# LÄÄKELASKENTAA –

## ulkoaoppien vai perusteet ymmärtäen

Ismo Korkee

Ammatillisen opettajankoulutuksen
kehittämishanke
Marraskuu 2013
Ammatillinen opettajakorkeakoulu
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

**TIIVISTELMÄ**

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

KORKEE, ISMO:
Lääkelaskentaa – ulkoaoppien vai perusteet ymmärtäen

Opettajankoulutuksen kehittämishanke 50 sivua, ei liitesivuja
Marraskuu 2013

---

Suomessa moni perusasteen jälkeen ammatillisille aloille opiskelemaan siirtyneistä keskeyttää opintonsa, ja varsinkin teknisillä aloilla osasyyksi nähdään opiskelijoiden entistä heikommat matematiikan taidot. Nämä vajavaiset perusvalmiudet matematiikassa haittaavat myös pehmeämmillä aloilla: esimerkiksi monen terveydenhuoltoon liittyvän tutkinnon vaatimuksiin kuuluva lääkelaskennan osuus saattaa osoittautua yllättävän vaikeaksi – joidenkin valmistuminen alalle on jopa viivästynyt tämän vuoksi. Valitsin kehittämishankkeeni aiheeksi tämän problematiikan selvittämisen.

Lääkelaskennan oppimisen vaikeudet ovat tunnetusti vaikeuksia nimenomaan matematiikan oppimisessa, joillakin se on kehittynyt jopa matematiikkapeloksi. Aiheesta on tehty runsaasti kasvatustieteellistä tutkimusta ja lääkelaskennankin osaamisesta on olemassa jopa väitöskirjoja.

Opetellessani hallitsemaan lääkelaskentaa havaitsin omaa oppimistani haittaavan mm. seuraavat piirteet:

(1) Miksei keskeisiä käsitteitä havainnollisteta kuvioiden avulla?
(2) Miksi samaa laskua varten esitetään jopa kolme eri laskutapaa?
(3) Miksi näytetään opetettavan mekaanisia toimintamalleja ja ulkoaopeteltavia kaavoja käsitteiden syvällisen ymmärtämisen kustannuksella?

Hankkeeni aiheeksi tarkentui tutkia pelkästään lääkelaskennan opettamisen perinnettä – voisiko joitakin sen piirteitä muuttamalla helpottaa aiheen oppimista?

Tutustuin lääkelaskennan nykykäytänteisiin TAMK:n Terveyspalveluiden yksikössä havainnoimalla puolen vuoden ajan useiden eri luokkien toimintaa kahden eri opettajan ohjaamana. Osallistuin jopa itsekin opettamiseen kokeillen uusia havainnollistamis- ja opetusmenetelmiäni. Sain runsaasti hyvää havaintoaineistoa reflektoinnissa opettajien ja oppilaiden kanssa, ja tämä aineisto toimii taustavaikuttajana työni kaikkien kommenttien ja uusien ideoiden pohjalla.

Työni päähuomio on se, että lääkelaskennassa joidenkin käsitteiden kohdalla ei hyödynnetä tarpeeksi niiden matemaattista luonnetta. Mielestäni käsitteiden syvälliseen ymmärtämiseen ei anneta riittävästi huomiota ja keinoja, jolloin heikommat oppilaat joutuvat turvautumaan mekaanisiin toimintatapoihin kuten kaavojen ulkoaopetteluun. Tunnetusti tällainen ei ole hedelmällistä matematiikan opiskelussa.

Esitän työssäni joitakin parannusehdotuksia nykyisiin käytänteisiin. Esitän myös kokonaan uuden, ns. visuaalis-matemaattisen lähestymistavan, joka jää tämän työn myötä odottamaan lääkelaskennan yhteisön reaktioita ja hyväksyntää.

---



Asiasanat: Lääkelaskenta, matematiikka, oppimisvaikeudet, suhde, verranto, havainnollistaminen, erilaiset oppijat, hassut assosiaatiot.

**ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences
School of Vocational Teacher Education

KORKEE, ISMO:
Medication calculation – memorization or deep understanding of concepts

Bachelor's thesis 50 pages, no appendices
November 2013

---

A great amount of students break off their studies in the second level vocational technical education in Finland and one reason for that is students' degenerated mathematical skills. Weakness in basic calculation skills produce also problems in soft human sciences, e.g., the course of medication calculations in the health care education degree may appear to be too difficult – in some cases this has already caused delayed graduations. This is the subject of this research.

It is well known that the problems mentioned above are based on various learning problems in mathematics, which may even result in fear for mathematics. In the literature there are plenty of pedagogical research concerning the subject, even doctoral thesis can be found concerning medication calculation skills.

In order to be convincing enough one had to learn to master the art of medication calculations. During the process of learning the following criticism was focused on the used learning material:

(1) Why the essential concepts are not illustrated with figures?
(2) Why one calculation task is teached to carry out in three different ways?
(3) Why instead of deep understanding of concepts only mechanical standards of activity and formulae for memorization are teached?

The subject of the research was sharpened to the tradition of medication calculation – is it possible to help to learn the subject by modifying some features of the tradition?

A good orientation of the present state of medication calculation was given in the School of Health Care in Tampere University of Applied Sciences. During six months a couple of school classes and two teachers were observed and one even participated the teaching by testing different kind of demonstrations and teaching methods. Plenty of good observation material was got by reflecting with teachers and students, and this material forms a basis of the comments and ideas that were stated in the work.

The main observation of the research is that the art of medication calculation introduces and deals with some concepts in the way that their mathematical nature is not utilized enough. Since there are not served enough room or resources for deep understanding of concepts, incompetent students are forced to resort to mechanical standards of activity, e.g., to study formulae for memorization. It is well known that this procedure is not fruitful in studying mathematics.

In this research some useful comments about present conventions for medical calculations are given. Further, a new visual-mathematical point of view is given and reactions of the medical calculation society are expected.

---

Key words: Medication calculation, mathematics, learning problems, ratio, proportion equation, visualization, different ways for learning, funny associations.

# Sisällys

# 1 Johdanto

Suomessa liian moni perusasteen jälkeen ammatillisille aloille opiskelemaan siirtyneistä keskeyttää opintonsa (Tilasto 2013). Varsinkin teknisillä aloilla osasyyksi nähdään opiskelijoiden entistä heikommat matematiikan taidot. Suomen menestyminen Pisa-tutkimuksissa (Pisa 2013) on ehkä ylläpitänyt tilanteesta liian ruusuista kuvaa. Toisaalta Tampereen yliopiston matematiikan emeritusprofessori Seppo Hyyrö varoitti jo vuonna 1999 jäähyväispuheessaan tästä alkaneesta alamäestä matematiikan taidoissa. Heikko matematiikan osaaminen ei ole mikään pikkujuttu Suomen kilpailukyvyn kannalta. (Hyyrö 1999.)

Teknisten alojen insinööri lujuuslaskelmineen ja pehmeämpien alojen sairaanhoitaja lääkelaskuineen ovat siinä mielessä samassa asemassa, että kummankin laskelmien pettäminen voi johtaa jopa ihmishengen menetykseen. Monet terveydenhuoltoalan opiskelijat ovat joutuneet yllättävän paikan eteen, kun heidän matematiikan taitonsa eivät olekaan riittäneet – usein monen yrittämän jälkeenkään – läpäisemään tavoiteajassa tutkintoon kuuluvia lääkelaskentakokeita. Tämän problematiikan selvittäminen oli kehittämishankkeeni lähtökohtana.

Lääkelaskennan oppimisvaikeuksien parissa kamppailevan henkilöhistoriasta saattaa löytyä jo ala-asteikäisestä alkanut vieraantuminen matematiikasta. Sen on voinut aiheuttaa esimerkiksi lukivaikeudet (Kairaluoma et al. 2008: 13–19), ja epämiellyttävät kokemukset matematiikan parissa ovat saattaneet jatkua koko nuoruusiän. Opettajan rooliakaan matematiikan opiskelun innoittajana ei kannata vähätellä. Koska matematiikassa kaikki tieto nojaa ennen opittuun tietoon, eikä pintapuolisesti omaksuttu tieto ole kestävä rakennuspohja uudelle tiedolle, niin ilman pitkäjänteistä työtä opiskelijan perustaidot matematiikassa jäävät helposti hatariksi. (Hyyrö 1999.) Tämä pitkäkestoinen suhde on saattanut kasvaa jopa matematiikkapeloksi, joka haittaa merkittävästi myös lääkelaskennan oppimista (Makkonen 2006: 9). Matematiikan oppimisvaikeuksista kerrotaan lisää luvussa 2.

Ollakseni vakuuttava minun oli opeteltava lyhyessä ajassa hallitsemaan lääkelaskentaa. Perehdyin aiheeseen lääkelaskennan oppikirjan (Ernvall et al. 2008) ja verkkomateriaalin (LLK 2013) avulla. Aiheeseen näytti riittävän vaativimmillaankin vain perusasteen 7–8 luokkien matematiikan taidot (Järvinen et al. 2012). Lisäksi piti oppia ymmärtämään esimerkiksi lääkkeiden annostelun periaatteet. Omaa oppimistani huomasin haittaavan mm. seuraavat piirteet:

(1) Miksei keskeisiä käsitteitä havainnollisteta kuvioiden avulla?

(2) Miksi samaa laskua varten esitetään jopa kolme eri laskutapaa?

(3) Miksi näytetään opetettavan mekaanisia toimintamalleja ja ulkoaopeteltavia kaavoja käsitteiden syvällisen ymmärtämisen kustannuksella?

