirjoja ja työohjeita läpikäytäessä löytyi aluksi 25 luokkaa. Näistä laadittiin seitsemän yleisempää luokkaa, joko valitsemalla usein esiintyneitä luokkia tai yhdistämällä samankaltaisia luokkia. Yksittäisiä mainintoja saaneita luokkia myös pudotettiin pois.

Seitsemästä luokasta viiden sisältöjä käsiteltiin projektin kokeellisten töiden työohjeissa. Nämä luokat olivat:

1. veden käyttötarkoitukset
2. vedenpuhdistus

3. veden fysikaaliset ominaisuudet
4. veden kemialliset reaktiot
5. liukoisuus

Kaksi luokkaa, jotka nousivat oppikirjoista, mutta joita ei käsitelty työohjeissa, olivat veden kovuus ja vetysidokset.

Taulukossa 3 esitetään tarkempi jako siitä, miten kussakin työohjeessa käsitellään vettä ja siihen liittyvää kemiaa. Suolaiset vedet -työ oli kaikista monipuolisin veden kemian käsittelyssään ja Aurinkotislaamossa keskityttiin pelkästään yhteen alueeseen.

Niistä 25 luokasta, joita oppikirjoista ja työohjeista yhteensä löytyi, kokeellisissa töissä käsiteltiin 15. Kokeellisten töiden tieteellinen suoritus, Kemian ja fysiikan ilmiöiden erottaminen ja Teknologiset kehitysprosessit -luokat eivät esiintyneet lainkaan oppikirjoissa, eikä niitä otettu mukaan myöskään kyselylomakkeen luokitteluun. Kyselylomakkeessa oli esitetty oppilaille lyhyet kuvaukset kustakin luokasta.

Taulukko 3. Vesi – kemiallinen liuos -projektin työohjeiden veteen liittyvät sisällöt

	pH of the Planet -työ	Salty Waters -työ	Water: No Dirt, No Germs -työ	Solar Still Challenge-työ
Veden käyttötarkoitukset		X	X	
Vedenpuhdistus			X	X
Veden jakautuminen planeetalla		X		
Meriveden koostumus		X		
Veden fysikaaliset ominaisuudet		X		
Seokset ja liuokset		X		
Kemian symbolikieli		X		
Veden reaktiot	X			
Ioniyhdisteet		X		
Liukoisuus		X		
Happamuus	X			
Kokeellisten töiden tieteellinen suoritus	X	X	X	
Kemian ja fysiikan ilmiöiden erottaminen	X		X	
Olomuodon muutokset			X	X
Teknologiset kehitysprosessit				X

5.3.3 Vastaajat

Tutkimukseen haluttiin vastaajiksi yläkoulun oppilaita, jotka ovat osallistuneet Vesi – kemiallinen liuos -projektiin. Vaikka hankkeeseen ilmoitaudutaan virallisesti englanninkielisellä sivustolla, suomalaisia opettajia on pyydetty ilmoittamaan osallistumisestaan myös suomalaisella www.kemianluokka.fi-sivustolla. Tutkimuslomake lähetettiin kahteen kouluun, jotka ovat ilmoittautuneet projektiin tällä sivustolla. Koulut olivat ainoita yläkouluja, jotka ilmoittautuivat tätä kautta (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Vesiprojektiin osallistumisestaan ilmoittaneiden koulujen luokka-asteet ja ilmoitetut osallistujamäärät.

Koulu	aste	osallistuvien oppilaiden ilmoitettu lukumäärä
1	lukio	ei ilmoitettu
2	lukio	20
3	lukio	40
4	yläkoulu	123
5	lukio	15
6	lukio	6
7	yläkoulu	80
8	lukio	15
9	lukio	10
10	alakoulu	56

Tutkimukseen soveltuvista kouluista toinen sijaitsi Varsinais-Suomessa (koulu 7), toinen Etelä-Savossa (koulu 3). Kummankin valitun koulun yhteyshenkilölle lähetettiin sähköpostia, jossa pyydettiin osallistumaan tehtävään tutkimukseen. Kouluihin lähetettiin pyydetty määrä paperisia tutkimuslomakkeita, jotka oppilaat täyttivät. Tutkimuksen tekijä ei ollut paikalla kyselylomakkeita täytettäessä, eikä täyttötilanteesta ole tarkempaa tietoa. Opettajat toimittivat täytetyt lomakkeet postitse.

Vastaajista 45 oli poikia ja 40 tyttöjä. Ikäjakauma oli 13–15 vuotta siten, että 13-vuotiaita oli 5, 14-vuotiaita 37 ja 15-vuotiaita 36. Yksi vastaaja ei kertonut sukupuoltaan ja kahdeksan ei kertonut ikäänsä. Osa oppilaista oli tehnyt Planeetan pH-työn (työ 1), osa Puhdasta vettä -työn (työ 2) ja osa molemmat (ks. taulukko 5).

Taulukko 5. Kyselyyn vastanneiden oppilaiden lukumäärät koulun, luokka-asteen ja tehtyjen töiden perusteella esitettynä.

	7.-luokkalaisia	8.-luokkalaisia	Tehnyt työn 1	Tehnyt työn 2	osallistuneita oppilaita yhteensä
koulu 7	9	-	9	-	9
koulu 3	-	77	77	51	77
yhteensä	9	77	86	51	86

Suurin osa vastaajista oli vastannut kaikkiin kysymyksiin. Yksi oppilas ei ollut vastannut lainkaan tutkimuslomakkeen kääntöpuolella oleviin osan kolme kysymyksiin.

Taulukoissa 6 ja 7 esitetään oppilaiden vastaukset taustatietoina kysytyihin kemian yleiseen kiinnostavuuteen, sen helppouteen ja suhtautumiseen kokeellista kemiaa kohtaan. Kysymyksissä A1 ja A2 oppilaiden vastaukset on uudelleenluokiteltu kolmeen luokkaan siten että "täysin eri mieltä" (1) ja "eri mieltä" (2) muodostavat vaihtoehdon "eri mieltä", "en osaa sanoa" (3) säilyy omana vaihtoehtonaan ja "samaa mieltä" (4) ja "täysin samaa mieltä" (5) muodostavat luokan "samaa mieltä". Suhtautumisessa kemiaa kohtaan vaihtoehdot 1-3 yhdistettiin toisiinsa. Taustatietojen perusteella viidennes oppilaista ei ole kiinnostunut kemiasta ja selvä enemmistö oppilaista suhtautuu kokeellisiin töihin positiivisesti. Vain vajaa viidennes oppilaista ei katso osaavansa kemiaa.

Taulukko 6. Oppilaiden vastaukset kysyttäessä kemian kiinnostavuutta ja helppoutta. Kysymyksessä A1 N = 85 ja A2 N = 86.

	eri mieltä (%)	en osaa sanoa (%)	samaa mieltä (%)	yhteensä (%)
A1 Kemia kiinnostaa minua	21,2	31,8	47,1	100
A2 Olen hyvä kemiassa	23,3	38,4	38,4	100

Taulukko 7. Suhtautuminen kokeellista kemiaa kohtaan. N = 86

	eri mieltä tai en osaa sanoa (%)	samaa mieltä (%)	täysin samaa mieltä (%)	yhteensä (%)
A3 Pidän kemia (sic) kokeellisista töistä	24,4	53,5	22,1	100

5.4 Aineiston analyysi

Veden kemian kiinnostavuuden tutkimiseksi suoritettiin ristiintaulukointi eri taustatietojen ja veden kemian osa-alueiden välille. Luokkien A1-A3 vastaukset luokiteltiin taulukoinnissa samoin kuin taulukoissa 6 ja 7. Vastaukset kysymyksiin B1-B5 jaettiin kolmeen luokkaan siten että "täysin eri mieltä" (1) ja "eri mieltä" (2) muodostavat vaihtoehdon "eri mieltä", "en osaa sanoa" (3) säilyy omana vaihtoehtonaan ja "samaa mieltä" (4) ja "täysin samaa mieltä" (5) muodostavat luokan "samaa mieltä".

