

# OSAAVIA JA ENNAKKOLUULOTTOMIA KEMIAN AINEENOPETTAJIA TIETO- JA VIESTINTÄTEKNIIKKAA MONIPUOLISESTI HYÖDYNTÄMÄLLÄ

Maiju Tuomisto, Maija Aksela & Minna Jääskeläinen  
Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

Tiivistelmä Tieto- ja viestintäteknikan (TVT) monipuolinen käyttö on olennainen osa tulevien kemian aineenopettajien koulutusta Helsingin yliopistossa. Kemian aineenopettajakoulutusyksikön tavoitteena on kouluttaa osaavia tutkivia ja yhteisöllisiä opettajia tulevaisuuden kouluihin. Tuleville kemian opettajille pyritään läpi koko koulutuksen kehittämään hyvät TVT-aidot sekä taitoa käyttää digitaalisia opetusvälineitä ja ohjelmia osaavasti ja ennakkoluulottomasti omassa opetuksessaan kemian opetussuunnitelman perusteiden tavoitteiden mukaisesti. Teknologis-pedagogisen sisältötiedon (TPCK) sekä tieto- ja viestintäteknikan mahdollisuuksien ja haasteiden esille tuominen ovat tärkeä osa tulevien kemian opettajien koulutusta. Tämä artikkeli esittelee Kemian opettajankoulutusyksikössä laaditun TVT-strategian ja pohtii sen soveltuvuutta kemian aineenopettajakoulutukseen. Lisäksi esitellään esimerkin avulla, miten strategian käytännön toteutuksen vaikutusta kemian aineenopettajaopiskelijoiden tietoihin ja taitoihin on seurattu. Sen mukaan suunnitelmallinen TVT-strategiaan pohjautuva opetus näyttäisi edistävän monipuolisesti kemian opettajaksi opiskelevien TVT-taitoja. Erityisesti opiskelijat kokivat oppineensa simulaatiosovelluksia kemian käsitteiden ja ilmiöiden opettamiseen sekä relevantteja ohjelmia materiaalien ja ideoiden jakamiseen. Kurssien jälkeen opiskelijat arvioivat TVT-taitonsa erityisen vahvoiksi sähköisten oppimislustojen, yhteisöllisen tekstinkäsittelyn, ja kemian opetusmateriaalien etsimisen suhteen. Tässä esiteltyä TVT-strategiaa ollaan tutkimuspohjaisesti kehittämässä ja suuntaamassa kemian oppimisen ja opetuksen kannalta tärkeisiin tulevaisuuden taitoihin sekä osaamisalueisiin.

Avainsanoja kemia, opetus, tieto- ja viestintäteknikka, TVT, teknologis-pedagoginen sisältötieto, TPCK, opettajankoulutus

## 1 Johdanto

Tieto - ja viestintäteknikka (TVT) on tärkeä osa kemian opetusta ja opettajankoulutusta (Aksela, 2010). Myös vuonna 2016 voimaan astuvat perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 14.04.2015) painottavat TVT-taitojen opettamista sekä yleisissä että erityisesti kemian opetuksen tavoitteissa ja sisällöissä. Nykyopettajan on tärkeä osata teknologis-pedagogista sisältötietoa niin että hänellä on valmiudet sekä toimia TVT:n soveltamisen eturintamassa että opettaa oppilailleen 2000-luvulla tarvittavia TVT-taitoja. Kansainvälisten tutkimusten mukaan opettajat käyttävät tieto- ja viestintäteknikkaa edelleen pääasiassa informaation siirtämiseen (videotykki, Powerpoint-esitykset), eivät tukemaan oppilaiden käsitteenmuodostusta (esim. interaktiiviset työkalut ja sovellukset, digitaaliset oppimispelit) (mm. Harris, Mishra, & Koehler, 2009; Sang, Valcke, van Braak & Tondeur, 2010). Tieto- ja

viestintätekniiikan opetuskäyttöä haittaavat ja estävät vahvimmin opettajien omat asenteet ja uskomukset sekä aiheeseen liittyvien tietojen ja taitojen puute (Ertmer, Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur, & Sendurur, 2012).

TVT on ollut vahvasti mukana Kemian opettajankoulutusyksikön opetuksessa ja tutkimuksessa yli kymmenen vuoden ajan. Digitaalisia oppimisympäristöjä ja opetusmenetelmiä on kehitetty tutkimuspohjaisesti (esim. Aksela, 2005; Pernaa, & Aksela, 2009; Pernaa, 2011), samoin Kemian opettajankoulutusyksikön syventävien opintojen *Kemian mallit ja visualisointi* -kurssia (Pernaa, Aksela, & Västinsalo, 2010) *Molekyylimallinnus kemian opetuksessa* -hanke on tuottanut uusia avauksia kemian käsitteiden ja ilmiöiden ymmärtämisen tueksi. Hankkeessa on myös tutkittu suomalaisten opettajien kokemuksia ja näkemyksiä tietokonepohjaisesta molekyylimallinnuksesta (esim. Aksela, & Lundell, 2008). TVT-opetuksesta on tehty myös opinnäytetöitä, esimerkkinä pro gradututkielma sähköisistä kemian ylioppilaskirjoituksista (esim. Jääskeläinen, 2014).

Kemian opettajien tieto - ja viestintätekniiikan käytön edistämiseksi on toteutettu useita kehittämis- ja täydennyskoulutushankkeita yhteistyössä LUMA-keskuksen ja sen Kemma-keskuksen kanssa. Esimerkiksi haasteisiin käyttää tieto - ja viestintätekniiikkaa kokeellisuuden tukena (Aksela & Karjalainen, 2008) on vastattu EU:n rahoittamassa kolmivuotisessa *COMBLAB*-hankkeessa. Hankkeessa tuotettiin Kemianluokka Gadolinissa tutkimuspohjaisesti uusia materiaaleja ja työtapoja mittausautomaatioon ja tutkimukselliseen opiskeluun. (Tolvanen & Aksela, 2013; Tolvanen, Aksela, Guitart, & Urban-Woldron, 2014).