Edellä mainitut seikat ovat todennäköisesti haittaamassa nimenomaan heikoilla matematiikan taidoilla olevien lääkelaskennan opiskelua. Koska matematiikan oppimisvaikeuksista oli jo runsaasti tutkimusta, päätin keskittyä pelkästään lääkelaskennan esittämisen ja opettamisen perinteestä kumpuaviin ongelmiin. Olinhan joitakin oppimisen mahdollisia esteitä juuri havainnutkin.

Vaikka epäilytti, että olenko sohaisemassa muurahaispesää, minut ja ajatukseni otettiin Tampereen ammattikorkeakoulun Terveyspalveluiden yksikössä avoimin mielin vastaan. Sain hyvän orientaation lääkelaskennan nykytilasta havainnoimalla puolen vuoden ajan useiden eri luokkien toimintaa kahden eri opettajan ohjaamana. Sain jopa itsekin osallistua opettamiseen ja kokeilla kehittämiäni havainnollistamis- ja opetusmenetelmiä. Sain myös runsaasti hyvää havaintoaineistoa reflektoinnissa opettajien ja oppilaiden kanssa. Tämä työ ei silti sisällä mitään tilastollista aineistoa saati sen analysointia. Olen vain liittänyt saamani havainnot ja palautteet aiempaan kokemusmaailmaani, ja tämä kokonaisuus yhdessä muodostaa perustan työssäni esiin tuomilleni kommenteille, kehitysideoille ja uusille toimintatavoille.

Luvussa 3 esittelen, miten lääkelaskentaa nykyään opetetaan. Lisään tarvittaessa omia käsitteiden havainnollistuksia ja teen huomautuksia joidenkin käytänteiden ja asioiden painotusten muuttamiseksi. Pidän itse tärkeänä perusteiden hyvää läpikäyntiä. Nostan esimerkiksi lääkelaskennan tärkeimmäksi käsitteeksi pitoisuuden – kaikki muu alkaa kietoutua sen ympärille selkeäksi matemaattiseksi rakenteeksi. Teen myös tämän luvun lopuksi koosteen siitä, mitä lääkelaskennan matematiikkaan orientoivalla opintojaksolla tulisi mielestäni käsitellä.

Yleinen päähuomioni on se, että lääkelaskennassa joitakin käsitteitä esiteltäessä tai niillä operoitaessa ei hyödynnetä tarpeeksi ko. käsitteen matemaattista luonnetta. Mielestäni käsitteiden syvälliseen ymmärtämiseen ei anneta riittävästi huomiota ja keinoja, jolloin heikommat oppilaat joutuvat turvautumaan mekaanisiin toimintamalleihin ja opettelevat esimerkiksi kaavoja ulkoa. Tunnetusti tällainen menettely ei ole kovin hedelmällistä matematiikan opiskelussa.

Luvussa 4 esitän, miten lääkelaskentaa tulisi mielestäni opettaa. Ensinnäkin erilaisia oppijoita silmälläpitäen pitäisi käyttää mahdollisimman paljon kuvioita käsitteiden havainnollistamisessa. Suurin ongelma on mielestäni siinä, että pitoisuuden käsitettä ei käsitellä sen luonteelle ominaisesti suhteena, murtolukuna, vaan tämän käsitteen sisältämä informaatio esiintyy laskuissa hajallaan. Tämän piirteen korjaaminen on kuitenkin opetuksessa hankalaa ennen kuin käytössä on asiaan kuuluvaa oppimateriaalia. Nykykäytänteiden yhteydessä tämä aiheuttaisi tavattomasti sekaannusta. Esitän, miksi tämän seikan huomioon ottaminen olisi tarpeen, ja miten se tehtäisiin esitellen samalla oman visuaalis-matemaattisen ajattelutavan lääkelaskentaan.

Luvun 4 ajatusrakennelmaa voidaan soveltaa myös lääkelaskennan vaikeimman asian selvittämisessä. Kahden aiemman laskutavan rinnalle saadaan näin vielä kolmas ymmärrettävämpi ja lyhyt laskutapa, joka ei vaadi välttämättä ulkoaopettelua.

Luvussa 5 teen pienen yhteenvedon esilletuomistani ajatuksista. Kerron myös tämän kehittämishankkeen jatkonäkymistä – monet hankesuunnitelmassa esitetyt toimenpiteet eivät toteutuneetkaan. Aihe osoittautui lopulta liian laajaksi ja mutkikkaaksi selvittää perusteellisesti tämän opettajankoulutuksen aikana.

Tämä työ on kirjoitettu erityisesti terveydenhuoltoalojen lääkelaskennan opettajille, opetuksen kehittäjille sekä alan oppimateriaalien valmistajille. Työn lukemiseen riittää perusasteen 7–8 luokkien matematiikan taidot. Tätä työtä ei ole kirjoitettu ensisijaisesti lääkelaskennan opiskelijoiden tai jo työelämässä olevien oppimateriaaliksi, sillä tässä samassa työssä sekä nykyisten käytänteiden kommentoinnin että uusien käytänteiden esittäminen saattaa vain sekoittaa. Lisäksi lukemiseen tarvitaan myös hieman esitietoja lääkelaskennasta. Opettajajohtoisesti tai erittäin valveutuneille opiskelijoille näitä asioita voisi toki esittää. Opiskelijalle tarkoitettua oppimateriaalia on tarkoitus valmistaa aikanaan, kunhan nämä työssäni esitetyt ajatukset ensin arvioidaan ja hyväksytään lääkelaskentaa harrastavissa yhteisöissä.

# 2 Matematiikan oppimisvaikeuksista

## 2.1 Lukivaikeuksista matematiikan oppimisessa

Ongelmat lääkelaskennan oppimisessa ovat yleensä ongelmia nimenomaan matematiikan oppimisessa, ja tällaisten ongelmien parissa kamppailevien henkilöhistoriasta saattaa löytyä jo ala-asteikäisestä alkanut vieraantuminen matematiikasta. Sen on voinut aiheuttaa esimerkiksi lukivaikeudet eli vaikeudet lukemisessa ja kirjoittamisessa. Kirjassa ”Lukemalla ja tekemällä: opettajan opas lukivaikeudesta ammatillisille oppilaitoksille” (Kairaluoma et al. 2008: 14–19 ja 102–119) esitetään kansantajuisesti, miten lukivaikeudet voivat heijastua myös matematiikan oppimiseen. Esimerkiksi sanalliset tehtävät, joita lääkelaskutehtävätkin pääsääntöisesti ovat, aiheuttavat hankaluuksia juuri lukivaikeuksisille.

Matematiikan oppimisvaikeuksissa voi olla kyse myös esimerkiksi jostakin hahmotusvaikeudesta, mutta yleensä taustalla on aina myös lukivaikeutta. Tämä on tietenkin vakava asia, mutta moni matematiikan taitaja varmaan näkee painajaisunia luettuaan tähän liittyviä ”kauhutarinoita”: jotkin laskevat desimaalilukuja yhteen allekkain asettamatta desimaalipilkkuja kohdakkain tai tuhatkahdeksan saatetaan kirjoittaa 10008 jne. Näiden tapauskuvausten lisäksi Kairaluoma et al. (2008: 102–121) esittää arvokkaita konkreettisia tukikeinoja matematiikan oppimisvaikeuksista kärsivien auttamiseksi.

Aiheesta löytyy paljon sekä suomen- että ulkomaankielisiä korkeatasoisia tieteellisiä julkaisuja. Koetan pitää tämän työn lähdeluettelon kohtuullisen mittaisena, joten kehotan lukijaa tutustumaan aluksi työhön (Huhtala ja Laine 2004) sekä erityisopetukseen liittyvään opinnäytetyöhön ”Matikasta soppaa” (Parkkila 2009). Lisää hyviä kirjallisuusviitteitä löytyy Parkkilan työn lähdeluettelosta, johon pääsee käsiksi helposti Theseus-opinnäytetyöt -sivustolta (Theseus). Muuta hyvää, ja paljon ulkomaankielistäkin, materiaalia löytyy esimerkiksi Kairaluoman et al. (2008) kirjan erittäin laajasta ja monipuolisesta lähdeluettelosta.

## 2.2 Muita syitä matematiikan oppimisvaikeuksiin

Matematiikan oppimisen vaikeuksia syntyy ilman mitään neurologisia ongelmiakin. Matematiikassa kaikki ennen opittu on pohjana uudelle tiedolle, joten matematiikan oppiminen vaatii pitkäjänteistä työtä. Jos opiskelee matematiikkaa vain pintapuolisesti, niin matematiikan perustaidot jäävät helposti hatariksi. (Hyyrö 1999.)

Jos oppilas jää syystä tai toisesta hieman jälkeen muista, syntyy helposti ns. Matteus-vaikutus. Siinä oppilas ei saakaan enää tarpeeksi onnistumisen kokemuksia matematiikassa, menettää hieman kiinnostustaan ja opiskelee seuraavan asian vain pintapuolisesti. Näin hän jää hieman enemmän jälkeen muista ja alkaa pikkuhiljaa kadottaa osaamisen tasoaan ja itsetuntoaan matematiikan osaajana. Tätä oravanpyörää kuvaa hyvin Kairaluoma et al. (2008: 50), ks. myös (Parkkila 2009: 3–4).