Liitteessä 2 esitetään ristiintaulukointi kemian kiinnostuksen vaikutuksesta vedenpuhdistuksen, veden fysikaalisten ominaisuuksien ja liukoisuuden kiinnostavuuteen. Kemian kiinnostavuuden ja veden kemiallisten ominaisuuksien kiinnostavuuden tapauksessa vastausten jakautuminen liian pieniksi frekvensseiksi esti ristiintaulukoinnin käyttämisen (Valtari, 2006) Taulukoissa esitetään vastausten lukumäärien lisäksi oletetut lukumäärät. Oletetulla lukumäärällä tarkoitetaan vastaajien lukumäärää, joka saataisiin, mikäli luokkien väliset erot johtuisivat pelkästään sattumasta (Valtari, 2006)

Ristiintaulukointien lisäksi laskettiin myös korrelaatiot taustakysymysten ja kemian osa-alueiden kiinnostavuuden välille. Nämä tulokset esitetään kappaleessa 6.1.

Tutkimuslomakkeen C-osan kysymyksille suoritettiin faktorianalyysi, jonka avulla pyrittiin selvittämään miten kysymykset mittaavat tilannekohtaista ja henkilökohtaista kiinnostusta.

Faktorianalyysi suoritettiin vinorotaatiolla ja faktorien määrä valittiin "Scree-testin" avulla, jota voidaan pitää hyväksyttävänä tapana rajata käsiteltävien faktorien määrä (Fabrigar, Wegener, MacCallum, & Strahan, 1999). Menetelmällä saatiin kolme faktoria. Faktorin suositeltavana minimikokona pidetään 3-5 osamuuttujaa (Fabrigar et al., 1999), joten faktori 2 jätettiin huomiotta tulosten tarkastelussa.

Vinomatriisi laskettiin käyttämällä "Principal Axis Factorin"-erotusmenetelmää. Rotaatioita suoritettiin kuusi. Korrelaatiot, joiden ominaisarvo oli alle 0,200 jätettiin pois matriisia luotaessa. Saaduista faktoreista laskettiin summamuuttujat ja tarkasteltiin näiden perusteella töiden vaikutusta tilannekohtaiseen ja henkilökohtaiseen kiinnostukseen. Tulokset esitetään kappaleessa 6.2.

5.5 Luotettavuus

Tulosten luotettavuutta on pyritty lisäämään laatimalla kyselylomake huolellisesti ja rakenteeltaan mahdollisimman selkeäksi. Kysymysten määrä pyrittiin pitämään melko vähäisenä, jotta oppilaat jaksaisivat vastata mahdollisimman todenmukaisesti. Palautettujen lomakkeiden perusteella tässä onnistuttiin melko hyvin, sillä vain yksi oppilas jätti useamman kysymyksen vastaamatta ja vain yksi oppilas merkitsi kaikkiin kysymyksiin vastaukseksi "en osaa sanoa". Luotettavuuden ja tilastollisen merkittävyyden parantamiseksi kysely lähetettiin kouluihin, joissa tutkittavia töitä suoritti yhteensä yli 200 oppilasta. Vastauksia saatiin kuitenkin vain 86, joten tuloksia ei voida pitää tilastollisesti ikäluokkaa edustavina.

Koska töiden tekemisen ja kyselyyn vastaamisen välillä kului aikaa, eivät oppilaiden vastaukset töiden tekemisen aiheuttamia tunteuksia käsitteleviin kysymyksiin ole tarkkoja kuvauksia töiden tekohetken tunteista (Krapp & Prenzel, 2011). Tästä aiheutuva vääristymä alentaa kyselyn luotettavuutta tältä osin, mikä on syytä huomioida etenkin töiden aikaisen hetkellisen kiinnostuksen määrittelyssä. Sen sijaan ajan kulumisen töiden tekemisen ja kyselyyn vastaamisen välillä voi parantaa oppilaiden arviota töiden vaikutuksesta pidemmällä tähtäimellä.

Suorittaessa ristiintaulukointia laskettiin aina khii-neliötesti muuttujien tilastollisen riippumattomuuden selvittämiseksi (Valtari, 2006). Mikäli testin kaksisuuntainen asymptoottinen merkitys oli yli 0,05, ei taulukointia esitetty. Vastajien pienen määrän vuoksi ei suoritettu useampiulottuvuuksista ristiintaulukointia (Valtari, 2006).

Jokaisen ristiintaulukoinnin yhteydessä määriteltiin niiden solujen määrä, joissa frekvenssi oli alle viisi. Mikäli yli 20 %:ssa taulukon soluista frekvenssi oli alle viisi, taulukointia ei käytetty (Valtari, 2006). Alle viiden jääneiden frekvenssien prosenttiosuudet esitetään liitteessä 2 olevien ristiintaulukointien yhteydessä. Ristiintaulukoiduista tuloksista ei pystytä otoksen pienuuden vuoksi määrittämään tilastollisesti ovatko ne seurausta mahdollisesti muista riippuvuussuhteista.

C-osan kysymysten faktorianalyysissä käytettiin vinorotaatiota, joka huomioi faktorien muodostuksessa näiden välisen korrelaation (Fabrigar et al., 1999), jota voi olettaa esiintyvän

tilannekohtaisen ja henkilökohtaisen kiinnostuksen välillä. Analyysissä tilannekohtaista ja henkilökohtaista kiinnostusta mittaavien faktorien välillä olevan korrelaation suuruudeksi saatiin 0,587, minkä perusteella faktorien välillä on vahva korrelaatio ja valittu rotaatiomenetelmän soveltuu tarkoitukseen.

KMO-Barretin testissä saatiin Kaiser-Meyer-Olkinin näytteenlaatu-testistä 0,832, mikä on hyvä arvo. Kehämäisyystestistä saatiin 417,661, kun tarkoitus oli saada nolosta poikkeava arvo. (*Introduction to SAS. UCLA: Academic technology services, statistical consulting group.*) Kaikkien faktorien kommunaliteetit olivat välillä 0,279–0,774. Liian alhaiset kommunaliteetin arvot voivat kertoa muuttujan alhaisesta luotettavuudesta tai merkityksettömyydestä muodostettavien faktorien kannalta, ja yli yhden arvot kertovat virheellisestä faktorinmuodostuksesta (Fabrigar et al., 1999).

Faktorianalyysissä tulisi olla vähintään 3-5 kysymystä jokaista muodostettavaa faktoria kohden. C-osan kymmenen kysymystä riittävät tutkimuksessa muodostettujen kolmen faktorin muodostamiseen. Sadan vastaajan otannassa kommunaliteettien tulisi kuitenkin olla vähintään 0,70, jotta tulokset olisivat tilastollisesti merkittäviä (Fabrigar et al., 1999), joten työssä saadut välille 0,279–0,774 asettuneet kommunaliteetit eivät ole riittävän suuria.

6 Tulokset

Tulokset esitetään tutkimuskysymyksittäin (ks. luku 5.2).

6.1 Veden kemian kiinnostavuus

6.1.1. Veden kemian kiinnostavuus

Oppilaiden kiinnostus veden kemiasta vaihteli aiheittain (ks. taulukko 8). Oppilaita kiinnostavat eniten veden käyttötarkoitukset, vedenpuhdistus ja veden kemialliset reaktiot. Vähiten kiinnostavat veden fysikaaliset ominaisuudet, jonka suhteen oppilailta on myös eniten epävarmuutta. Myös liukoisuuden suhteen suurin osa oppilaista ei osaa sanoa kantaansa, ja kiinnostuneita on vähemmän kuin niitä, jotka eivät ole kiinnostuneita aiheesta.