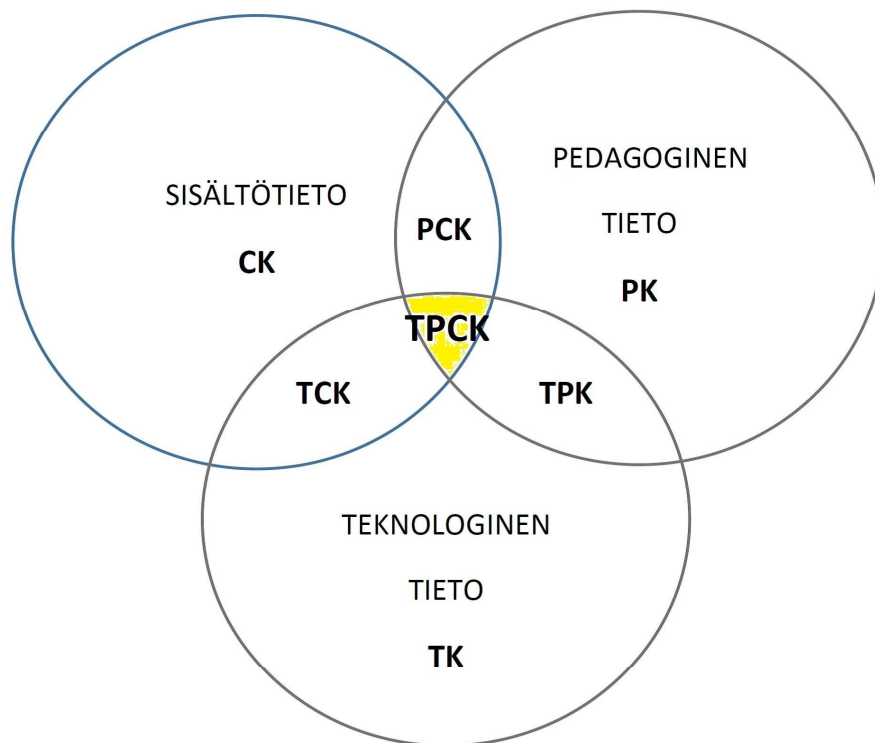
Uusimmassa TVT-kehittämistutkimushankkeessa pyritään tukemaan kemian opettajien opetusta tarveanalyysissä ilmenneiden haasteiden pohjalta (Helppolainen, & Aksela, 2015). Opettajilla on tarveanalyysin perusteella hyvät taidot yleisten ohjelmistojen osalta, mutta haasteita kemian opetuksen erikoisohjelmistojen osalta. Suomalaisten luonnontiedeopettajien (N=190) huomattavimpia TVT:n integrointia estäviä tekijöitä ovat ajan puute, soveltuvien ohjelmistojen ja materiaalien puute ja taidot kurssisisältöjen tukemisessa. Myös omien taitojen puute ja oppilaiden käytös saattavat estää TVT:n integrointia. Täydennyskoulutus ja tekninen tuki koetaan riittämättömiksi. (Helppolainen, & Aksela, 2015)

## 2 Opettajan teknologis-pedagoginen sisältötieto (TPCK)

Kemian opettaja tarvitsee työssään pedagogista sisältötietoa (eng. *pedagogical content knowledge*, PCK), joka myös kehittyy omassa työssä saadusta kokemuksesta. Pedagoginen sisältötieto integroi kemian sisältöosaamisen (eng. *content knowledge*, CK) opetuksen suunnitteluun, opettamiseen ja oppimiseen liittyvään tietoon (eng. *pedagogical knowledge*, PK). (Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011; Koehler, & Mishra, 2008)

Pedagogisen sisältötiedon lisäksi kemian opettajan tulisi omata tieto- ja viestintätekniiikan (TVT) taitoja. Tämä tarkoittaa teknologista perusosaamista (eng.

*technological knowledge*, TK), teknologista sisältötietoa (eng. *technological content knowledge*, TCK) eli tietoa jonkin asiasisällön etsimisestä tai esittämisestä tieto- ja viestintätekniiikan keinoin sekä teknologis-pedagogista tietoa (eng. *technological pedagogical knowledge*, TPK) eli tietoa siitä, miten tieto- ja viestintätekniiikan avulla voidaan tukea ja mahdollistaa oppimista yleensä. Voidakseen käyttää tieto- ja viestintätekniiikkaa kemiaan opetuksessaan sujuvasti ja oppimista edistäen, opettajan tulisi omata kaikki edellä mainitut osa-alueet toisiinsa yhdistävää teknologis-pedagogista sisältötietoa (eng. *technological pedagogical content knowledge*, TPCK) (Kuva 1). (Chai ym., 2011)



Kuva 1. Opettajalta vaadittu teknologis-pedagoginen sisältötieto TPCK (pohjana: Koehler, & Mishra, 2008, 13; 2009, 63).