Ala-asteella syntyneet vähäisetkin puutteet matematiikan perustaidoissa alkavat haitata yläasteella, koska opetettavien käsitteiden abstraktisuus lisääntyy. Esimerkiksi funktion ja muuttujan käsitteiden ymmärtämisessä ja niillä operoitaessa tarvitaan ala-asteella opittuja rutiineja (Järvinen et al. 2012). Tämä kaikki sattuu vielä aikuisuuden kynnyksellä, vaiheessa, jossa nuoren elämään astuu paljon muutakin mietittävää kuin koulunkäynti.

Riippumatta siitä, millä asteella opettaa, opettajan tulisi mahdollisimman varhain huomata ja puuttua asiaan, jos joku oppilas on jäämässä opinnoissaan jälkeen. Opettajan tulisi myös päivittää mahdollisesti vanhentunutta oppimiskäsitystään (ks. Patrikainen 1999 ja Tynjälä 2004) ja huomioida erilaisten oppijoiden (ERI 2013) tarpeet. Esimerkiksi visuaalisesti oppivat hyötyvät kunnon havainnollistamisvälineistä (vrt. esim. Korkeakivi 2013 ja Leppänen 2013). Opettajan omalla asenteella ja kiinnostuksella matematiikkaa kohtaan on jo sinälläänkin erittäin suuri vaikutus siihen, syttyykö ja säilyykö vai sammuuko nuoren kiinnostus matematiikkaa kohtaan (Hyyrö 1999). Matematiikka pystyy tarjoamaan runsaasti onnistumisen kokemuksia, mutta vaatii opettajalta erityistä omistautumista ja hienovaraisuutta, ettei epäonnistumisen kokemuksia tule joillekin liikaa.

Kaikkien ei siis tarvitse pitää matematiikasta, mutta matematiikkaa tarvitsee jokainen elämässään ainakin jossain määrin – peruslaskutaidot aina prosenttilaskuun asti voisi kaikilta edellyttää hallittaviksi vielä aikuisenakin. Mielestäni media voisi myös osallistua nykyistä enemmän asenneympäristön muokkaamiseen matematiikalle edullisemmaksi, vrt. (Huovinen 2013). Vanhemmat ja kaveripiiri voisivat myös tarkistaa asenteitaan, etteivät huomaamatta ruoki negatiivista asenneympäristöä matematiikkaa kohtaan.

## 2.3 Matematiikkapelosta

Jos oppilas ei juuri koskaan saa positiivisia onnistumiskokemuksia matematiikassa, ja tätä kestää vuodesta toiseen, hän alkaa helposti vieroksua, jopa pelätä matematiikkaa ja alkaa kokea alemmuutta osaamattomuudestaan. Edellä mainituissa töissä (Kairaluoma et al. 2008, Parkkila 2009 ja Makkonen 2006) esitetään hätkähdyttäviä kertomuksia opiskelijoiden selviytymisstrategioista ja miniteorioista matematiikan opiskelussaan. Näillä termeillä tarkoitetaan opiskelijan itsensä kehittämiä laskemiseen liittyviä – yleensä virheellisiä – toimintatapoja ja kaavoja, joilla koetetaan vain selvityä laskutehtävistä. Esimerkkinä selviytymisstategiasta olkoon kaavan opettelu ulkoa ymmärtämättä sitä ja miniteoriasta vaikkapa väärä päätelmä siitä, että kertominen tekee aina suuremmaksi ja jakaminen pienemmäksi.

Ammatillisen erityisopetuksen opinnäytetyössä ”Lääkelaskennan opetuksen kehittäminen lähihoitajakoulutuksessa” (Makkonen 2006: 9) kuvataan, miten tällainen pitkäkestoinen epämiellyttävä suhde matematiikkaan saattaa kasvaa jopa matematiikkapeloksi. Silloin henkilö saa jo fysiologisia oireita, esimerkiksi vatsanväänteitä tai paniikkikohtauksia joutuessaan matematiikan tai numeroiden kanssa tekemisiin. Eriasteiset tunteet ja asenteet matematiikkaa kohtaan pienestä vastenmielisyydestä aina matematiikkapelkoon asti ovat em. työn mukaan suurin este lääkelaskennan oppimiselle. Työssä (Makkonen 2006: 22–36) esitellään monenlaisia ratkaisuja näiden vaikeuksien voittamiseen, mutta en puutu niihin tässä, sillä työn tavoitteet ovat muualla.

## 2.4 Lääkelaskennan oppimisen vaikeudesta

Teoreettiselta tasoltaan lääkelaskennassa on kyse vaativimmillaankin vain noin 7–8 luokan matematiikasta. Tarvittavat matematiikan käsitteet kuten suhde, yhtälö, verranto, muuttujan käyttö jne. (Järvinen et al. 2012) on ainakin joskus esitelty jokaiselle (peruskoulun käyneelle) opiskelijalle. Jos joku osaa matematiikkaa muutoin hyvin, mutta ei pärjääkään lääkelaskennassa, niin kyse on silloin luultavasti vain siitä, että hän ei ole opetellut nimenomaan lääkkeiden teoriaa liittyen resepteihin, pakkauskokoihin ja -merkintöihin, annosteluun, lääkkeenjaon käytänteisiin jne. Jos opiskelijalla on puutteita näissä tiedoissa, niin silloin voi peräänkuuluttaa hänen motivaatiotaan ja kykyään muutoinkaan selviytyä työelämässä terveydenhoitoalalla.

Kirjallisuudesta löytyy paljon erityisesti lääkelaskentaan liittyvää sekä suomen- että ulkomaankielistä korkeatasoista tieteellistä tutkimusta. Aiheesta löytyy esimerkiksi Grandell-Niemen (2005) väitöskirja ”The medication calculation skills of nursing students and nurses. Developing a medication calculation skills.”. Suomenkielisestä materiaalista kannattaa tutustua esimerkiksi Makkosen työhön (2006), Huhtalan tutkimuksiin (1999, 2000), Korkeakiven artikkeliin (2013) sekä Nurkan esitelmään (2012). Muuhun kirjallisuuteen lukija pääsee käsiksi esimerkiksi Makkosen työn (2006) lähdeluettelon avulla, jonka saa niinikään helposti verkosta (Theseus).

# 3 Lääkelaskennan nykyopetuksesta

## 3.1 Lääkelaskennasta yleensä

TAMK:n Terveyspalveluiden yksikössä lääkelaskennan opetus jaetaan kuuteen osa-alueeseen:

- yksikönmuunnokset
- annoslaskut
- liuoksen valmistus
- liuoksen laimennus
- tiputusnopeuslaskut
- kertaus

Nuorisopuolella näiden opettamiseen käytetään 8–10 h (á 45 min) ja aikuisopiskelussa hieman enemmän eli 12 h (á 45 min). Opetus ja asioiden esitysjärjestys pohjautuu pääsääntöisesti kirjaan Lääkelaskenta (Ernvall et al. 2008), mutta joitakin vaikutteita opetukseen on otettu myös Lääkehoidon käsikirjasta (Saano ja Taam-Ukkonen 2013).

Ennen lääkelaskennan jaksoa järjestetään orientaatioluennot matematiikkaan, jotka on yleensä pitänyt jokin tekniikan alojen matematiikan opettaja. Sekä nuoriso- että aikuisopiskelussa tähän on varattu aikaa 4 h ja lisäopetuksen tarpeeseen 2 h. Osio oli jo pidetty tätä työtä aloittaessani. Aion kuitenkin havaintojeni pohjalta ottaa kantaa siihen, millaisia asioita tällaisella orientaatiojaksolla kannattaisi mielestäni käsitellä, ks. kappale 3.6 sivulla 32.

Ernvall et al. (2008: 121–160) käsittelee matematiikan perusteiden osuuden kirjansa lopussa erillisenä kappaleena. Tämä on mielestäni hyvä asia matematiikkaa osaavien kannalta. Toisaalta heikommat eivät ehkä osaa etsiä apua kirjan takaa ongelmia laskuissa kohdatessaan. Osuus sisältää mm.

- peruslaskutoimitukset,
- kertominen ja jakaminen paperilla ilman laskinta,
- desimaaliluvuilla ja murtoluvuilla operoiminen,
- prosentin käsite,

sekä hieman vaativampina, abstraktimpina asioina

- yhtälöiden ratkaiseminen,
- suhde ja verranto jne.

Tämä tuntuu ainakin alustavasti hyvältä orientoivan osuuden sisällöltä.

> **Huomautus.** Toistoa välttääkseni viittaan luvussa 3 kirjaan (Ernvall et al. 2008) pääsääntöisesti vain sanalla ”kirja”. Kaikkeen muuhun kirjallisuuteen viittaan normaalisti.

**Huomautus 3.1.** Ernvallin et al. kirjaan (2008) viittaamisen käytänteestä.

Jo luonnosvaiheessa alkoi näyttää siltä, että työstä tulisi kohtuuttoman laaja. Kahteen ensimmäiseen osa-alueeseen, yksikönmuunnoksiin ja annoslaskuihin, liittyvien asioiden selvittyä päätin käydä muut osa-alueet läpi pintapuolisemmin. Kahdessa em. osiossa kuitenkin luodaan jo perusta myöhempien osa-alueiden käsittelylle, ja juuri perusteiden kunnolla läpikäyntiä korostankin. Näistä lääkelaskennan muista osa-alueista kirjoitan kappaleessa 3.5 sivulla 28 vain joitakin yksityiskohtia.