Taulukko 8. Oppilaiden kiinnostus veteen liittyviä ilmiöitä kohtaan. N = 86, paitsi kohdassa B3 N = 85.

	en ole kiinnostunut (%)	en osaa sanoa (%)	olen kiinnostunut (%)	Yhteensä (%)
B1 Veden käyttötarkoitukset	20,9	36,0	43,0	100
B2 Vedenpuhdistus	25,6	27,9	46,5	100
B3 Veden fysikaaliset ominaisuudet	27,1	43,5	29,4	100
B4 Veden kemialliset reaktiot	25,6	33,7	40,7	100
B5 Liukoisuus	31,4	44,2	24,4	100

Taulukossa 5 esitettiin, että Koulun 3 oppilaista osa oli tehnyt sekä Planeetan pH- että Puhdasta vettä työn. Tehtyjen töiden määrän vaikutusta veden kemiaan tarkasteltiin laskemalla Spearmanin korrelaatio Koulun 3 oppilaiden vastauksille. Sillä, oliko oppilas tehnyt yhden vai kaksi työtä, ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta hänen kiinnostukseensa.

6.1.2 Oppilaan taustan vaikutus veden kemian kiinnostavuuteen

Kaikki tilastollisesti merkittävät korrelaatiot taustakysymysten ja veden kemian kiinnostavuuden välillä olivat positiivisia (ks. Taulukko 9). Yleinen kiinnostus kemiaa kohtaan korreloi vahvinten kiinnostukseen yksittäisiä osa-alueita kohtaan. Mikään kolmesta taustakysymyksestä ei korreloinut veden käyttötarkoitusten kiinnostavuuden kanssa.

Taulukko 9. Oppilaan kiinnostuksen kemiaa kohtaan, käsityksen kemian osaamisestaan ja suhtautumisen kokeellisuutta kohtaan vaikutukset kemian eri osa-alueiden kiinnostavuuteen. Riippuvuuden määrittämiseksi laskettiin kahdensuuntainen Spearmanin korrelaatio.

		veden käyttötarkoitukset	Vedenpuhdistus	Veden fysikaaliset ominaisuudet	Veden kemialliset reaktiot	Liukoisuus
Kemia kiinnostaa minua	Korrelaatiokerroin	,069	,297**	,498**	,516**	,457**
	2-suuntainen merkittävyys	,531	,006	,000	,000	,000
	N	85	85	84	85	85
Olen hyvä kemiassa	Korrelaatiokerroin	,088	,220*	,337**	,326**	,319**
	2-suuntainen merkittävyys	,423	,042	,002	,002	,003
	N	86	86	85	86	86
Pidän kemian kokeellisista töistä	Korrelaatiokerroin	-,100	,259*	,281**	,246*	,252*
	2-suuntainen merkittävyys	,361	,016	,009	,022	,019
	N	86	86	85	86	86

** . Korrelaatio on merkittävä tasolla 0,01 (2-suuntainen).

* . Korrelaatio on merkittävä tasolla 0,05 (2-suuntainen).

6.1.2.1 Kemian kiinnostavuuden vaikutus

Noin 60 % kemiasta kiinnostuneista oppilaista piti myös vedenpuhdistusta kiinnostavana aiheena. Lopuista noin puolet ei osannut sanoa kantaansa ja puolet piti vedenpuhdistusta epäkiinnostavana aiheena.

Oppilaat, joita kemia ei kiinnostanut, eivät olleet kiinnostuneita veden fysikaalisista ominaisuuksista. Kemiaa epäkiinnostavana pitävät oppilaat olivat melko varmoja kielteisestä näkemyksestään, sillä epävarmojen osuus vastaajista oli pienempi kuin jos vastaukset olisivat jakautuneet satunnaisesti. Kemian kiinnostavuudesta epävarmat olivat puolestaan selvästi kielteisiä tai epävarmoja fysikaalisten ominaisuuksien kiinnostavuudesta. Sen sijaan kemiasta kiinnostuneet olivat selvästi kiinnostuneita myös veden fysikaalisista ominaisuuksista.

Kemian kiinnostavuudesta epävarmat olivat hyvin epävarmoja myös liukoisuuden kiinnostavuudesta, mutta eivät suhtautuneet siihen yhtä kielteisesti kuin fysikaalisiin ominaisuuksiin. Kemiasta kiinnostuneet olivat taas selvästi kiinnostuneita myös liukoisuudesta. Samoin kemiaa epäkiinnostavana pitävät olivat hyvin kielteisiä liukoisuuden kiinnostavuuden kannalta.

Oppilaat, jotka eivät ole kiinnostuneita kemiasta, eivät suhtaudu vedenpuhdistukseen aihealueena yhtä kielteisesti kuin veden fysikaalisiin ominaisuuksiin tai liukoisuuteen. Viidennes kemiasta kiinnostuneista pitää sekä vedenpuhdistusta että liukoisuutta epäkiinnostavana, mutta toisaalta vedenpuhdistus on kemiasta kiinnostuneiden mielestä kiinnostavin kolmesta aihealueesta. Kemiasta kiinnostuneista vain reilu kymmenen prosenttia pitää veden fysikaalisia ominaisuuksia epäkiinnostavina.

Ristiintaulukoinnit tehtiin luvussa 5.4 esitetyllä menetelmällä ja taulukot löytyvät liitteestä 2.

6.1.2.2 Osaamisen vaikutus

Suurin osa kemiaa osaavista piti vedenpuhdistusta kiinnostavana aiheena, mutta yli neljäsosa heistäkin piti sitä epäkiinnostavana. Lähes puolet oppilaista, jotka eivät osanneet sanoa ovatko he hyviä kemiassa, pitivät vedenpuhdistusta kiinnostavana aiheena. Veden kemialliset ominaisuudet kiinnostavat yhtä suurta osaa kemiaa osaavista kuin vedenpuhdistuskin. Vain

viidennes niistä jotka eivät koe osaavansa kemiaa on kiinnostuneita veden kemiallisista ominaisuuksista.

Samoin kuin kemian kiinnostavuuden kohdalla, kemiaa osaavat olivat hyvin kiinnostuneita veden fysikaalisista ominaisuuksista ja kemiaa huonosti osaavat eivät. Aihealueista, joiden kiinnostavuus korreloi tilastollisesti merkittäväällä tavalla oppilaan kemian kiinnostavuuden tai kemian osaamisen kanssa, vedenpuhdistus on kiinnostavin kaikilla kiinnostuksen ja osaamisen asteilla.

Ristiintaulukoinnit suoritettiin samoin periaattein kuin kohdassa 6.1.2.1. Tilastollisesti merkitykselliset tulokset esitetään liitteessä 2.

6.1.2.3 Asenteen kokeellisuutta kohtaan vaikutus veden kemian kiinnostavuuteen

Oppilaat, jotka eivät pidä kokeellisista töistä ovat epävarmoja vedenpuhdistuksen kiinnostavuudesta. Lähes 80 % oppilaista, jotka pitävät kokeellisten töiden tekemisestä erittäin paljon, pitää vedenpuhdistusta kiinnostavana aiheena. Sen sijaan oppilaat, jotka pitävät kokeellisesta työskentelystä vain jonkin verran, ovat jakautuneet selkeämmin niihin jotka ovat kiinnostuneita vedenpuhdistuksesta ja niihin jotka eivät ole. Kokeellisuudesta pitämisen kasvaminen voi sekä lisätä että vähentää vedenpuhdistuksen kiinnostavuutta.

Veden fysikaaliset ominaisuudet kiinnostavat puolia niistä oppilaista, jotka suhtautuvat erittäin positiivisesti kokeelliseen kemiaan. Kokeellisuudesta jonkin verran pitävistä puolet ei osaa sanoa ovatko he kiinnostuneita, mutta yli neljännes on kiinnostunut veden fysikaalisista ominaisuuksista. Puolet kemian kokeellisiin töihin negatiivisesti tai epävarmasti suhtautuvista ei ole kiinnostunut veden fysikaalisista ominaisuuksista.