Suomalaiset perusopetuksen ja lukion uudet opetussuunnitelman perusteet 2014 (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 14.04.2015) painottavat tieto- ja viestintätekniiikan käyttöä entisestään. Tieto- ja viestintätekniiikan integroinnin opetukseen nähdään vahvistavan opetuksen laatua, koska se auttaa sekä opettajia työssään että oppilaita oppimaan paremmin. Opettaja nähdään erityisessä asemassa 2000-luvun taitojen opettamisessa oppilailleen. Opettajan olisi oltava aivan uuden teknologian opetuskäyttöön soveltamisen eturintamassa. (Goktas, Yildirim, & Yildirim, 2009)

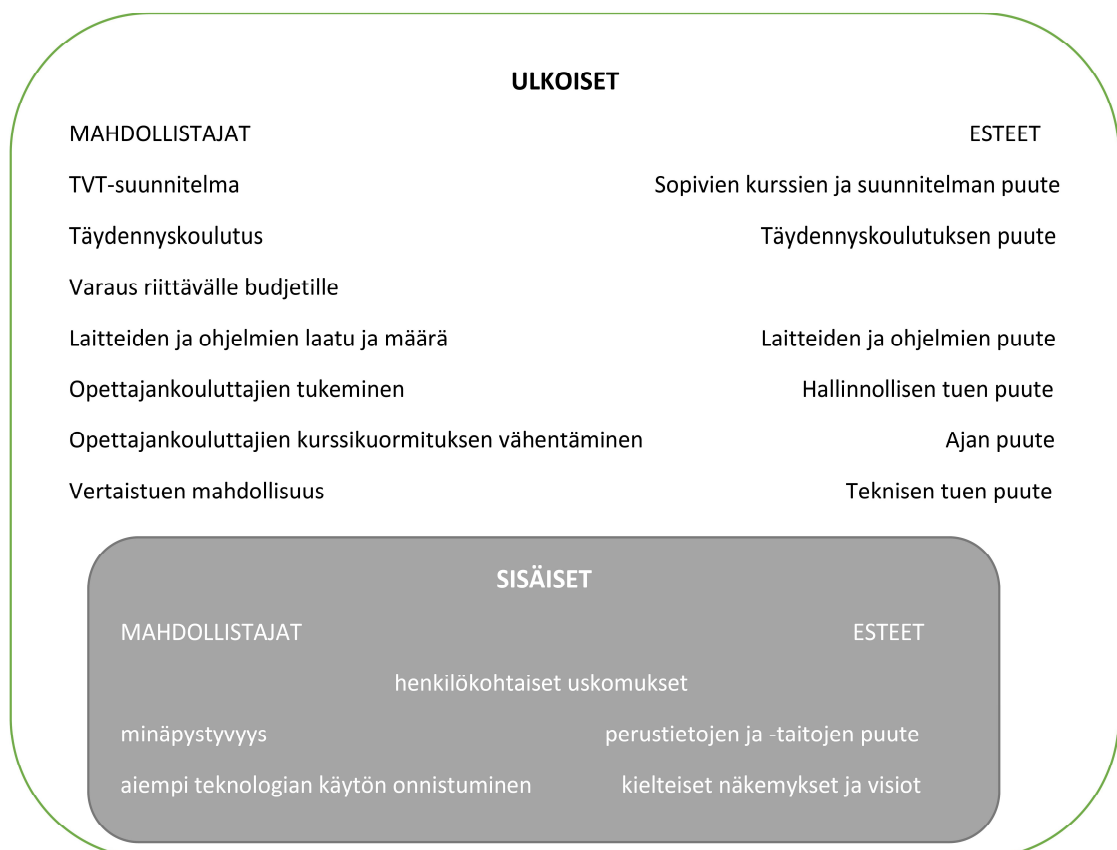
### 3 Tieto- ja viestintätekniiikka osana opettajankoulutusta

Opettajankoulutuksella on keskeinen tehtävä tulevaisuuden opettajien valmentamisessa TVT:n ja opetussuunnitelman perusteiden mukaisen opetuksen osaavaan integroimiseen.

Kurssi- ja tutkintotavoitteissa tulisi olla selkeästi ilmaistuna sekä teknologisen osaamisen (TK) että teknologis-pedagogisen osaamisen (TPK) tavoitteet niin, että kurssien tavoitteet olisivat kumulatiivisia (Myllyviita, & Lavonen, 2014). Ammatillinen kehittyminen tieto- ja viestintäteknikassa edellyttää myös muutoksia opettajien kielteisissä asenteissa ja uskomuksissa ja strategioita asennemuutoksen mahdollistamiseksi jo opettajankoulutuksessa (Ertmer ym., 2012).

TVT:n käyttöä osana opettajankoulutusta on tutkittu ja havaittu erityisesti, että TVT-suunnitelma on yksi tärkeimmistä TVT:n integroinnin mahdollistajista. (Goktas ym., 2009) TPCK-käsitettä kannattaa käyttää ohjaamaan opettajankoulutuksen kurssien suunnittelua ja arviointia (Chai ym., 2011).

Tieto- ja viestintäteknikan integroiminen opettajankoulutukseen koetaan haastavaksi kaikkialla. Integroinnin esteet ja toisaalta mahdollistajat voidaan luokitella ulkoisiksi tai sisäisiksi (Kuva 2). Nämä mahdollisuudet ja haasteet tulisi tehdä selviksi myös opiskelijoille. (Goktas ym., 2009)



Kuva 2. Mahdollistajat ja esteet TVT:n integroinnissa opettajankoulutukseen. (Pohjana: Ertmer, 1999; Ertmer, Ottenbreit-Leftwich, & York, 2006-2007; Goktas ym., 2009)

Opettajankouluttajat tarvitsevat johtajuutta ja riittävää harjoittelua menetelmissä, joiden avulla TVT integroidaan opetuksen ja luokkahuoneisiin. Kuten opettajien, myös

opettajankouluttajien tulee toimia roolimalleina opiskelijoilleen näyttäen omat kykynsä ja halunsa käyttää ja integroida tieto- ja viestintäteknikkaa omaan opetukseensa. (Goktas ym., 2009; Myllyviita, & Lavonen, 2014)

Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että opettajaopiskelijoiden teknologista sisältöosaamista (TCK) voidaan vahvistaa, jos opetuksessa käytetään sellaista teknologiaa, joka on juuri opetettavaan aiheeseen sopivaa ja relevanttia (Goktas ym., 2009; Chai ym., 2011). Esimerkiksi kemian opetuksessa molekyyylimallinussovellukset ja mittausautomaatio ovat tällaista relevanttia teknologiaa. Pernaan (2011) suomalaista kemian opetusta koskeva tutkimus vahvistaa näitä tutkimustuloksia. Tutkimuksen mukaan TVT:n käytön vahvuuksia kemian opetuksessa ovat erityisesti monipuoliset kemian visualisointimahdollisuudet ja kemian oppimisessa opiskelijoiden motivaation ja korkeamman tason kognitiivisten prosessien tukeminen (Perna, 2011).