Esitän seuraavissa kappaleissa 3.2–3.4 pääpiirteet siitä, miten yksikönmuunnokset ja annoslaskut on kirjassa käsitelty ja poikkeaako opetus jotenkin tästä. Mielestäni pitoisuuden käsitteen tärkeyttä ei korosteta tarpeeksi opetuksessa eikä oppimateriaaliessa, joten varaan tämän käsitteen esittelyyn kokonaan oman kappaleen 3.3. Myös Saanon ja Taam-Ukkosen kirjassa (2013) on muutamia mielenkiintoisia piirteitä, joihin viittaan. Pohdin myös sitä, miten onnistunut aiheen käsittely on pedagogisten ratkaisujensa, mutta erityisesti matematiikan ainedidaktiikan kannalta. Opettajan mieltymyksistä johtuen opetus ei aina välttämättä kulje yksi-yhteen kirjan esitystavan kanssa, kommentoin tällaisista irtaantumisyrityksistäkin tarvittaessa. Jos itselläni on tarjota joitakin pieniä parannusehdotuksia tai havainnollistamisideoita, niin esitän niitäkin toki tässä.

**Huomautus.** Esitän tässä luvussa 3 vain sellaisia parannusehdotuksia, jotka voidaan toteuttaa alan käytänteitä sen kummemmin muuttamatta. Luvussa 4 esitän radikaalimpia muutoksia, jossa otetaan tarkemmin huomioon tarkasteltavien käsitteiden matemaattinen luonne. Esitän joidenkin käytänteiden muuttamista ja perustelen erään vähemmän käytetyn laskutavan uudelleen käyttöönottoa.

**Huomautus 3.2.** Luvussa 3 esitetään vain nykykäytänteisiin sopivia muutosehdotuksia.

## 3.2 Perusyksiköistä ja yksikönmuunnoksista

Otsikon alle kuuluu lääkelaskennassa tarvittavien

- yleisempienpainoyksiköiden (kuten kg, g, mg, µg),
- yleisempientilavuusyksiköiden (kuten l, dl, cl, ml) ja
- erikoisempien yksiköiden (kuten gtt eli tippa ja KY eli kansainvälinen yksikkö)

esittely ja muunnokset. Aihepiiriin kuuluu myös johdannaisyksiköt, kuten lääkkeen pitoisuuden yksikkö mg/ml tai tiputusnopeuden yksikkö ml/h. Aihepiiriin kuuluisi myös roomalaiset numerot, mutta en puutu niihin tässä työssä.

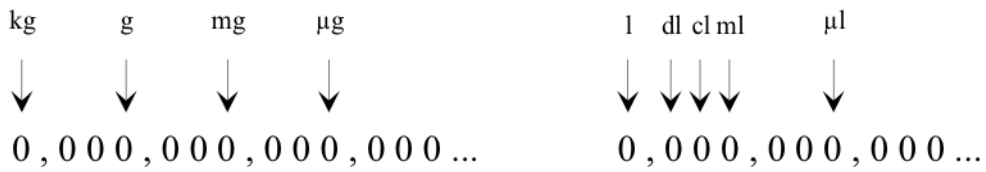
Kirja esittää yksiköiden etuliitteet kuvion 3.1 mukaisesti (ks. neljä ylintä riviä). Mielestäni desimaalilukujen 0.1, 0.01, 0.001,... rinnalla voisi näyttää myös vastaavat murtolukumuodot 1/10, 1/100, 1/1000,... (lisätty alin rivi kuviossa 3.1) ja jopa yhteydet prosentteihin: 1 = 100 %, 0.1 = 10 %, 0.01 = 1 % ja 0.001 = 1 ‰ (näihin kohtiin kuviossa 3.1 on viitattu keltaisella).

| mega | * | * | kilo | hehto | deka | perus-yksikkö | desi | sentti | milli | * | * | mikro | * | * | nano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | * | * | k | h | da | | d | c | m | * | * | µ | * | * | n |
| 1000000 | * | * | 1000 | 100 | 10 | 1 | 0,1 | 0,01 | 0,001 | * | * | 0,000001 | * | * | 0,000000001 |
| $10^6$ | * | * | $10^3$ | $10^2$ | $10^1$ | $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | * | * | $10^{-6}$ | * | * | $10^{-9}$ |
| 1000000 | * | * | 1000 | 100 | 10 | 1 | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{100}$ | $\frac{1}{1000}$ | * | * | $\frac{1}{1000000}$ | * | * | $\frac{1}{1000000000}$ |

**Kuvio 3.1.** Yksiköiden etuliitteet (Ernvall et al. 2008: 134, muokattu).

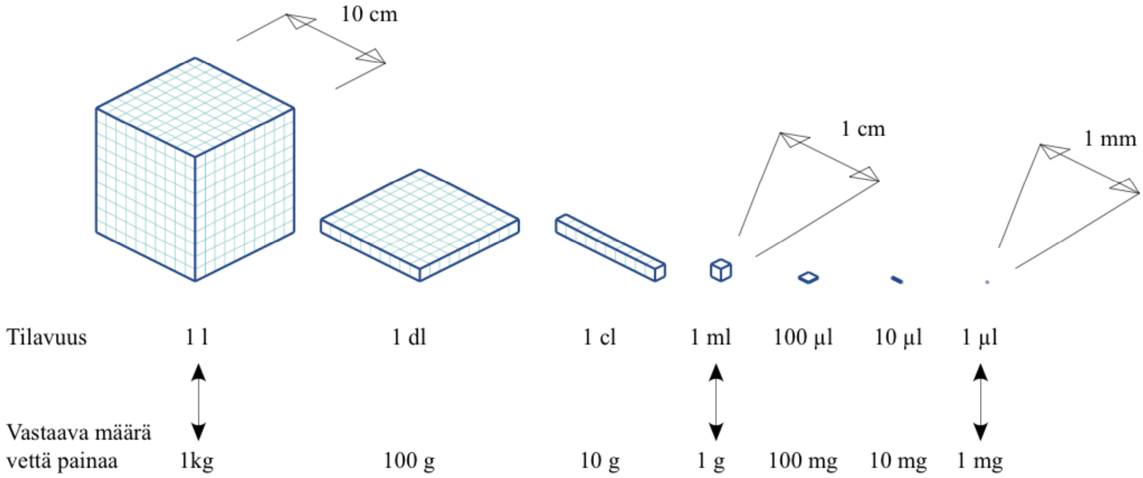
Etuliitteitä deka ja hehto ei käytetä lääkelaskennassa, mutta niiden mukanaolo kuviossa 3.1 auttaa toki ymmärtämään, että kustakin sarakkeesta vasemmalle siiryttäessä määrä aina 10-kertaistuu. Toisaalta, vaikka muoto $10^0$ (ja muodot $10^{-1}$, $10^{-2}$ jne.) ovat matemaattisesti aivan oikein, ne voisi tarpeettomina jättää näyttämättä. Kehotan lukijaa painamaan tässä vaiheessa mieleen, että µ tarkoittaa yhtä miljoonasosaa.

Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 172) käyttää paino- ja tilavuusmittojen havainnollistuksessa kuviossa 3.2 esitettyjä kaavioita. Havaitsin opettajien ja monen oppilaan piirtävän itselleen usein avuksi tämänkaltaisen muistikaavion. Se on kuulemma kuvion 3.1 taulukkoa parempi siksi, että se sisältää vain olennaisen informaation. Toisaalta pohdin, oppiiko opiskelija pelkästään tällaisen kaavion avulla ymmärtämään, miksi joskus hypitään kolmen desimaalin yli, toisinaan vain yhden desimaalin yli. Kysehän on vain siitä, että kaikille muodoille ei ole ollut järkevää antaa omaa nimeä. Pientä kritiikkiä antaisin kuviossa 3.2 monen desimaalipilkun esittämisestä. Jotkin opiskelijoissa voivat mennä tästäkin hämilleen.




**Kuvio 3.2.** Havainnollistaminen desimaaleilla (Saano ja Taam-Ukkonen 2013: 172, muokattu).

Kymmenellä kertomisen ja jakamisen vaikutusta tilavuusmittoihin voi havainnollistaa esimerkiksi kuvion 3.3 mukaisella ”palikkamallilla”. Opettaja voi näyttää opiskelijoille halutessaan vain tämän kuvion, mutta konkreettiset, kosketeltavat kappaleet olisivat paremmat. Näistä hyötyisivät sekä visuaalisesti (näkemällä) että kinesteettisesti (koskemalla) oppivat (ks. Leino ja Leino 1999 tai Kolb 1984). Tällaisia matematiikan opetuksen havainnollistamisvälineitä on esitelty esimerkiksi Erilaisten oppijoiden verkkosivuilla (ERI 2013).




**Kuvio 3.3.** Palikkamalli.

Kuviossa 3.3 vasemmalla olevan kuution sivu on 10 cm, jolloin keskimmäisen kuution sivu on 1 cm ja oikeanpuoleisimman 1 mm. Tällöin kappaleiden tilavuudet ovat vasemmalta oikealle: 1 l, 1 dl, 1 cl, 1 ml, 100 µl, 10 µl ja 1 µl. Oheinen senttilitran käsite (cl) saattaa sekaantua helposti kuutiosenttimetrin käsitteeseen 1 $cm^3$, ja opiskelijan tulisikin selvittää esimerkiksi kuvion 3.3 avulla itselleen, että 1 ml = 1 $cm^3$. Ks. myös Leppäsen (2013: 17) esimerkki kuutiometrin ja litran tilavuuksien havainnollistamisesta.

Terveydenhuollon aloilla työskentelevä oppii sisäistämään tilavuusmitat nopeasti erikokoisia lääkeruiskuja ja tiputuspusseja käyttäessään. Jos esimerkiksi saa lääkelaskun tulokseksi, että lääkettä pitäisi antaa ruiskulla 500 ml (eli puoli litraa), huomaa heti epäillä virhettä.