Ristiintaulukoinnit suoritettiin samoin periaattein kuin kohdassa 6.1.2.1. Tilastollisesti merkitykselliset tulokset esitetään liitteessä 2.

6.2 Tehtyjen töiden vaikutus kemian opiskelun kiinnostavuuteen

Tutkittujen töiden tekeminen lisäsi kiinnostusta kemian opiskeluun enemmän kuin kiinnostusta kemian tai luonnontieteiden jatko-opintoja kohtaan (taulukko 10). Tulosten korkea keskihajonta viittaa siihen, että vastaukset jakautuivat epätasaisesti. Mediaani oli kaikille kolmelle kysymykselle 3, mikä viittaa siihen että oppilaat olivat epävarmoja mielipiteistään.

Taulukko 10. Oppilaiden mielipide tehtyjen töiden vaikutuksesta haluun opiskella kemiaa. Kysymykselle C1 N = 85, kysymyksille C9 ja C10 N = 84. Vastausten mediaani oli jokaisessa kysymyksessä 3.

	Keskiarvo	Keskihajonta
C1 Tehdyt työt ovat lisänneet kiinnostustani kemian opiskeluun	3,11	0,976
C9 Töiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella kemiaa peruskoulun jälkeen	2,52	0,925
C10 Töiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella luonnontieteitä (esimerkiksi kemia, fysiikka, biologia, maantieto) peruskoulun jälkeen	2,54	0,950

Luvussa 5.4 esitetyn faktorianalyysin perusteella saatiin kolme faktoria (taulukko 11). Faktori 1:n sisältämät positiivisesti korreloivat muuttujat liittyvät töiden tekemisestä saatuihin positiivisiin tuntemuksiin, ja negatiivisesti korreloivat muuttujat puolestaan kuvaavat töiden tekemiseen liittyviä negatiivisia tuntemuksia.

Ainoa tulevaisuuteen viittaava kysymys faktorissa 1 on C6, jossa kysytään halua tehdä vedentutkimustöitä tulevaisuudessa. Faktori 3 sisältää pelkästään tulevaisuuteen suuntautuvia kysymyksiä, joita voidaan kaikkia pitää sävyiltään positiivisina.

Faktori 2:n sisältöä ei analysoitu sen sisältäessä vain kaksi muuttujaa.

Taulukko 11. Oppilaiden kiinnostusta mittaavien kysymysten kuviomatriisi.

	Faktori		
	1	2	3
C1 Tehdyt työt ovat lisänneet kiinnostustani kemian opiskeluun			,521
C2 Vedentutkimustöiden tekeminen oli hauskaa	,703		
C3 Vedentutkimustöiden tekeminen oli mielenkiintoista	,755		
C4 Mielestäni töiden tekeminen muistutti tiedemiesten työskentelyä		,621	
C5 Vedentutkimustöiden tekeminen hämmensi minua		,704	
C6 Yläasteella pitäisi tehdä enemmän luonnontutkimustöitä	,698		
C7 Vedentutkimustöiden tekeminen oli turhauttavaa	-,784		
C8 Vedentutkimustöiden tekeminen oli mielestäni tylsää	-,689		
C9 Töiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella kemiaa peruskoulun jälkeen			,819
C10 Vedentutkimustöiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella luonnontieteitä (esimerkiksi kemia, fysiikka, biologia, maantieto) peruskoulun jälkeen			,875

Erutusmenetelmä: Principal Axis Factoring. Rotaatiomenetelmä: Oblimin Kaiser-normalisaatiolla.

Rotaatio suoritettiin kuudella iteraatiolla.

Faktoreille 1 ja 3 laskettiin omat muuttujan arvot, joissa niiden sisältämiä kysymyksiä painotettiin sen perusteella, miten ne osallistuvat faktorin muodostamiseen. Muuttujanmuodostuksessa käytettiin regressiomenetelmää. Faktori 1:tä kuvaava muuttuja nimettiin Nautintomuuttujaksi ja faktori 3:a kuvaava muuttuja Kiinnostusmuuttujaksi.

Kiinnostus- ja nautintomuuttuja korreloivat merkittävästi kemian kiinnostavuuden, kemian osaamisen, kokeellisuudesta pitämisen ja veden kemian osa-alueiden kiinnostavuuden kanssa, lukuun ottamatta veden käyttötarkoituksia (taulukko 12). Nautintomuuttuja korreloi kiinnostusmuuttujaa selvästi vahvemmin ainoastaan kokeellisista töistä pitämisen kanssa. Sekä nautintomuuttuja että kiinnostusmuuttuja korreloivat yhtä voimakkaasti vedenpuhdistuksen ja veden kemiallisten reaktioiden kanssa.

Taulukko 12. Luotujen muuttujien korrelaatio taustatietojen ja veden kemian kiinnostavuuden kanssa.

		Nautintomuuttuja	Kiinnostusmuuttuja
Kemia kiinnostaa minua	Korrelaatiokerroin	,496**	,637**
	Merkittävyys (2-suuntainen)	,000	,000
	N	82	82
Olen hyvä kemiassa	Correlation Coefficient	,430**	,483**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	N	83	83
Pidän kemian kokeellisista töistä	Correlation Coefficient	,575**	,494**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	N	83	83
Veden käyttötarkoitukset	Correlation Coefficient	,142	,071
	Sig. (2-tailed)	,201	,521
	N	83	83
Vedenpuhdistus	Correlation Coefficient	,334**	,334**
	Sig. (2-tailed)	,002	,002
	N	83	83
Veden fysikaaliset ominaisuudet	Correlation Coefficient	,381**	,419**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	N	82	82
Veden kemialliset reaktiot	Correlation Coefficient	,372**	,367**
	Sig. (2-tailed)	,001	,001
	N	83	83
Liukoisuus	Correlation Coefficient	,310**	,422**
	Sig. (2-tailed)	,004	,000
	N	83	83

** . Korrelaatio on merkittävää tasolla 0.01 (2-suuntainen)

7 Johtopäätökset ja pohdinta

7.1. Veden kemian kiinnostavuus

Veden kemian kiinnostavuus jakautuu kolmeen luokkaan: veden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet kiinnostavat kemiasta kiinnostuneita ja kemiaa osaavia, vedenpuhdistus kiinnostaa myös oppilaita, jotka eivät ole kiinnostuneita tai osaa kemiaa ja veden käyttötarkoitusten kiinnostavuus ei ole merkittävästi riippuvaista mistään mitatuista taustatiedoista. On myös huomattava, että kemiasta kiinnostuneet ja sitä osaavat kokevat vedenpuhdistuksen keskimääräistä harvemmin vedenpuhdistuksen neutraaliksi aiheeksi ja pitävät sitä joko kiinnostavana tai epäkiinnostavana.

Luvussa 2 esitettiin töissä käsiteltyä veden kemiaa ja tarkastelun pohjalta voi todeta vedenpuhdistuksen suosion perustuvan sen kokeelliseen luonteeseen. Vedenpuhdistuksen opetus kouluissa on käytännössä erotusmenetelmien kemiaa, eikä esimerkiksi saostumisen kemia liukoisuustulojen muodossa kuulu peruskoulun kemiaan. Lisäksi luonto ja retkeily ovat oppilaita kemiassa kiinnostavia konteksteja (Lavonen et al. 2008) ja vedenpuhdistus on aiheena hyvin lähellä näitä molempia.

Veden kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien epäsuosio kemiaa epäkiinnostavina tai huonosti osaavien oppilaiden keskuudessa voi puolestaan johtua näiden pitämisestä aiheina, joiden opetus sisältää todennäköisemmin teoriaopetusta kuin kokeellisuutta (Abrahams & Millar, 2008). Tämä viittaa siihen, että nämä kaksi luokkaa oli liian laajoja, sillä esimerkiksi tehtyihin töihin liittyvät happamuuden käsittely oppikirjoissa sisältää usein kokeellista työskentelyä.