Opettajankoulutuksen kursseilla TVT ja kosketus kouluopetukseen tulisi yhdistää toisiinsa (Goktas ym., 2009). Kun opettajaopiskelijat sitoutetaan suunnittelemaan mielekkäitä, TVT-integroituja oppitunteja, kehittyvät sekä perustaidot (CK, PK ja TK) että ammatillinen osaaminen (TPK, TPCK) (Angeli, & Valanides, 2009; Koehler, Mishra, & Yahya, 2007). Opetettavan aiheen sisältötiedon (CK) (.052,  $p < .05$ ) ja teknologispedagogisen tiedon (TPK) (.787,  $p < .001$ ) suora vaikutus teknologispedagogisen sisältötiedon (TPCK) kehittymiseen on havaittu merkitseväksi, kun eri tekijöiden vaikutusta teknologispedagogiseen sisältötietoon (TPCK) tutkittiin (N=343) faktorianalyysiä käyttäen (Chai ym., 2011).

#### 4 TVT-strategia kemian opettajankoulutuksessa

Helsingin yliopiston Kemian aineenopettajakoulutusyksikön päätavoitteena on, että opiskelijasta kehittyä aktiivinen kemian opetuksen asiantuntija, joka käyttää kemian opetuksessa monipuolisesti erilaisia lähestymistapoja, opetusmenetelmiä ja oppimisympäristöjä. Tulevaisuuden opettajana hän kehittää työtään tavoitteellisesti ja kriittisesti huomioiden kemian opetuksen erityispiirteet, tutkimustiedon ja valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 14.04.2015).

Tutkimustiedon pohjalta ja kannustamana Helsingin yliopiston Kemian opettajankoulutusyksikkö laati opetuskäyttönsä tieto- ja viestintäteknikkastrategian eli TVT-strategian keväällä 2014 ja se otettiin käyttöön syksyllä 2014. Strategian päätavoitteena on varmistaa, että opiskelija saa opiskelujensa aikana osaamista ja uskallusta valmistuttuaan käyttää ja soveltaa TVT:tä sujuvasti ja ennakkoluulottomasti omassa opetuksessa niin, että se vahvistaa yhteisöllisyyttä, arviointia ja opetusmenetelmiä.

Tämä strategia jakautuu 20 osa-alueeseen ja sisältää sellaiset TVT-osaamisalueet, jotka jokaisen 2000-luvun opettajan tulisi hallita (Taulukko 1). Strategian runkoon ja sisältöihin otettiin mallia *The Regional Educational Media Center (REMC) Association of Michigan* -organisaation *21 Things 4 Teachers* -projektista (REMC Association of Michigan, 2015).

Osa-alueen 1 sisältämät perustaidot opiskelija oppii kemian laitoksen pakollisiin opintoihin sisältyvällä kurssilla: 55208 *TVT-ajokortti*, 3 op. Muut osa-alueet sisältyvät Kemian opettajankoulutusyksikön yhteensä 13:lle pakolliselle ja vaihtoehtoiselle kurssille niin, että kaikilla kursseilla harjaannutetaan perustaitoja ja lisäksi jokaiselle kurssille on valittu omat TVT-strategian painopistealueet, joihin kursseilla erityisesti keskitytään.

Lisäksi kemian aineenopettajaopiskelijat saavat integroitua TVT-opetusta sekä pedagogisissa opinnoissaan Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksella että soveltavat oppimaansa ja saavat lisäopastusta asiantuntevilta kemian opettajilta harjoittelukouluissa. Helsingin yliopiston harjoittelukoulut ovat myös mukana vuoteen 2016 asti jatkuvassa Norssiope.fi-täydennyskoulutushankkeessa. (Myllyviita, & Lavonen, 2014).

Taulukko 1. Kemian opettajankoulutusyksikön TVT-strategian osa-alueet sekä yksikön kurssit TVT-painopistealueittain. Syksyllä 2014 toteutetun TVT-kyselyn aikaiset osa-alueet ja kurssit on merkitty harmaaseen väripohjaan.

TVT-strategian osa-alueet	Sisältyy kurssiin tai kursseihin	
1 Perustaidot	TVT-ajokortti (Kemian laitoksen perusopintojen kurssi)	3 op
2 Luokkahuone verkossa	<i>kaikki yksikön kurssit (kurssienhallintaohjelmat)</i>	3 op tai 4 op
3 Visuaalinen oppiminen	Johdatus kemian opetukseen (blogit ja wikit)	5 op
4 Pilvipalvelut	Kemian mallit ja visualisointi	5 op
5 Yhteisöllisyys	<i>kaikki yksikön kurssit</i>	
6 Viestintä	Kemian opetuksen keskeiset alueet I	6 op
7 Ajanhallinta ja tuottavuus	Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa	3 op
8 Digikansalaisuus	Kemia tieteenä	5 op
	Johdatus kemian opetukseen	3 op tai 4 op
	Tutkimuksellinen kemian opetus II	5 op
	Media- ja monilukutaitoa tiede- ja teknologiakasvatuksessa	5 op
9 Hakumenetelmät	Kemian opetuksen keskeiset alueet I	6 op
	Kemian opetuksen keskeiset alueet II	4 op
10 Aihealueen mukaiset oppimateriaalit	Kemian opetuksen keskeiset alueet I	6 op
11 Vuorovaikutteiset sovellukset	Tutkimuksellinen kemian opetus II	5 op
12 Digikuvat	Media- ja monilukutaito tiede- ja teknologiakasvatuksessa	5 op
13 Tehokkaat esitykset	Luonnontieteiden kerho-opetus: ohjaajakoulutus	2 op
	Luonnontieteiden kerho-opetus: käytännön ohjaaminen	3 op
14 Ammatilliset oppimisverkostot	Kemia tieteenä	5 op
	Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa	3 op
15 Eriyttäminen	Erilaiset oppijat kemian opetuksessa	3 op
16 Arviointi	Kemian opetuksen keskeiset alueet I	6 op
17 Datan käsittely	Tutkimuksellinen kemian opetus I	5 op
18 Digitaalinen tarinankerronta	Kemia elinympäristössä	4 op
	Kemian opetuksen keskeiset alueet I	6 op
19 Sulautuva ja käännetty luokkahuone	Kemia elinympäristössä	4 op
	Kemian mallit ja visualisointi	5 op
20 Tulevaisuuden teknologia	Tutkimuksellinen kemian opetus I	5 op