Vaarallisempaa on kuitenkin laskea väärin painomitoissa – intuitio ei välttämättä auta kertomaan, onko 500 mg (eli puoli grammaa) vaikuttavaa ainetta lääkkeessä liikaa. Kyseessä on niin pienet määrät, ettei niitä pysty arvioimaan silmämääräisesti. Esimerkiksi millilitran määrässä lääkettä saattaa vaikuttavaa ainetta olla vain 1 mg, mikä vastaa tilavuutta 1 µl = 1 $mm^3$.

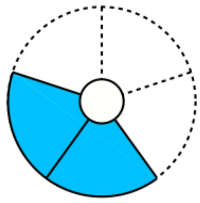
Kummassakaan oppimateriaalissa (Ernvall et al. 2008 ja Saano & Taam-Ukkonen 2013) ei havainnollisteta sitä, miten paino- ja tilavuusyksiköt suhteutetaan toisiinsa. Lääkelaskuissa tulee silti yhtenään tarve osata muuttaa lääkkeiden mg-määriä tilavuusosiksi, ja kääntäen (vrt. kappale 3.3.4 sivulla 19).

Yleinen ajatusvirhe on muuttaa vain suoraan mg → ml. Tämän korjaamiseksi opiskelijan kannattaa ottaa muistisääntö arkielämästä: litra maitoa (jonka tiheys on lähellä veden tiheyttä) painaa noin yhden kilogramman. Kuviosta 3.3 opiskelija huomaa, että tilavuusmittojen peruskappale (litran kuutio vettä) on vasemmanpuoleisin kuutio, mutta painomittojen peruskappale (gramman painoinen kuutio vettä) on keskellä. Tämän epäsymmetrian huomaaminen voi auttaa tajuamaan, miksei voi muuttaa suoraan mg → ml. Itse huomaan kuviosta 3.3 sellaisenkin piirteen, että painoyksiköissä etuliitteitä on annettu vain kuutioille. Tämä perustelee myös jossain mielessä sitä, miksi painoyksiköissä hypitään ”kolmen desimaalin yli”: se tapahtuu kuutiosta kuutioon hypäten aina kahden ei-kuution yli.

## 3.3 Pitoisuuden käsitteestä

### 3.3.1 Pitoisuuden käsitteessä on kyse suhteesta

Lähes kaikki lääkelaskenta perustuu suhteen käsitteelle: tarkasteltavat käsitteet suhtautuvat yleensä toisiinsa suoraan verrannollisesti (tai ns. kääntäen verrannollisesti, ks. sivu 43). Suhteen täsmällinen matemaattinen määritelmä ei liene tässä kohdin tarkoituksenmukainen, joten tyydyn antamaan siitä vain esimerkin. Jos kysyn, paljonko kuvion 3.4 leivästä on jäljellä, odotan vas-taukseksi ”jäljellä on kaksi palaa viidestä palasta” eli kaksi viidesosaa eli 2/5 (eli 40 %). Suhteen ja murtoluvun käsitteet voi siis huoletta samaistaa keskenään.



**Kuvio 3.4.** Leipää on jäljellä 2/5 eli 40 %.

Lääkkeen ns. pitoisuuden käsitteen ymmärtäminen on mielestäni koko lääkelaskennan ja sen oppimisen perusta. Kirja esittelee tämän käsitteen muun tekstin seassa sen merkitystä korostamatta seuraavasti:

> Lääkeaineen pitoisuus eli väkevyys (vahvuus) liuoksessa ilmaistaan liuenneen vaikuttavan aineen määränä liuostilavuutta kohden, tavallisimmin milligrammoina millilitrassa (mg/ml). (Ernvall et al. 2008: 12, muokattu.)

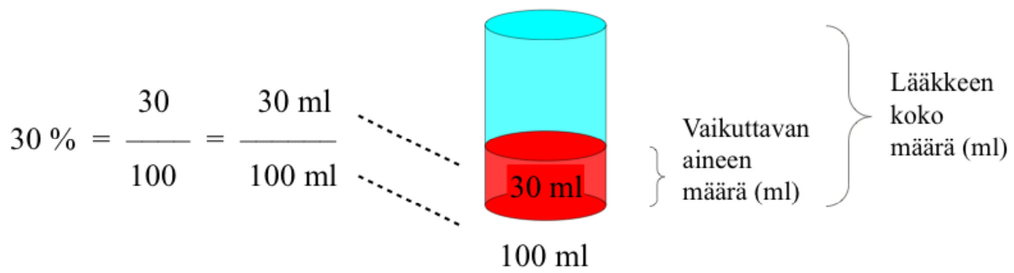
Havaintojeni perusteella em. käsitteillä pitoisuus, väkevyys ja vahvuus ei ole mitään erityispiirteitä toisiinsa nähden. Jos siis kyse on synonyymeista, näistä termeistä voisi ottaa käyttöön vain yhden, esimerkiksi pitoisuuden.

### 3.3.2 Pitoisuuden esittäminen prosentteina

Tarkastelen ensin pitoisuuden määritelmän ”epätavallisen” tapauksen, missä vaikuttava aine on itsekin millilitroina. Opiskelijat alkavat kyllä mieltää pitoisuuden käsitteen murtolukuna, suhteena, kunhan niitä heille vain esitetään:

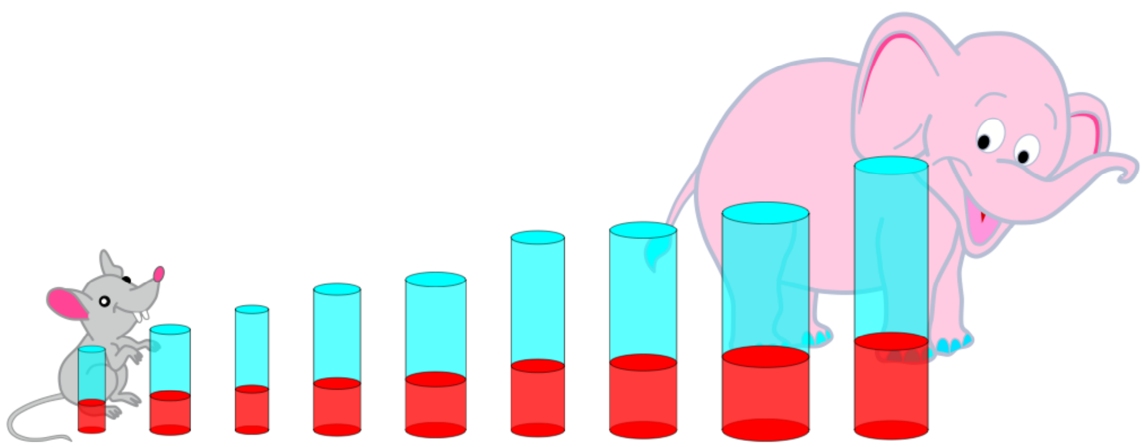
$$\text{(3.1)} \qquad \text{Lääkkeen pitoisuus (pelkkä luku tai \%)} = \frac{\text{Vaikuttavan aineen määrä (ml)}}{\text{Lääkkeen koko määrä (ml)}}.$$

Esimerkiksi pitoisuus 30 % jossakin lääkkeessä tarkoittaa sitä, että tässä lääkkeessä vaikuttavaa ainetta on 30 % koko sen tilavuudesta. Helpointa on ajatella, että silloin 100 ml liuosmäärää kohti vaikuttavaa ainetta on 30 ml. Asiaa voi havainnollistaa itselleen piirtämällä pienen apukuvion täynnä olevasta 100 ml lasiastiasta (kuviossa 3.5 sinisellä), jonka pohjalla on lääkeainetta sakkautuneena 30 ml (kuviossa 3.5 punaisella). Tilavuuden 30 ml kirjoittaminen punaiselle ja 100 ml sen alapuolelle on johdattelua luvun 4 käytänteille, ja on sopusoinnussa pitoisuuden kaavalle (3.1). Vrt. kuvion 3.5 katkoviivat.




**Kuvio 3.5.** Pitoisuuden käsitteen havainnollistaminen prosentteina.

Prosentin käsitteen ymmärtävä tietää, että 30 % ei kerro mitään lääkkeen määrästä. Kuviossa 3.6 esitetyissä (samaa lääkettä sisältävissä) lääkeannoksissa, hiiren annoksesta aina norsun annokseen, on kaikissa pitoisuutena 30 % – norsun 10 litran annoksessa on silloin peräti 3 litraa vaikuttavaa ainetta.



**Kuvio 3.6.** Hiiren ja norsun lääkeannokset.

Tässä lääkkeen pitoisuus siis liitetään johonkin hassuun, vrt. Kairaluoman et al. hassut assosiaatiot (2008: 136). Näin opiskelijalle jää konkreettinen muistijälki suoraan verrannollisuudesta, jota lääkkeen pitoisuuden käsite siis noudattaa:

**Suoraan verrannollisuuden ominaisuus A.** Vaikuttavan aineen määrän suhde koko lääkkeen määrään pysyy (samaa lääkettä) annosteltaessa vakiona.

**Huomautus 3.3.** Suoraan verrannollisuuden ominaisuus A.

Kirja käyttää tässä kohdin suoraan verrannollisuuden rinnakkaista, yhtäpitävää piirrettä:

**Suoraan verrannollisuuden ominaisuus B.** Lääkkeen määrän kasvaessa siinä olevan vaikuttavan aineen määrä kasvaa samassa suhteessa. (Ernvall et al. 2008.)