Veden käyttötarkoituksista oli myös kiinnostunut noin 40 % vastaajista (taulukko 8). Se oli myös ainoa tutkituista veden kemian osa-alueista, joka ei korreloinut minkään taustamuuttujan kanssa merkittävästi. Tämä viittaa siihen, että Vesi – Kemiallinen liuos - töiden tapa käsitellä veden kemiaa ihmisten käyttötarpeiden näkökulmasta on sopiva kaikenlaisille opiskelijoille.

7.2 Tehtyjen töiden vaikutus kemian opiskelun kiinnostavuuteen

Taulukon 10 perusteella töiden tekeminen ei lisännyt oppilaiden mielenkiintoa kemian opiskelua kohtaan. Hajonnan ollessa kuitenkin suurta, joukossa oli monia joiden kiinnostus on lisääntynyt. Kysymyksen C1 ero kahteen muuhun viitanee siihen, että opiskelijat ovat kiinnostuneempia mahdollisista valinnaiskursseista yläasteen aikana kuin jatko-opinnoista peruskoulun jälkeen.

Taulukossa 11 esitetyt Faktori 1 ja Faktori 3 jakavat vesiprojektista esitetyt kysymykset kahteen luokkaan. Faktori 1:stä luodun nautintomuuttujan voidaan katsoa mittaavan oppilaiden tilannekohtaista kiinnostusta kemiaa kohtaan, sillä tilannekohtaisen kiinnostuksen kannalta tärkeää on usein juuri mielekkyyden tunne ja osallistuminen toimintaan (Hidi & Renninger, 2006; ks. taulukko 2). Vaikka tilannekohtainen kiinnostus voidaankin jakaa useaan osaan (Schraw & Lehman, 2001; Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993) ja luodun nautintomuuttujan vahva korrelaatio kemian tietoihin viittaa tietopohjaiseen tilannekohtaiseen kiinnostukseen (Schraw & Lehman, 2001), ei tutkimuksen kymmenen kysymyksen perusteella pystytä laatimaan useampia matriiseja.

Jos nautintomuuttujan tulkitaan kuvaavan tilannekohtaista kiinnostusta, se tukee tutkimustuloksia, joiden mukaan oppilaat suhtautuvat kemiaan positiivisesti, mutta eivät katso sen olevan oman tulevaisuutensa kannalta olennainen oppiaine (Lavonen, 2009; Sjøberg & Schreiner, 2010). Muuttujasta puuttuvat juuri ne kysymykset, jotka mittaavat halua opiskella kemiaa tai muita luonnontieteitä tulevaisuudessa.

Nautintomuuttujan sisältämä kysymys "Peruskoulussa pitäisi tehdä enemmän luonnontutkimustöitä" tuleekin tulkita saatujen tulosten perusteella henkilökohtaisen kiinnostuksen sijaan merkinä oppilaiden kiinnostuksena kokeelliseen kemiaan, koska se tarjoaa vaihtoehdon teoriaopiskelulle (Abrahams & Millar, 2008).

Faktori 3 eli kiinnostusmuuttuja sisältää kysymyksiä, jotka sopivat kemiaan kohdistuvan henkilökohtaisen kiinnostuksen mittaamiseen (taulukko 11). Tähän faktoriin eivät toiminnan miellyttävyyttä tai ikävyyttä kuvaavat kysymykset vaikuta merkittävästi, mikä voi viitata siihen, että henkilökohtainen kiinnostus saa oppilaat sietämään epämiellyttäviä tunteita tai, että näitä tunteita esiintyy vähemmän henkilökohtaista kiinnostusta kokevilla oppilailla (Renninger et al, 2002).

Myös kiinnostusmuuttaja korreloi kemian osaamisen mukaan. Renninger et al. (2002) katsoo henkilökohtaisen kiinnostuksen muodostuvan sekä arvo- että tieto-osasta, mikä antaa olettaa että kemian tiedot ja taidot ovat edellytys sille, että tehdyt työt voivat lisätä oppilaiden henkilökohtaista kiinnostusta kemiaan, mikä voi selittää korrelaation.

Havainto töiden vaikutuksesta henkilökohtaisen kiinnostuksen kasvamiseen on merkittävä. Tutkimuksellisen kokeellisuuden tekeminen ainakin tällaisessa kontekstissa voi olla keino lisätä ainakin joidenkin oppilaiden halua jatkaa kemian opintojaan myös tulevaisuudessa ja siten olla keino lisätä hakijamääriä kemian koulutusohjelmiin eri asteilla. Henkilökohtaisen kiinnostuksen kehittyminen auttaa myös kestämään kemian opiskelussa syntyviä negatiivisia tunteita ja sietämään mahdollisia vastoinkäymisiä (esim. Renninger, 2000). Tämä on varmasti edellytys kemian syvälliselle oppimiselle ja halulle työskennellä sen parissa tosissaan.

Taulukossa 12 esitetään myös Nautintomuuttujan ja Kiinnostusmuuttujan korrelaatiot veden kemian osa-alueiden kiinnostavuuden kanssa. Molemmat korreloivat yhtä vahvasti vedenpuhdistuksen ja veden kemiallisten reaktioiden kanssa. Kun tutkimuksessa lisäksi havaittiin, että 80 % vastaajista piti kokeellisesta työskentelystä, voidaan vedenpuhdistukseen keskittyvien Puhdasta vettä ja Aurinkotislaus- töiden, sekä kemiallista reaktiota käsittelevän Planeetan pH -työn olevan sopivia välineitä sekä tilannekohtaisen kiinnostuksen että henkilökohtaisen kiinnostuksen kehittämiseen.

Kiinnostus on kuitenkin monimutkainen kokonaisuus. Kun huomioidaan luvussa 5.3 esitetyt seikat tutkimuksen luotettavuudesta, ei saatujen tulosten perusteella vielä voida selittää täysin mistä havaittu jakautuminen kahteen faktoriin johtuu. Tulokset kuitenkin sopivat hyvin näkemykseen, jonka mukaan kiinnostuksen taustateoria on oleellisessa osassa kiinnostustutkimuksen laadinnassa (Krapp & Prenzel, 2011).

7.3 Tutkimuksen merkitys

Tutkimuskohteena kansainvälinen vesitutkimusprojekti on ainutlaatuinen ja sen vaikutus oppilaiden kiinnostukseen tuntematon. Myöskään veden kemian kiinnostavuutta ei ole tutkittu aiemmin. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että veden kemian eri osa-alueiden kiinnostavuus korreloi eri tavoin oppilaan kiinnostuksen kemiaan ja hänen kemian

osaamisensa kanssa. Lisäksi kehitettiin kysymyssarja, jolla saatiin erotettua töiden vaikutus oppilaiden tilannekohtaiseen ja henkilökohtaiseen kiinnostukseen, sekä havaittiin kahden veden kemian osa-alueen kiinnostavuuden korreloivan näiden molempien kiinnostustyyppien kanssa vahvasti.

Vesi – Kemiallinen liuos -projektin töiden tekeminen tarjosi oppilaille tilaisuuden työskennellä kokeellisesti veden käyttötarkoituksiin liittyvien töiden parissa. Oppilaat ilmaisivat pitävänsä työskentelystä, mutta tutkimuksen perusteella ei voida sanoa, johtuuko tämä kokeellisuudesta itsestään vai tutkimuksellisesta työskentelystä. Myöskään ainutlaatuisen järjestelyn, jossa oppilaat osallistuvat kansainvälisen kokeen tiedonkeruuseen, vaikutuksesta kiinnostukseen ei saatu tutkimuksessa tietoa. Mahdollisten jatkotutkimusten tulisi sisältää käytetyn kyselylomakkeen kehittämistä siten, että myös kansainvälisyyden ja tutkimuksellisuuden vaikutuksista saataisiin tietoa. Lisäksi kiinnostuksen lisääntymisen ajallista kestoa olisi syytä tutkia, jotta vaikutusten pysyvyydestä saataisiin tietoa.