## 5 TVT-strategian toimivuus opetuksessa

TVT-strategian soveltuvuutta Kemian opettajankoulutusyksikön opetukseen ja kursseille selvitettiin kun strategia oli ollut käytössä puoli vuotta. Aineiston keräämiseen käytettiin puolistrukturoituja, sähköisiä kyselylomakkeita (Liite 1 ja 2). Ne räätälöitiin vastaamaan yksikön TVT-strategiaa ja syksyn kurssien TVT-sisältöjä. Jokainen kurssiopettajista vastasi oman vastuukurssinsa TVT-sisällön oikeellisuudesta ja relevanttiudesta kyselylomakkeissa.

Linkki kyselylomakkeeseen lähetettiin kursseille ilmoittautuneille opiskelijoille s-postitse sekä laitettiin myös kurssialustoille. Kyselyyn osallistuminen oli opiskelijoille vapaaehtoista ja kyselyyn vastaamisesta lähetettiin yksi muistutusviesti. Vastata sai omalla nimellä tai nimimerkillä, kunhan opiskelija vain käytti samaa nimeä tai nimimerkkiä molemmissa kyselyissä.

Lomakkeet sisälsivät sekä Likert-asteikollisia (0-5) että avoimia kysymyksiä. Kemian aineenopettajaopiskelijat vastasivat ensimmäiseen kyselyyn ennen syksyn kurssien (Taulukko 1) alkua (kysely ennen opetusta, N = 40, vastausprosentti 80 %) ja toiseen kurssien loppuvaiheessa tai loputtua (kysely opetuksen jälkeen, N = 32, vastausprosentti 73 %).

Kyselyssä oli tavoitteena saada vastauksia kysymyksiin 1) Miten aineenopettajaopiskelijoiden TVT-osaaminen muuttuu TVT-strategian mukaisessa opetuksessa? 2) Millaiset TVT-taidot opiskelijat kokevat erityisen myönteisiksi? ja 3) Mitä haasteita opiskelijoilla on TVT-taitojen oppimisessa?

Seuraavaksi esitellään TVT-strategian toimivuutta kartoittaneen kyselyn tulokset laadullisesti kysymyksittäin. Kysely peitti kolmetoista osa-aluetta TVT-strategian kaikkiaan kahdestakymmenestä osa-alueesta ja viisi kurssia Kemian opettajankoulutusyksikön tarjoamasta kolmestatoista kurssista (Taulukko 1).

### 5.1 Aineenopettajaopiskelijoiden TVT-osaamisen muuttuminen TVT-strategian mukaisessa opetuksessa

Sähköisten kyselylomakkeiden suljetut kysymykset kartoittivat opiskelijoiden käsitystä omasta TVT-osaamisesta sekä ennen Kemian opettajankoulutusyksikön syksyn 2014 kursseja että niiden jälkeen. Taulukossa 2 esitellään TVT-osaamisalueet, joissa opiskelijat kokivat omien taitojensa erityisesti parantuneen kevään kurssien aikana.

Taulukko 2. Kemian aineenopettajaopiskelijoiden käsityksiä oman TVT-osaamisen parantumisesta TVT-strategian mukaisessa opetuksessa syksyn 2014 aikana.

Kemian aineenopettajaopiskelijoiden käsitys oman TVT-osaamisen kehittymisestä TVT-strategian mukaisessa opetuksessa	ka. ennen (N=40)	ka. jälkeen (N=32)	
Simulaatiosovellukset (esim. PhET)	0.55	2.8	osaaminen kehittynyt huomattavasti
Käännetty luokkahuone -opetusmenetelmää tukevat sovellukset	0.53	2.3	
Blogit (esim. Wordpress, Blogger)	1.5	2.9	osaaminen kehittynyt jonkin verran
Materiaalien ja ideoiden jakaminen (esim. Lino)	0.48	1.8	
Kemian opetuksen tutkimustiedon etsiminen (esim. ERIC)	1.3	2.5	
Kemian opetusmateriaalin etsiminen (esim. LUMA)	2.4	3.6	
Mallinnussovellukset (esim. Jmol)	0.88	2.0	
Yhteisöllinen tekstinkäsittely (esim. Google Drive, Dropbox)	2.5	3.6	
Tekijänoikeudet ja lisenssit (CC-lisenssit)	1.9	2.9	
Viittaustyökalut (esim. Citation Machine)	1.2	2.2	
Oman työskentelyn hallinnan sovellukset (esim. Evernote)	0.69	1.5	osaaminen kehittynyt heikosti
Sähköiset oppimisolustat (esim. Moodle, Edmodo)	3.5	4.1	
Ammatilliset verkostot (esim. tiedeblogit, LinkedIn)	1.4	1.9	
Internetistä löytyvän tiedon kriittinen arvioiminen	3.9	3.9	osaaminen ei ole kehittynyt lainakaan