**Huomautus 3.4.** Suoraan verrannollisuuden ominaisuus B.

Jälkimmäinen ominaisuus B antaa oikeutuksen kappaleen 3.4.2 sivulla 21 esiteltävälle tavalle laskea päätelemällä. Tällä tavoin opiskelija välttyy ainakin aluksi käyttämästä murtolukuja ja siis kaavaa (3.3), jos hän ei niitä hallitse tai halua käyttää. Ominaisuuden B valitseminen lääkelaskennan perusajatukseksi ominaisuuden A sijaan on mielestäni hieman arveluttavaa. Perustelen ominaisuuden A pohjalle rakentamani lääkelaskennan paremmuutta luvussa 4.

Matematiikan orientoivaan osuuteen kannattaa liittää prosenttilaskuja, ja erityisesti havainnollistaa sitä, mitä prosentilla tarkoitetaan. Huomasin, että yhdessäkään lääkelaskussa ei kysytä tyyliin: mikä on luvun a uusi arvo, kun se kasvaa (tai vähenee) b prosenttia. Lääkelaskuissa olennaista on vain ymmärtää ja osata laskea, paljonko on b prosenttia luvusta a. Tosin kappaleen 3.3.4 sivulla 19 tämäkin vielä helpottuu, jolloin riittää pelkkä prosentin käsitteen ymmärtäminen.

### 3.3.3 Pitoisuuden esittäminen yksikössä mg/ml

Ns. johdannaisyksiköihin törmää arkielämässä useinkin: lohi maksaa 7,99 €/kg, auton nopeus on 90 km/h tai ruoassa on energiaa 400 kcal/100g. Kaikissa näissä on samalla kyse suoraan verrannollisista suhteista. Tällöin esimerkiksi

- 2 kg lohta maksaa 2 kg · 7,99 €/kg = 15,98 €,
- 3 kg lohta maksaa 3 kg · 7,99 €/kg = 23,97 €

ja edelleen, sanokaamme,

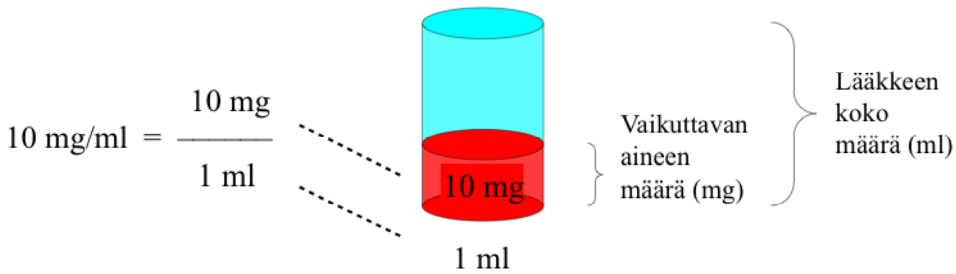
- 1,850 kg lohta maksaa 1,850 kg · 7,99 €/kg = 14,7815 € ≈ 14,80 €.

Suhteen käsitteessä (vrt. kuvion 3.4 leipä sivulla 15) ei haittaa vaikka se, mitä verrataan ja mihin verrataan ovat eri yksiköissä. Tällöin suhteen yksikkö ei olekaan pelkkä luku vaan osamäärä verrattavista yksiköistä. Lääkkeen pitoisuuden yksikkö mg/ml on juuri tällainen johdannaisyksikkö. Kummassakin kirjassa (Ernvall et al. 2008 sekä Saano & Taam-Ukkonen, 2013) johdannaisyksiköitä on käsitelty vain minimimäärä. Myöskään pitoisuuden kaavan mg/ml-muotoilua

$$\text{Lääkkeen pitoisuus (mg/ml)} = \frac{\text{Vaikuttavan aineen määrä (mg)}}{\text{Lääkkeen koko määrä (ml)}}, \tag{3.2}$$

tai tähän liittyviä laskutehtäviä ei löytynyt. Tällaista annettujen lukujen kaavaan sijoittamista olisi myös hyvä harjoitella matematiikan orientoivassa osuudessa.

Esimerkiksi pitoisuus 10 mg/ml jossakin lääkkeessä tarkoittaa sitä, että lääkkeessä vaikuttavaa ainetta on 10 mg jokaista 1 ml liuosmäärää kohti. Tätä voi havainnollistaa piirtämällä pienen apukuvion täynnä olevasta 1 ml lasiastiasta (kuviossa 3.7 sinisellä), jonka pohjalla on vaikuttavaa ainetta 10 mg sakkautuneena (kuviossa 3.7 punaisella). Tämä kuvio toimii samalla apuneuvonamme ns. verrannon kirjoittamisessa luvussa 4. Nytkin 10 mg ja 1 ml kirjoitetaan yhteensopivasti pitoisuuden kaavan (3.2) kanssa. Vrt. kuvion 3.7 katkoviivat.




**Kuvio 3.7.** Pitoisuuden käsitteen havainnollistaminen yksikössä mg/ml.

Havaintoesityksen ei tarvitse tai ei ole mahdollistakaan pitää yhtä todellisuuden kanssa. Esimerkiksi kuviossa 3.7 astian koko on 1 ml = 1 cm$^3$, ja 10 mg punaisena värinä olisi vain 1 % purkin tilavuudesta (johdamme tämän tuloksen seuraavan sivun 19 kappaleessa 3.3.4). Havainnollistuksissa siis

- vaikuttava aine kuvitellaan sakkana, vaikka se on oikeasti liuenneena,
- punaisen värin määrää liioitellaan tahallaan.

Kirjan valitsemasta linjasta johtuen (ks. ominaisuus B sivulla 17) pitoisuuden tekstirivimuodon mg/ml ja sen murtolukumuodon välistä yhteyttä ei juurikaan kirjassa esiinny. Kuviossa 3.7 muoto 10 mg/ml saadaan murtoluvuksi kertomalla nimittäjä ykkösellä. Tällaisen murtoluvun ”tunnistamisen” pitoisuudeksi saattaa helpottaa joitakin ns. verrannon käytössä, ks. kappale 3.4.3 sivulla 22. Samalla tämä murtolukumuoto tukee käytäntöjämme luvussa 4.

### 3.3.4 Muunnoskaava prosenteista yksikköön mg/ml

Tarkastellaan seuraavaa lääkelaskuesimerkkiä.

> **Esimerkki.** Potilaalle annetaan 0,5 %:sta Abracadabra-injektioliuosta paikallispuudutusta varten. Kuinka monta millilitraa injektioliuosta on annettava, kun lääkäri on määrännyt vaikuttavaa ainetta 35 mg? (Ernvall et al. 2008: 58, muokattu.)

Tässä annosteltavan lääkkeen pitoisuus on annettu prosentteina, mutta vaikuttavan aineen määrä on annettu milligrammoina. Varsinkin alle 5-prosenttisiksi jäävissä lääkeliuoksissa kiinteän vaikuttavan aineen lisääminen ei juurikaan vaikuta sen tiheyteen, jolloin prosentteina annettu pitoisuus voidaan muuttaa pitoisuuden yksiköksi mg/ml. Tällaisen muunnoksen mieltäminen vain lääkelaskutehtävän osatehtäväksi auttanee opiskelijaa jäsentämään mielessään itse tehtävää.

Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 172) eivät esitä eksplisiittistä muunnoskaavaa pitoisuuden muuttamisesta prosenteista yksikköön mg/ml vaan johdattelevat laskemaan tämän tyypin tehtäviä tapauskohtaisesti esimerkin avulla. Ajatus on hyvä, mutta mielestäni tarvittavat tiedot on annettu kovin hajanaisesti.

Kirjassa (2008: 58) esitetään oheinen muunnoskaava, joskaan ei aivan näin korostetusti:

> **Pitoisuuksien muunnoskaava A.** Alle 5-prosenttisen, ns. laimean liuoksen pitoisuudelle voidaan käyttää kaavaa:
>
> (3.3) $$1\ \% = 10\ \text{mg/ml}.$$

**Huomautus 3.5.** Pitoisuuksien muunnoskaava A.

Kaavan (3.3) perusteella muut %-pitoisuudet saadaan helposti päättelemällä:

- 1 % = 10 mg/ml,
- 2 % = 20 mg/ml,
- 3 % = 30 mg/ml jne.

Tämän perusteella 0,5 % = 5 mg/ml, jolloin sivun ylälaidassa esitetty lääkelaskuesimerkki palautuu silloin tavalliseksi ns. annoslaskuksi:

> **Esimerkki.** Potilaalle annetaan paikallispuudutusta varten Abracadabra-injektioliuosta, jonka pitoisuus on 5 mg/ml. Kuinka monta millilitraa injektioliuosta on annettava, kun lääkäri on määrännyt vaikuttavaa ainetta 35 mg? (Ernvall et al. 2008: 58, muokattu.)

Tällaisten tehtävien ratkaisemista käsittelee kokonainen kappale 3.4 alkaen sivulta 20. Sitä ennen vielä hieman muunnoskaavasta (3.3).