Tehtyjen kokeellisten töiden vaikutusta kiinnostukseen kemiaan mitanneeseen C-osaan tulisi saada lisää kysymyksiä, jotta kiinnostusteorian mainitsemia kiinnostuksen alalajeja voitaisiin tarkemmin erotella, ja kokeellisuuden kiinnostavuuden laadusta siten saada tarkempi kuva. Laajempi kysymyssarja voisi antaa myös vastauksen siihen, pystyykö kiinnostuksen neljä kehitysvaihetta ylipäänsä erottamaan toisistaan kyselytutkimuksella. Myös oppilaiden haastattelu- tai seurantatutkimuksen toteuttaminen kyselyn rinnalla auttaisi kehittämään luotettavaa mittaria kiinnostuksen tutkimiseen.

Tutkimuksen toteutuksessa oli monia ongelmia, joiden takia tuloksista ei voida tehdä Suomen peruskoululaisia tai Vesi – kemiallinen liuos -projektin töitä koskevia yleistyksiä. Tutkimuksella on kuitenkin ansionsa kokeellisen kemian kiinnostustutkimuksessa käytettävän tutkimuslomakkeen testaustutkimuksena ja se tarjoaa näkökulman suomalaisten yläkoulun oppilaiden näkemyksiin veden kemian ja kokeellisen työskentelyn kiinnostavuudesta.

Kansainvälisen kemian vuoden 2011 puitteissa käynnistettyyn projektiin on osallistuttu Suomessa aktiivisesti ja se on tarjonnut neljä uutta työtä kemian merkityksen esiintuomiseksi elinympäristön ja ihmisen hyvinvoinnin kannalta. Näiden töiden tarjoama apu konkreettiseen veden kemian tutkimiseen kouluissa hyödyttää opettajia varmasti vielä useita vuosia.

Lähteet

Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945. doi:10.1080/09500690701749305

Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51. doi:10.1080/09500693.2010.518640

Anon. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Vammalan kirjapaino, Vammala: Opetushallitus.

Aspholm, S. (2006). *Aine ja energia. kemian tietokirja* (8-12 ed.). Helsinki: WSOY.

Aspholm, S., & Lavonen, J. (2007). *Aine ja energia. kemiaa tutkimaan - aine ja reaktio - ilma ja vesi / kemian työkirja, kurssi 1*. Helsinki: WSOY.

Cassardo, C., & Jones, J. A. (2011). Managing water in a changing world. *Water*, 3(2), 618. doi:10.3390/w3020618

Chaibi, M. T. (2000). An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas. *Desalination*, 127(2), 119-133. doi:10.1016/S0011-9164(99)00197-6

Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2011). The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70(4), 749-758. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.11.012

Chapagain, A. K., & Orr, S. (2009). An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of spanish tomatoes. *Journal of Environmental Management*, 90(2), 1219.

Chemistry in the community (cop. 2002). (4th ed. ed.). New York: W.H. Freeman.

Duit, R., & Tesch, M. (2010). On the role of the experiment in science teaching and learning – visions and the reality of instructional practice. *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science*, Rethymno-Crete. 17.

- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272. doi:10.1037/1082-989X.4.3.272
- Feistel, R., Weinreben, H., Wolf, S., Seitz, S., Spitzer, P., Adel, B. (.,G., & Schneider, B. :,D.G.). (2010). Density and absolute salinity of the baltic sea 2006–2009. *Ocean Science*, 6, 3.
- Hidi, S. (1988). Strategies for increasing text-based interest and students' recall of expository texts. *Reading Research Quarterly*, 23(4), 465-483.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.
- Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective: The effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone, & J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation* (pp. 309-339) Academic Press.
- Hidi, S., & Baird, W. (1986). Interestingness—A neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science*, 10(2), 179-194.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28. doi:10.1002/sce.10106
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). *Promoting interest and performance in high school science classes*. No. 326). Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science. doi:10.1126/science.1177067
- Hume, A., & Coll, R. (2010). Authentic student inquiry: The mismatch between the intended curriculum and the student-experienced curriculum. *Research in Science Technological Education*, 28(1), 20.

Ikonen, M., Tuomisto, M., Termonen, M., & Perkkalainen, P. (2009). *Ilmiö : Kemian oppikirja 7-9*. Helsinki: Tammi Oppimateriaalit.

Introduction to SAS. UCLA: Academic technology services, statistical consulting group. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/factor1.htm>

IUPAC, & UNESCO. (2011a). *pH of the planet*. Retrieved 05/09, 2011, from http://water.chemistry2011.org/c/document_library/get_file?uuid=735e8173-b967-4a5d-8612-71f7674ac285&groupId=16704

IUPAC, & UNESCO. (2011b). *Salty waters*. Retrieved 05/09, 2011, from http://water.chemistry2011.org/c/document_library/get_file?uuid=d2dee1c5-7060-4118-98f7-bed836b31c90&groupId=16704

IUPAC, & UNESCO. (2011c). *Solar still challenge*. Retrieved 05/09, 2011, from http://water.chemistry2011.org/c/document_library/get_file?uuid=a2fcc53a-52cb-4c26-90bc-f008a9b60d18&groupId=16704

IUPAC, & UNESCO. (2011d). *Water: No dirt, no germs*. Retrieved 05/09, 2011, from http://water.chemistry2011.org/c/document_library/get_file?uuid=9875a227-6980-4a40-8227-7bf11aa0b623&groupId=16704

Jackson, R. B., Carpenter, S. R., Dahm, C. N., McKnight, D. M. :, R.J., Postel, S. L., & Running, S. W. (2001). Water in a changing world. *Ecological Applications*, 11(4), 1027. doi:10.1890/1051-0761(2001)01111027:WIACW2.0.CO 2

Jauhiainen, S., & Loukola, M. (2011). *Vesijalanjalki*. Retrieved 10/10, 2011, from http://www.edu.fi/yleissivistava_koulutus/aihekokonaisuudet/kestava_kehitys/teemoja/vesi_j_a_elamanlaatu/vesijalanjalki

Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3-25). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Krapp, A., & Prenzel, P. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27. doi:10.1080/09500693.2010.518645

- Lavonen, J., Byman, R.:Uitto, A.:Juuti, K., & Meisalo, V. (2008). Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a ROSE-survey in finland. *Themes in Science and Technology Education*, 1(1), 7.
- Lavonen, J. (2009). Context of teaching and learning school science in finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922. doi:10.1002/tea.20339
- Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L., & Vaskuri, J. (2005). *Mooli : Lukion kemia. 2, kemian mikromaailma* (2. - 7. painos. ed.). Helsingissä: Otava.
- Manahan, S. E. (cop. 2005). *Environmental chemistry* (8th ed. ed.). Boca Raton (FL): CRC Press.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajik, B. F., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063. doi:10.1002/tea.20039
- McDonnell, G., & Russel, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: Activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147.
- McMurry, J., & Fay, R. C. (cop. 2010). *General chemistry : Atoms first* (International ed. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*
- Millero, F. J., Feistel, R., Wright, D. G., & McDougall, T. J. (2008). The composition of standard seawater and the definition of the reference-composition salinity scale. *Deep-Sea Research.Part 1.Oceanographic Research Papers*, 55(1), 50.
- Millero, F. J. (1984). The conductivity-density-salinity-chlorinity relationships for estuarine waters. *Limnology and Oceanography*, 29(6), pp. 1317-1321. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2836618>
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436.

Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441. doi:10.1080/09500690010006518

Osborne, J., Shirley, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049. doi:10.1080/0950069032000032199

Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuh, R., & Bernd Ralle the ChiK Project Group. (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041. doi:10.1080/09500690600702512

Pimentel, D., Houser, J., Preiss, E., White, O., Fang, H., Mesnick, L. (., . . . Sharon, A.). (1997). Water resources: Agriculture, the environment, and society. *Bioscience*, 47(2), pp. 97-106. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1313020>

Pinto, G., & Rohrig, B. (2003). Use of chloroisocyanurates for disinfection of water: Application of miscellaneous general chemistry topics. *Journal of Chemical Education*, 80(1), 41. doi:10.1021/ed080p41

Renninger, K. A. (2000). Individual interest and intrinsic motivation. In C. Sansone, & J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation* (pp. 373-404) Academic Press.

Renninger, K. A., Ewen, L., & Lasher, A. K. (2002). Individual interest as context in expository text and mathematical word problems. *Learning and Instruction*, 12(4), 467-491.

Richter-Egger, D. L., Grandgenett, N. F., & Shuster, R. D. (2010). Improving student attitudes about science by integrating research into the introductory chemistry laboratory: Interdisciplinary drinking water analysis. *Journal of Chemical Education*, 87(8), 862. doi:10.1021/ed1002064

Rutala, W. A., & Weber, D. J. (1997). Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clinical Microbiology Reviews*, 10(4), 597.

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3), 299-323.

Schiefele, U. (1992). Topic interest and levels of text comprehension. In K. A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 151-182). Hillsdale (N.J.): Lawrence Erlbaum.

Schiefele, U. (1996). Topic interest, text representation, and quality of experience. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 3-18.

Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wentzel, & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 197-222). New York, NY: Routledge.

Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.

Silvia, P. J., & Kashdan, T. B. (2009). Interesting things and curious people: Exploration and engagement as transient states and enduring strengths. *Social and Personality Psychology Compass*, 3(5), 785.

Silvia, P. J. (2005). What is interesting? exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, 5(1), 89-102.

Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project an overview and key findings*

Teknillisen korkeakoulun Vesi ja kehitys-tutkimusryhmä, & Vesialan ammattianeekerho AKVA. (2007). *Vesijalanjälki*. Retrieved 10/10, 2011, from www.vesijalanjalki.org

Toplis, R. (2011). Students' views about secondary school science lessons: The role of practical work. *Research in Science Education*, doi:10.1007/s11165-011-9209-6

Valtari, M. (2006). *SPSS-perusteet*. Helsinki: Valtiotieteellisen tiedekunnan TVT.

van Rens, L., Pilot, A., & van der Schee, J. (2010). A framework for teaching scientific inquiry in upper secondary school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 788. doi:10.1002/tea.20357

VanLoon, G. W., & Duffy, S. J. (cop. 2011). *Environmental chemistry : A global perspective* (3rd ed. ed.). Oxford: Oxford University Press.

Water Footprint Network. (2011). *Water footprint*. Retrieved 10/10, 2011, from www.waterfootprint.org

Wright, T., & Martinez, J. G. (2010, September-October). Water: A chemical solution A global experiment for the international year of chemistry. *Chemistry International*, 32(5)
Retrieved from http://www.iupac.org/publications/ci/2010/3205/3_wright.html

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Genetics in Medicine*, 32(5), 389.

Liite 1

TUTKIMUSLOMAKE

Hyvä Mertalan koulun oppilas. Olet osallistunut kemian tunnilla kahteen kansainväliseen vedentutkimustyöhön. Toisessa töistä tutkittiin veden happamuutta ja toisessa puhdistettiin luonnonvettä. Teen tutkimusta näistä töistä ja toivoisin, että vastaat harkiten ja rehellisesti seuraaviin kysymyksiin. Kysely on nimetön, eikä vastauksiasi pystytä liittämään sinuun.

Taustatietoja

Poika / Tyttö
(ympyröi oikea vaihtoehto)

Ikä:

Vastaa seuraaviin väittämiin asteikolla 1-5. 1 = täysin eri mieltä 2 = eri mieltä 3 = en osaa sanoa 4 = samaa mieltä 5 täysin samaa mieltä. Ympyröi sopiva vaihtoehto.

Kemia kiinnostaa minua 1 2 3 4
5

Olen hyvä kemiassa 1 2 3
4 5

Pidän kemia kokeellisista töistä 1 2 3 4
5

Alla on listattu erilaisia veden kemiaan liittyviä ilmiöitä ja kuvailtu mitä niillä tarkoitetaan. Arvioi asteikolla 1-5 kuinka kiinnostunut olet oppimaan aiheeseen liittyvää kemiaa.

1 = en ole lainkaan kiinnostunut, 2 = en ole kiinnostunut 3 = en osaa sanoa 4 = olen kiinnostunut

5 = olen erittäin kiinnostunut. Ympyröi sopiva vaihtoehto

Veden käyttötarkoitukset. Mihin ihmiset käyttävät vettä ja miksi vesi on tärkeää elämälle.

3 4 5 1 2

Vedenpuhdistus. Miten vettä puhdistetaan juomakelpoiseksi ja miten ihmisten tuottamat jätevedet puhdistetaan ennen luontoon päästämistä.

3 4 5 1 2

Veden fysikaaliset ominaisuudet. Millaisia ominaisuuksia vedellä on muihin aineisiin verrattuna.

3 4 5 1 2

Veden kemialliset reaktiot. Miten vettä syntyy ja miten se reagoi muiden yhdisteiden kanssa.

3 4 5 1 2

Liukoisuus. Miksi vesi on hyvä liuotin ja mitä liukeneminen tarkoittaa.

3 4 5 1 2

Muistele nyt tekemiänne vedentutkimustöitä ja vastaa seuraaviin väitteisiin. Koulussanne tehtiin työt Planeetan pH, jossa tutkittiin veden happamuutta ja Puhdasta vettä, jossa puhdistettiin vettä.

Vastaa seuraaviin tekemiäsi vedentutkimustöitä koskeviin väittämiin asteikolla 1-5. 1 = täysin eri mieltä 2 = eri mieltä 3 = en osaa sanoa 4 = samaa mieltä 5 täysin samaa mieltä. Ympyröi sopiva vaihtoehto.

Tehdyt työt ovat lisänneet kiinnostustani kemian opiskeluun.

			1	2
3	4	5		

Vedentutkimustöiden tekeminen oli hauskaa.

			1	2
3	4	5		

Vedentutkimustöiden tekeminen oli mielenkiintoista.

			1	2
3	4	5		

Mielestäni töiden tekeminen muistutti tiedemiesten työskentelyä.

			1	2
3	4	5		

Vedentutkimustöiden tekeminen hämmensi minua.

			1	2
3	4	5		

Yläasteella pitäisi tehdä enemmän luonnontutkimustöitä.

3 4 5 1 2

Vedentutkimustöiden tekeminen oli mielestäni turhauttavaa.

3 4 5 1 2

Vedentutkimustöiden tekeminen oli mielestäni tylsää.

3 4 5 1 2

Töiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella kemiaa peruskoulun jälkeen.

3 4 5 1 2

Töiden tekeminen lisäsi kiinnostustani opiskella luonnontieteitä (esimerkiksi kemia, fysiikka, biologia, maantieto) peruskoulun jälkeen.

3 4 5 1 2

KIITOS PALJON AJASTASI. HYVÄÄ KESÄLOMAA!

Liite 2

Veden kemian osa-alueiden kiinnostavuus ristiintaulukoituna kemian kiinnostavuuden, osaamisen ja kokeellisuudesta pitämisen kanssa. Taulukoinnin perusteet esitetään luvussa 5.4.

Taulukko 13. Vedenpuhdistuksen kiinnostavuus kemian kiinnostavuuden mukaan taulukoituna. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=85.