Kurssien alussa opiskelijoilla ei keskimäärin ollut aikaisempaa tietoa tai taitoa simulaatiosovelluksista tai mallinnussovelluksista, materiaalien ja ideoiden jakamisesta eikä oman työskentelyn hallinnan sovelluksista. Keskimäärin opiskelijat arvioivat taitonsa heikoiksi käännetty luokkahuone -opetusmenetelmää tukevien sovellusten kohdalla. Heikot taidot opiskelijoilla oli oman arvionsa mukaan kemian opetuksen tutkimustiedon etsimisessä, viittaustyökalujen käytössä ja ammatillisissa verkostoissa. Kurssien alussa parhaimmiksi opiskelijat arvioivat taitonsa internetistä löytyvän tiedon kriittisessä arvioinnissa ja sähköisten oppimisolustojen kohdalla.

Selkeimmät erot opiskelijoiden osaamisessa ennen ja jälkeen TVT-strategian mukaisen opetuksen olivat erityisesti simulaatiosovellusten hallinnassa ja käännetty luokkahuone -opetusmenetelmän soveltamisessa (Taulukko 2). Kurssien lopussa vahvimmit opiskelijat arvioivat taitonsa sähköisten oppimisolustojen, yhteisöllisen tekstinkäsittelyn ja kemian opetusmateriaalin etsimisen kohdalla, vaikka varsinaista TVT-taitojen kehittymistä niiden osalta tapahtui jonkin verran tai heikosti. Kurssin lopussa opiskelijat arvioivat taitonsa heikoimmiksi mallinnussovellusten (ka. 2,0), oman työskentelyn hallinnan sovellusten (ka. 1,5) ja ammatillisten verkostojen (ka.1,9) kohdalla. Mallinnussovellusten käyttötaidon koettiin kuitenkin kehittyneen jonkin verran opintojen aikana, oman työskentelyn hallinnan sovellusten ja ammatillisten verkostojen käyttötaidojen vain heikosti. Internetistä löytyvän



tiedon kriittisen arvioinnin taidoissa ei tapahtunut muutosta kevään kurssien aikana. (Taulukko 2)

## 5.2 Aineenopettajaopiskelijoiden myönteiseksi kokemat aiheet ja haasteet TVT-taitojen oppimisessa

Kurssin jälkeen toteutetussa kyselyssä avoimilla kysymyksillä kerättiin tietoa erityisesti kysymyksiin 2) Millaiset TVT-taidot opiskelijat kokevat erityisen myönteisiksi? ja 3) Mitä haasteita opiskelijoilla on TVT-taitojen oppimisessa? Opiskelijoita pyydettiin arvioimaan, kuinka paljon TVT-aiheita käsiteltiin kurseilla ja käsiteltiinkö niitä tarpeeksi. Tämän lisäksi opiskelijoilta kysyttiin, mikä TVT-aihe jäi erityisen myönteisesti mieleen ja mikä aihe ei heidän mielestään toiminut opetuksessa. Lopuksi opiskelijat saivat antaa vapaata palautetta TVT-strategiasta.

Kysymykseen ”Käsiteltiinkö TVT-aiheita tarpeeksi?” vastasi 24 opiskelijaa (75 %). Kolme opiskelijaa (9,4 %) oli sitä mieltä, että TVT-aiheita olisi voinut käsitellä enemmän. Yli puolet opiskelijoista (59 %) oli sitä mieltä, että TVT-aiheita käsiteltiin tarpeeksi. Kysymykseen ”Mikä TVT-aihe jäi erityisen myönteisesti mieleesi? Miksi?” vastasi 19 opiskelijaa (59 %). Erityisen myönteisiksi koettiin seuraavat TVT-aiheet:

- sovellukset (Kahoot!, Lino, PhET, mallinnussovellukset)
- blogi (oman oppimisen pohdintaa; Wordpress, BlogSpot, Weebly)
- kemian tutkimustiedon etsiminen (tietystä kemian ilmiöstä; Google Scholar, NELLI, ERIC)
- oman videon tekeminen (vapaavalintainen ohjelma, esimerkiksi iMovie)
- tekijänoikeuksien opettaminen (Kopiosto ry:n asiantuntijaluento, opitun soveltaminen kurssitöissä ja -tuotoksissa)
- webinaarit

Opiskelijoiden mielestä osa TVT-aiheista ei sopinut kurseille, joiden sisällöissä niitä opiskeltiin. Tällaisiksi aiheiksi koettiin erityisesti tarinankerrontasovellukset ja blogi, vaikka blogien osalta TVT-osaamisen koettiin parantuneen. Blogin yhteys *Johdatus kemian opetukseen* -kurssikokonaisuuteen koettiin epäselväksi ja blogin kirjoittaminen tuntui välillä rankalta ja ylimääräiseltä. Kaksi opiskelijoista oli sitä mieltä, että kaikki TVT-aiheet sopivat opetukseen eikä millekään pidä sanoa ei.

## 6 Johtopäätökset ja pohdinta

Kemian opettajankoulutuksessa TVT:n käyttö on monipuolista ja tavoitteellista. Se on integroitu osaksi kaikkien yksikön kurssien opetusta. Opiskelijoista suurimman osan mielestä TVT-aihetta käsitellään kurseilla riittävästi. Opiskelijoiden lisääntynyt TVT-osaaminen kevään kurssien aikana tukee aiempia tutkimuksia suunnitelmallisen TVT-opetuksen myönteisestä vaikutuksesta opiskelijoiden osaamiseen (Goktas ym., 2009). Opiskelijat oppivat erityisesti kemian opetukselle relevantteja TVT-taitoja, kuten simulaatio-sovelluksia ja omaan kemian opetukseen sopivien opetusmateriaalien etsimistä verkosta.