### Kaavan (3.3) osaamisesta ja ymmärtämisestä

Kirjasta (2008: 58) löytyy myös kaavan (3.3) johto, mutta tekstiriville kirjoitettuna. Murtolukuina sama kaavanjohto saadaan visuaalisempaan muotoon

$$(3.4) \qquad 1\ \% = \frac{1}{100} = \frac{1\ \text{g}}{100\ \text{g}} \overset{(*)}{=} \frac{1\ \text{g}}{100\ \text{ml}} = \frac{1000\ \text{mg}}{100\ \text{ml}} = \frac{10\ \text{mg}}{1\ \text{ml}} = 10\ \text{mg/ml}\ .$$

Päättelyn olennaisessa kohdassa (*) käytetään hyväksi sitä, että 100 ml vettä painaa 100 g (vrt. kuvion 3.3 palikkamalli sivulla 14). Vaikka kaavanjohto voi olla opiskelijalta liikaa vaadittu, ja kaava (3.3) jää ehkä kuitenkin lopulta ulkoaopeteltavaksi, niin opiskelijalle voi olla merkityksellistä huomata, että kyse ei ole mistään avaruustieteestä. Kehotan jälleen pohtimaan sitä, miten kaavassa (3.4) muoto 10 mg/ml voidaan samaistaa sitä edeltävään murtolukuun.

Opetuksessa johdettiin suurille annoksille tarkoitettu, yhtäpitävä muunnoskaava (3.5). Se saadaan kätevästi kaavanjohdon (3.4) sivutuotteena, ks. symboli (*).

**Pitoisuuksien muunnoskaava B.** Alle 5-prosenttisen, ns. laimean liuoksen pitoisuudelle voidaan käyttää kaavaa:

(3.5) 1 % = 1 g/100 ml.

**Huomautus 3.6.** Pitoisuuksien muunnoskaava B.

Pohdin vain, opetteleeko opiskelija molemmat muunnoskaavat (3.3) ja (3.5) ulkoa, vai vain ensimmäisen johtaakseen toisen tarvittaessa edellisestä.

## 3.4 Kolme tapaa laskea annoslaskuja

### 3.4.1 Annoslaskuista yleensä

Annoslaskuissa kuvaillaan ensin jokin lääkkeen annostelutilanne, lääkkeen tiedot eli pakkauskoko ja vaikuttavan aineen määrä lääkkeessä. Tyypillisessä tehtävässä pitää selvittää joko annettavan lääkkeen kokonaismäärä, kun potilaalle määrätty vaikuttavan aineen määrä tunnetaan, tai päinvastoin. Kirjassa annoslaskut opetetaan laskemaan joko

- päättelemällä,
- verrannon avulla tai
- annoskaavan avulla.

Kirja kehottaa valitsemaan itselleen parhaiten sopivan laskutavan ja käyttämään tuloksen tarkistamiseen jotakin toista tapaa. Esitämme kappaleissa 3.4.2–3.4.4, miten eräs laskutehtävä lasketaan kirjassa näillä kolmella eri tavalla.

### 3.4.2 Päättely – esimerkki ja kommentteja menetelmästä

Kirjan tehtävänantoa on hieman muokattu alkuperäisestä, mutta muutoin esitystapa on sama.

> **Esimerkki.** Potilaalle on määrätty Abracadabra-kortisonia 75 mg i.m. (= intramuskulaarisesti eli lihakseen). Kuinka monta millilitraa injektionestettä potilas saa, kun kuiva-aine (125 mg) on liuotettu 2 ml:aan?
>
> Ratkaisu päättelemällä:
>
> | | |
> |---|---|
> | 2 ml nestettä sisältää | 125 mg kortisonia |
> | 0,2 ml sisältää | 125 mg : 10 = 12,5 mg kortisonia |
> | 0,4 ml sisältää | $2 \cdot 12{,}5$ mg = 25 mg kortisonia |
> | $3 \cdot 0{,}4$ ml = 1,2 ml sisältää | $3 \cdot 25$ mg = 75 mg kortisonia. |
>
> **Vastaus:** Potilaalle annetaan injektiona 1,2 ml.
>
> (Ernvall et al. 2008: 31, muokattu.)

Ratkaisusta ei kovinkaan helposti näe, miten suorituksessa on edetty. Päättely on jonkinlainen luova prosessi, jossa pyritään ensin keksimään, miten määrästä 125 mg saadaan 75 mg sopivasti kertomalla ja jakamalla. Yllä esitetyn ratkaisun oikeanpuoleisessa sarakkeessa on käytetty seuraavaa kertomis-jakamis-menettelyä:

$$125\text{ mg} \xrightarrow{\text{jaetaan 10:llä}} 12{,}5\text{ mg} \xrightarrow{\text{kerrotaan 2:lla}} 25\text{ mg} \xrightarrow{\text{kerrotaan 3:lla}} 75\text{ mg}\,.$$

Vastaus löytyy soveltamalla samaa menettelyä määrään 2 ml ratkaisun vasemmanpuoleisessa sarakkeessa:

$$2\text{ ml} \xrightarrow{\text{jaetaan 10:llä}} 0{,}2\text{ ml} \xrightarrow{\text{kerrotaan 2:lla}} 0{,}4\text{ ml} \xrightarrow{\text{kerrotaan 3:lla}} 1{,}2\text{ ml}\,.$$

Vastaus on siis 1,2 ml. Opiskelijan on olennaista harjoitella kirjoittamaan ratkaisu itse, sillä päättelyn tekniikkaa (tai matematiikkaa ylipäätään) ei opi tehokkaasti pelkästään toisten ratkaisuja lukemalla.

Kirja vetoaa tässä kohdin opiskelijan intuitiiviseen käsitykseen suoraan verrannollisuudesta lääkkeiden pitoisuuksissa. Pitää ajatella, että jos 2 ml lääkemäärässä on kortisonia 125 mg, niin 2 kertaa suuremmassa määrässä on kortisoniakin 2-kertainen määrä, vastaavasti 10 kertaa suuremmassa lääkemäärässä kortisonia on jo 10-kertainen määrä jne. Tässä mielessä on kummallista, että kirja esittelee suoraan verrannollisuuden ajattelutavan (ks. ominaisuus B sivulla 17) vasta ns. verrannolla laskemisen yhteydessä, vaikka samaa ajattelutapaa käytetään jo em. päättelytavassa kirjassa yhtä sivua aiemmin.

Havaintojeni mukaan päättelemällä laskevat sellaiset, joiden päässälaskutaito ja lukujen suuruuksien vertailutaito ovat hyvät, mutta matemaattiset merkintätaidot ehkä puutteelliset. Päättelemällä laskijat myös arvioivat saamaansa tulosta: jos 2 ml:ssa on vaikuttavaa ainetta 125 mg, niin tuntuu loogiselta, että 1,2 ml:ssa on silloin vaikuttavaa ainetta 75 mg.

Päättelemällä laskien välttyy aluksi kokonaan käyttämästä murtolukuja, yhtälöitä ja muuttujaa, jos ei niitä hallitse tai halua käyttää, vrt. luku 2. Tällaiselle henkilölle voikin tulla ongelmia myöhemmin esimerkiksi ns. laimennuslaskujen (ks. kappale 3.5.2 sivulla 18) hallitsemisessa. Niihin ei ole ollut annoslaskujen päättelemisen kaltaista lyhyttä notaatiota (yhden tällaisen tavan esitän kappaleessa 4.4 sivulla 41) vaan viimeistään laimennuslaskuissa jokainen joutuu yleensä hieman käsittelemään murtolukujakin. Opiskelijoille voisi siis huomauttaa, ettei jätä itselleen hankalampia laskentatapoja noteeraamatta vain mukavuussyistä.

Keskusteluissamme opiskelijat puolustivat päättelyn käyttöä esimerkiksi sillä, että lääkärin potilaalle määräämät lääkemäärät ovat toki yleensä jossain järkevässä suhteessa lääkkeiden pakkauskokojen kanssa. Käytännössä riittää siis useinkin se, että osaa kertoa ja jakaa esim. luvuilla 2, 3, 5 ja 10. Jos lääkelaskennan kokeessa esiintyykin hankalia lukuja ja tehtävänantoja, siinä vain testataan, onko oppilas ymmärtänyt lääkelaskennan perusteet vai poimiiko hän vain tehtävistä luvut ja saa niistä sattumalta konstruoitua oikean tuloksen.

Jotkin saattavat olla niin turtuneita kaikkea matematiikkaa kohtaan (ks. luku 2), etteivät pysty käsittelemäänkään tehtäviä muuten kuin päättelemällä. Suomme mielellämme kaikille erilaisille oppijoille tämän päättelytavan käytön, sillä tärkeintä on kuitenkin saada laskut laskettua oikein ja nopeasti, eikä työelämässä useinkaan ole aikaa kirjoittaa verrantoja.

Opiskelijoiden kanssa reflektoidessani ilmeni, että niillä, joilla sekä päässälaskutaito että ajatusten paperille kirjaaminen oli vaikeaa, pelkona oli, että ”keksiikö tällä kertaa sen kertomis/jakamisketjun, jolla päättely saadaan suoritettua”. Totesin vain surullisena, että tähän on olemassa ainakin yksi ”idioottivarma” tapa, nimittäin verranto. Tästä tavasta kerron seuraavassa kappaleessa.

### 3.4.3 Verranto – esimerkki ja kommentteja menetelmästä

Käytän samaa esimerkkiä kuin edellisen kappaleen 3.4.2 päättelytavassa ja kirjoitan sen tähän uudelleen työn selaamisen välttämiseksi.

**Esimerkki.** Potilaalle on määrätty Abracadabra-kortisonia 75 mg i.m. (= intramuskulaarisesti eli lihakseen). Kuinka monta millilitraa injektionestettä potilas saa, kun kuiva-aine (125 mg) on liuotettu 2 ml:aan?