Kemia kiinnostaa minua 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Vedenpuhdistus 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	7	7	4	18
	Oletettu lukumäärä	4,7	5,1	8,3	18,0
	prosenttiosuus (%)	38,9	38,9	22,2	100,0
2	Vastausten lukumäärä	7	10	10	27
	Oletettu lukumäärä	7,0	7,6	12,4	27,0
	prosenttiosuus (%)	25,9	37,0	37,0	100,0
3	Vastausten lukumäärä	8	7	25	40
	Oletettu lukumäärä	10,4	11,3	18,4	40,0
	prosenttiosuus (%)	20,0	17,5	62,5	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	9,872 ^a	4	,043		
a. yhdellä solulla (11,1 %) oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 4,66.					

Taulukko 14. Oppilaiden kiinnostus veden fysikaalisista ominaisuuksia kohtaan kemian kiinnostavuuden mukaan taulukoituna. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=85.

Kemia kiinnostaa minua 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Veden fysikaaliset ominaisuudet 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	10	7	1	18
	Oletettu lukumäärä	4,9	7,7	5,4	18,0
	prosenttiosuus (%)	55,6	38,9	5,6	100,0
2	Vastausten lukumäärä	9	14	4	27
	Oletettu lukumäärä	7,4	11,6	8,0	27,0
	prosenttiosuus (%)	33,3	51,9	14,8	100,0
3	Vastausten lukumäärä	4	15	20	39
	Oletettu lukumäärä	10,7	16,7	11,6	39,0
	prosenttiosuus (%)	10,3	38,5	51,3	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	22,136 ^a	4	,000		
a. yhdellä solulla (11,1 %) oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 4,66.					

Taulukko 15. Oppilaiden kiinnostus liukoisuutta kohtaan kemian kiinnostavuuden mukaan taulukoituna. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=85.

Kemia kiinnostaa minua 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Liukoisuus 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	11	7	0	18
	Oletettu lukumäärä	5,7	8,0	4,2	18,0
	prosenttiosuus (%)	61,1	38,9	0,0	100,0
2	Vastausten lukumäärä	8	17	2	27
	Oletettu lukumäärä	8,6	12,1	6,4	27,0
	prosenttiosuus (%)	29,6	63,0	7,4	100,0
3	Vastausten lukumäärä	8	14	18	40
	Oletettu lukumäärä	12,7	17,9	9,4	40,0
	prosenttiosuus (%)	20,0	35,0	45,0	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	24,709 ^a	4	,000		
a. yhdellä solulla (11,1 %) oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 4,66.					

Taulukko 16. Kemian osaamisen tunteen vaikutus vedenpuhdistuksen kiinnostavuuteen. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=86.

Olen hyvä kemiassa 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Vedenpuhdistus 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	7	9	4	20
	Oletettu lukumäärä	5,1	5,6	9,3	20,0
	prosenttiosuus (%)	35,0	45,0	20,0	100,0
2	Vastausten lukumäärä	6	11	16	33
	Oletettu lukumäärä	8,4	9,2	15,3	33,0
	prosenttiosuus (%)	18,2	33,3	48,5	100,0
3	Vastausten lukumäärä	9	4	20	33
	Oletettu lukumäärä	8,4	9,2	15,3	33,0
	prosenttiosuus (%)	27,3	12,1	60,6	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	11,285 ^a	4	,024		
a. kaikilla soluilla oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 5,12.					

Taulukko 17 Kemian osaamisen tunteen vaikutus veden fysikaalisten ominaisuuksien kiinnostavuuteen. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=85.

Olen hyvä kemiassa 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Veden fysikaaliset ominaisuudet 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	10	8	2	20
	Oletettu lukumäärä	5,4	8,7	5,9	20,0
	prosenttiosuus (%)	50,0	40,0	10,0	100,0
2	Vastausten lukumäärä	7	18	8	33
	Oletettu lukumäärä	8,9	14,4	9,7	33,0
	prosenttiosuus (%)	21,2	54,5	24,2	100,0
3	Vastausten lukumäärä	6	11	15	32
	Oletettu lukumäärä	8,7	13,9	9,4	32,0
	prosenttiosuus (%)	18,8	34,4	46,9	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	12,897 ^a	4	,012		
a. kaikilla soluilla oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 5,41.					

Taulukko 18 Kemian osaamisen tunteen vaikutus veden kemiallisten ominaisuuksien kiinnostavuuteen. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=86.

Olen hyvä kemiassa 1 = eri mieltä 2 = en osaa sanoa 3 = samaa mieltä		Veden kemialliset reaktiot 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	9	7	4	20
	Oletettu lukumäärä	5,1	6,7	8,1	20,0
	prosenttiosuus (%)	45,0	35,0	20,0	100,0
2	Vastausten lukumäärä	7	15	11	33
	Oletettu lukumäärä	8,4	11,1	13,4	33,0
	prosenttiosuus (%)	21,2	45,5	33,3	100,0
3	Vastausten lukumäärä	6	7	20	33
	Oletettu lukumäärä	8,4	11,1	13,4	33,0
	prosenttiosuus (%)	18,2	21,2	60,6	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	12,548 ^a	4	,014		
a. kaikilla soluilla oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 5,12.					

Taulukko 19. Asenteen kemian kokeellisia töitä kohtaan vaikutus vedenpuhdistuksen kiinnostavuuteen. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=86.

Pidän kemia kokeellisista töistä 1 = eri mieltä tai en osaa sanoa, 2 = samaa mieltä ja 3 = täysin samaa mieltä		Vedenpuhdistus 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
		1	2	3	
1	Vastausten lukumäärä	5	10	6	21
	Oletettu lukumäärä	5,4	5,9	9,8	21,0
	prosenttiosuus (%)	23,8	47,6	28,6	100,0
2	Vastausten lukumäärä	14	13	19	46
	Oletettu lukumäärä	11,8	12,8	21,4	46,0
	prosenttiosuus (%)	30,4	28,3	41,3	100,0
3	Vastausten lukumäärä	3	1	15	19
	Oletettu lukumäärä	4,9	5,3	8,8	19,0
	prosenttiosuus (%)	15,8	5,3	78,9	100,0
Khii-neliötesti					
	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)		
Pearsonin Khii-neliö	13,597 ^a	4	,009		
a. yhdellä solulla (11,1 %) oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 4,86.					

Taulukko 20. Asenteen kemian kokeellisia töitä kohtaan vaikutus vedenpuhdistuksen kiinnostavuuteen. Prosenttiosuus tarkoittaa sarakkeen vastausten lukumäärän osuutta kaikista rivin vastauksista. N=85.

Pidän kemia kokeellisista töistä 1 = eri mieltä tai en osaa sanoa, 2 = samaa mieltä ja 3 = täysin samaa mieltä	Veden fysikaaliset ominaisuudet 1 = en ole kiinnostunut 2 = en osaa sanoa 3 = olen kiinnostunut			Yhteensä
	1,00	2,00	3,00	
1 Vastausten lukumäärä	10	8	3	21
Oletettu lukumäärä	5,7	9,1	6,2	21,0
prosenttiosuus (%)	47,6	38,1	14,3	100,0
2 Vastausten lukumäärä	9	24	13	46
Oletettu lukumäärä	12,4	20,0	13,5	46,0
prosenttiosuus (%)	19,6	52,2	28,3	100,0
3 Vastausten lukumäärä	4	5	9	18
Oletettu lukumäärä	4,9	7,8	5,3	18,0
prosenttiosuus (%)	22,2	27,8	50,0	100,0

Khii-neliötesti

	Arvo	vapausaste	Asymptoottinen merkitys (2-suuntainen)
Pearsonin Khii-neliö	10,598 ^a	4	,031

a. yhdellä solulla (11,1 %) oletettu lukumäärä on alle 5. Alhaisin oletettu lukumäärä on 4,87.