Eriyisen myönteiseksi opiskelijat kokivat kemian opetukseen liittyvän tutkimustiedon etsimisen. Tällainen uusi tutkimustieto lisää opiskelijan valmiuksia sekä pedagogisen sisältötiedon että teknologis-pedagogisen sisältötiedon osalta. Lisäksi opiskelijat kokivat erilaisten sovellusten käyttämisen kemian kontekstissa olleen kiinnostavaa. Aiempi tutkimustieto painottaakin, että opiskelijoiden tulisi käyttää TVT-sovelluksia juuri opetettavan aiheen kontekstissa, että todellista TVT-oppimista tapahtuisi (Goktas ym., 2009; Chai ym., 2011). Opiskelijoiden tieto- ja viestintätekniikkaa koskevat asenteet pitäisi kääntää myönteisiksi (Ertmer ym., 2012), mitä kyselyn perusteella oli tapahtunutkin. Myös tekijänoikeusasioiden oppiminen rohkaisee opiskelijoita opettamaan 2000-luvun tärkeitä taitoja myös omille oppilailleen.

Haasteita on edelleen joidenkin TVT-aiheiden integroinnissa Kemian opettajankoulutusyksikön kursseille. Tulisi vielä tarkemmin miettiä, miten opiskelijat kokisivat blogi- ja tarinankerronta-aiheet relevanteiksi nimenomaan kemian opetukseen (Goktas ym., 2009; Chai ym., 2011). Syynä näiden aiheiden vaikeiksi ja kiinnostamattomiksi kokemiseen saattaa olla myös tehtäviin annetut epäselvät ohjeet, sisäistämättä jäänyt TPCK-käsite (Chai ym., 2011) tai kielteiset näkemykset ja visiot tieto- ja viestintätekniikasta (Kuva 2). Toisaalta tässä tutkimuksessa opiskelijat kokivat TVT-taitojensa kehittyneen kolmanneksi parhaiten juuri blogien osalta (Taulukko 2).

Kemian opettajankoulutusyksikön strategiaa ollaan syksyllä 2015 kehittämässä edelleen, jotta TVT saadaan vielä paremmin integroitua kursseihin mielekkäällä ja opiskelijoita motivoivalla tavalla. Myös TPCK-käsitettä tullaan käyttämään vielä vahvemmin ja selkeämmin TVT-strategian jatkokehityksessä. Uudessa strategiassa painottuu kolme aluetta: yhteisöllisyys, digikansalaisuus ja pedagoginen TVT-osaaminen.

Kemian opettajankoulutusyksikössä jokaisella kurssilla on yhteys todelliseen kouluopetukseen. Tätä yhteyttä voidaan vielä vahvistaa tutkimuksen suosittelemalla TVT-integroinnilla. Tätä kouluopetuksen ja TVT:n integrointia joko kursseilla tai kursseja käyneiden kemian aineenopettajaopiskelijoiden opetusharjoitteluajankautena on tärkeää tutkia tulevaisuudessa, jotta saataisiin todellista tietoa siitä, miten opiskelijoiden TPCK on kehittynyt jo kemian opettajan perus- ja aineopintojen aikana. Vastaavasti voitaisiin tutkia myös vastavalmistuneita kemian opettajia opetustyössään.

## Lähteet

- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach* (väitöskirja). Kemian laitos, Helsingin yliopisto. Luettu osoitteesta: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/21127>
- Aksela, M. (2010). Evidence-based teacher education: Becoming a lifelong research-oriented chemistry teacher? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 84-91.
- Aksela, M. & Karjalainen, V. (2008). *Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa*. Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto. Luettu osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/karjalainen-v-2008.pdf>
- Aksela, M., & Lundell, J. (2008). Computer-based molecular modelling: Finnish school teachers' experiences and views. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 301-308.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization development, and assessment of ICT-TPACK: advances in technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 52(1), 154-188.
- Chai, C. S., Koh, J. L. K., Tsai, C.-C., & Tan, L. L. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers and Education*, 57, 1184-1193.
- Goktas, Y., Yildirim, S., & Yildirim, Z. (2009). Main barriers and possible enablers of ICTs integration into pre-service teacher education programs. *Educational Technology & Society*, 12 (1), 193-204.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47 (4), 47-61.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A., & York, C. S. (2006-2007). Exemplary technology-using teachers: Perceptions of factors influencing success. *Journal of Computing in Teacher Education*, 23 (2), 55-61.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41 (4), 393-416.
- Helppolainen, S., & Aksela, M. (2015). Chemistry teachers' ITC use from a viewpoint of technological pedagogical content knowledge (TPCK). [Submitted]
- Jääskeläinen, M. (2014). Kemian sähköisen ylioppilaskokeen mahdollisuuksia ja haasteita (pro gradu -tutkielma). Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto. Luettu osoitteesta: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/144489>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. Teoksessa AACTE Committee on Innovation and Technology (toim.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (3-29). Routledge: Oxon.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., & Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: integrating content, pedagogy, and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Myllyviita, A., & Lavonen, J. (2014). Tieto- ja viestintäteknikka opettajankoulutuksessa. Teoksessa A. Rautiainen, M. Räcköläinen, E. Helin, P. Pohjonen, & K. Nyyssölä (toim.), *Opettajankoulutuksen tilannekatsaus: Tilannekatsaus marraskuu 2014* (116-125). Opetushallitus. Muistiot 2014:4. Luettu osoitteesta: [http://www.oph.fi/download/163626\\_opettajankoulutuksen\\_tilannekatsaus.pdf](http://www.oph.fi/download/163626_opettajankoulutuksen_tilannekatsaus.pdf)
- Opetushallitus. (2014) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Luettu osoitteesta: [http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

- Opetushallitus (14.04.2015) Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015 luonnos. Luettu osoitteesta: [http://www.oph.fi/download/166556\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2015\\_luonnos\\_14042015.pdf](http://www.oph.fi/download/166556_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015_luonnos_14042015.pdf)
- Pernaa, J. (2011). *Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen* (väitöskirja). Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto. Luettu osoitteesta: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/28007>
- Pernaa, J., & Aksela, M. (2009). Chemistry teachers' and students' perceptions of practical workthrough different ICT learning environments. *Problems of Education in the 21st Century*, 16, 80-88.
- Pernaa, J., Aksela, M., & Västinsalo, J. (2010). Kemian mallit ja visualisointi -kurssin yhteisöllinen uudistaminen malliteoriaan pohjautuvalla kehittämistutkimuksella. M. Aksela, J. Pernaa, & M. Rukajärvi-Saarela (toim.), *Kemian Opetuksen Päivät 2010: Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen* (96-114). Luettu osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/kemma/data/kop-2010.pdf>
- REMC Association of Michigan. (20.02.2015). *21 Things 4 Teachers*. Luettu osoitteesta: <http://21teachers.foxbrightcms.com/>
- Sang, G., Valcke, M., van Braak, J., & Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers and Education*, 54 (1), 103-112.
- Tolvanen, S., & Aksela, M. (2013). Mittausautomaation hyödyntäminen tutkimuksellisessa kemian opiskelussa. *LUMAT: Research and Practice in Math, Science and Technology Education*, 1(4), 379-386.
- Tolvanen, S., Aksela, M., Guitart F. & Urban-Woldron H. (2014). Research-based future science teacher training on using ICT-enhanced inquiry activities. *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference : Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*.

## Liite 1

## TVT-kysely ennen opetusta

Tieto- ja viestintäteknikan (TVT) käyttötaidot -kyselyllä kartoitetaan opiskelijoiden TVT-taitoja Kemian opettajankoulutusyksikön kurssien alkaessa.

**Nimi**

Nimi

**Kemian opetuksen kurssit**

Mitkä kemian opetuksen kurssit aiot suorittaa syksyn aikana?

- Johdatus kemian opetukseen
- Kemian opetuksen keskeiset alueet I
- Tutkimuksellinen kemian opetus II
- Kemian mallit ja visualisointi
- Kemia tieteenä

**TVT-taidot**

Arvioi TVT-taitojasi asteikolla 1-5 (1 = heikko, 5 = erinomainen)

	1	2	3	4	5	Ei aikaisempaa tietoa aiheesta
Sähköiset oppimisalustat (esim. Moodle, Edmodo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Blogit (esim. Wordpress, Blogger)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulaatio-sovellukset (esim. PhET)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mallinnussovellukset (esim. Jmol)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteisöllinen tekstinkäsittely (esim. Google Drive, Dropbox)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalien ja ideoiden jakaminen (esim. Lino)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oman työskentelyn hallinnan sovellukset (esim. Evernote)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internetistä löytyvän tiedon kriittinen arviointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekijänoikeudet ja lisenssit (CC-lisenssit)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kemian opetuksen tutkimustiedon etsiminen (esim. ERIC)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viittaustyökalut (esim. Citation Machine)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Ammatilliset verkostot (esim. tiedeblogit, LinkedIn)
- Kemian opetusmateriaalin etsiminen (esim. LUMA)
- Käännetty luokkahuone -opetusmenetelmää tukevat sovellukset

## Liite 2

TVT-kysely opetuksen jälkeen

Tieto- ja viestintäteknikan (TVT) käyttötaidot -kyselyllä kartoitetaan opiskelijoiden TVT-taitoja Kemian opettajankoulutusyksikön kurssien päättyessä.

Nimi

Nimi

### **Kemian opetuksen kurssit**

Mitkä kemian opetuksen kurssit suoritit syksyn aikana?

- Johdatus kemian opetukseen
- Kemian opetuksen keskeiset alueet I
- Tutkimuksellinen kemian opetus II
- Kemian mallit ja visualisointi
- Kemia tieteenä

### **TVT-taidot**

Arvioi TVT-taitojasi asteikolla 1-5 (1 = heikko, 5 = erinomainen).

	1	2	3	4	5
Sähköiset oppimisalustat (esim. Moodle, Edmodo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Blogit (esim. Wordpress, Blogger)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulaatio-sovellukset (esim. PhET)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mallinnus-sovellukset (esim. Jmol)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteisöllinen tekstinkäsittely (esim. Google Drive, Dropbox)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalien ja ideoiden jakaminen (esim. Lino)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oman työskentelyn hallinnan sovellukset (esim. Evernote)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internetistä löytyvän tiedon kriittinen arvioiminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekijänoikeudet ja lisenssit (CC-lisenssit)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kemian opetuksen tutkimustiedon etsiminen (esim. ERIC)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viittaustyökalut (esim. Citation Machine)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ammatilliset verkostot (esim. tiedeblogit, LinkedIn)

Kemian opetusmateriaalin etsiminen (esim. LUMA)

Käännetty luokkahuone -opetusmenelmää tukevat sovellukset

**TVT-aiheiden käsittely kursseilla**

Kuinka paljon TVT-aiheita käsiteltiin kursseilla, joille osallistuit?

Käytetty aika (tunteina)

Johdatus kemian opetukseen

Kemian opetuksen keskeiset alueet I

Tutkimuksellinen kemian opetus II

Kemian mallit ja visualisointi

Kemia tieteenä

Käsiteltiinkö TVT-aiheita mielestäsi tarpeeksi?

**Vapaa sana**

Mikä TVT-aihe jäi erityisen myönteisesti mieleesi? Miksi?

Mikä TVT-aihe ei mielestäsi toiminut opetuksessa? Miksi?

Vapaata palautetta TVT-strategiasta