Ratkaisu verrannon avulla:

| | Vaikuttavaa ainetta | Liuosmäärä |
|---|---|---|
| Lääkkeen tiedot | 125 mg | 2 ml |
| Annan potilaalle | 75 mg | x |

Muodostetaan verranto ja ratkaistaan se:

$$\frac{125\ \text{mg}}{75\ \text{mg}} = \frac{2\ \text{ml}}{x}$$

$$125\,x = 2 \cdot 75\ \text{ml}$$

$$x = \frac{2 \cdot 75\ \text{ml}}{125}$$

$$x = 1{,}2\ \text{ml}.$$

**Vastaus:** Potilaalle annetaan injektiona 1,2 ml.

(Ernvall et al. 2008: 32, muokattu.)

Aluksi puuttuisin oheiseen esitystapaan niin, että yliviivaisin mg:t osoitukseksi niiden supistamisesta ja mainitsisin, että toiseen yhtälöön päästään käsiksi ristiinkertomalla.

Asetan verrannon käytön päättelyn edelle juuri siksi, että siinä ei tarvitse turvautua mahdollisesti pitkiinkin virheille altistaviin kertomis-jakamis-ketjuihin – riittää vain osata muodostaa verranto ja ratkaista se. Tällöin päädytään kerralla oikeaan ratkaisuun. Varsinkin niiden, joiden pelkona on mielikuvituksen puute päättelyssä, kannattaisi harkita verrannon käyttöä.

Kirja (2008: 29) tuntuu arvostelevan verrannon käyttöä siitä, että se olisi mekaanista puuhastelua ja vain vähän ajattelua vaativaa. Olen tästä eri mieltä sikäli, että verrannon käyttäjä ei lähde suotta käyttämään arvailuja, koska osaa käyttää hyväksi matemaattisia apukeinoja ja tietää tuloksen tulevan oikein – ainoa, missä voi mennä vikaan, on omat käsinlaskutaidot.

On toki totta, että verrannon pystyy kirjoittamaan ymmärtämättä suhteen käsitettä tai että miksi verranto ylipäätään toimii. Verrannon ”väärinkäyttäjä” oppii toki nopeasti huomaamaan nelikentän rakentamiseen tarvittavat säännöt: milligrammat ja millilitrat ovat omilla sarakkeillaan, lääkkeen tiedot ja annostelun jälkeinen tilanne ovat omilla riveillään ja muuttuja x on sillä paikalla, mitä kysytään. Tästä nelikentästä luvut voi siirtää suoraan verrantoon vastaaville paikoille. Tämä lienee yleinen ongelma: miksi vaivautua pohtimaan asiaa syvällisemmin, jos sen voi tehdä mekaanisestikin.

Havaintojeni mukaan joillakin opiskelijoilla tuntui olevan outoja käsityksiä ristiinkertomisen roolista verrannon ratkaisemisessa. Orientaatiossa matematiikaan voisi selventää, että ristiinkertominen on vain matemaattinen tosiasia, apukeino, jolla saadaan muokattua alkuperäisestä, tyypin a/b = c/x ongelmasta helpommin ratkaistava muoto ax = bc. Kun tämä vielä jaetaan puolittain a:lla, saadaan ratkaisuksi x = bc/a. Jos ei osaa tai ymmärrä yhtälön ratkaisemisen periaatteita, voi ristiinkertomisenkin toki ohittaa käyttämällä jotakin muistisääntöä. Yksi tällainen on ns. taulukkomenetelmä ja toinen on itse keksimäni. Kirjoitan näistä oman aliluvun tämän kappaleen loppuun.

Lopuksi esitän vielä verrantoon liittyvän asian, joka kohoaa koko työni yhdeksi perusajatukseksi.

**Kehittämishankkeeni päähuomio:** Mielestäni verranto kannattaisi kirjoittaa niin, että kappaleessa 3.4.3 sivulla 23 esitettyyn esimerkkiin nähden rivien ja sarakkeiden roolit vaihdetaan.

**Huomautus 3.7.** Kehittämishankkeeni päähuomio.

Edellä suosittelemani käytänne perustuu siihen, että valitsen käyttööni suoraan verrannollisuuden ominaisuuden A (ks. huomautus 3.3 sivulla 17). Saman käytännön ovat valinneet ainakin Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 171). On tietenkin opiskelijoiden kannalta erityisen sekoittavaa, jos eri oppimateriaaleissa on eri merkintätavat. Korostan kuitenkin, että Ernvallin et al. (2008) käytänne ei siis ole mikään matemaattinen virhe, ja verranto toimii samoin kummassakin tapauksessa. Oman menettelyni eduista kerron tarkemmin luvussa 4.

## Taulukkomenetelmästä ja eräästä muistisäännöstä

Esittelen tässä aliluvussa lyhyesti Vuorenmaan ja Peltolan (2011) kehittämän ns. taulukkomenetelmän. Myös Saano & Taam-Ukkonen (2013: 171) esittelee tämän menetelmän. Kumpikin lähde pitää sitä tasavertaisena menetelmänä esimerkiksi päättelyn tai verrannon kanssa, mutta itse katson sen vain korvaavan verrantotavassa verrannon ratkaisuvaiheen.

Taulukkomenetelmässä suoritus lähtee kuten verrannossakin: milligrammat ja millilitrat taulukoidaan omille sarakkeilleen ja vastaavasti lääkkeen tiedot ja annostelun jälkeinen tilanne omille riveilleen. Tyhjä paikka merkitsee sitä, mitä tehtävässä kysytään (verrannossa tällä kohdin olisi x). Hieman karrikoiden sanottuna vastaus saadaan lähtemällä taulukon tyhjästä paikasta kiertämään taulukkoa jompaankumpaan suuntaan – tulos saadaan niin, että ensimmäinen kohdattu luku jaetaan seuraavalla ja kerrotaan kolmannella.

Ohessa vielä aiempi esimerkki ratkaistuna taulukkomenetelmällä:

> **Esimerkki.** Potilaalle on määrätty Abracadabra-kortisonia 75 mg i.m. (= intramuskulaarisesti eli lihakseen). Kuinka monta millilitraa injektionestettä potilas saa, kun kuiva-aine (125 mg) on liuotettu 2 ml:aan?
>
> Ratkaisu taulukkomenetelmällä

| | mg | | ml |
|---|---|---|---|
| Liuoksen vahvuus | 125 | : | 2 |
| Potilaan tarvitsema määrä × | 75 | → | kysytty luku |

Nuolen reittiä seuraamalla:

$$\frac{2\text{ ml}}{125\ \cancel{\text{mg}}} \times 75\ \cancel{\text{mg}} = \frac{150}{125}\text{ ml} = 1{,}2\text{ ml.}$$

(Saano ja Taam-Ukkonen 2013: 171, muokattu.)

Mielestäni tämä menetelmä sisältää jo niin paljon muistinvaraista toimintaa, että verrannon ja ristiinkertomisen ymmärtämällä pääsisi jo vähemmällä. Taulukkomenetelmää voi tekijöidensä mukaan käyttää kaikissa lääkelaskutyypeissä ja muidenkin elämänalueiden ongelmissa, joten tämän välittämäni yksipuolisen käsityksen sijaan kehotan tutustumaan artikkeliin (Vuorenmaa ja Peltola 2011).

Käytän itse vastaavassa kohdin erästä visuaalista muistisääntöä, jonka esitän seuraavassa. Kun olen kirjoittanut verrannon, niin katson missä kohdin x on, muodostan tulon x:ää lähinnä olevista kahdesta luvusta ja jaan saadun tulon x:stä kauimpana olevalla luvulla. Tämä muistisääntö, kuten taulukkomenetelmäkin, toimii myös riippumatta siitä, missä kohdin x kulloinkin on. Ohessa esimerkkinä jo tutuksi käyneen verrannon ratkaiseminen tällä tekniikalla.

$$\frac{125\text{ mg}}{75\text{ mg}} = \frac{2\text{ ml}}{x} \qquad x = \frac{75\text{ mg}\cdot 2\text{ ml}}{125\text{ mg}} = 1{,}2\text{ ml}.$$

**Kuvio 3.8.** Muistisääntö, joka korvaa ristiinkertomisen.

### 3.4.4 Annoskaava – esimerkki ja kommentteja menetelmästä

Annoskaavalla laskiessa pitää osata muodostaa ns. annoskaava, sijoittaa siihen tehtävänannossa mainitut arvot ja laskea tulos. Ohessa jälleen tuttu esimerkki.

> **Esimerkki.** Potilaalle on määrätty Abracadabra-kortisonia 75 mg i.m. (= intramuskulaarisesti eli lihakseen). Kuinka monta millilitraa injektionestettä potilas saa, kun kuiva-aine (125 mg) on liuotettu 2 ml:aan?

Ratkaisu annoskaavan avulla:

$$\text{annos} = \frac{\text{vaikuttavan aineen määrä}}{\text{lääkkeen pitoisuus}}$$

$$= \frac{75\ \text{mg}}{125\ \text{mg} / 2\ \text{ml}} = \frac{75 \cdot 2\ \text{ml}}{125} = 1{,}2\ \text{ml}.$$

(Ernvall et al. 2008: 32, muokattu.)

Oheisessa esitystavassa mietityttää, että ymmärtääkö opiskelija välttämättä, miten nimittäjässä oleva 2 ml siirtyy seuraavassa murtoluvussa osoittajaan. Tällaisia taitoja kannattaisi myös harjoituttaa matematiikan orientoivalla jaksolla.

Annoskaavaa käyttävät todennäköisesti ne, joilla on hyvä taito muistaa kaavoja ulkoa. Tässä kohdin sekä Ernvall et al. (2008: 28) että Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 171) syyllistyvät mielestäni ulkoaopettelun suosimiseen jättämällä kertomatta, mistä annoskaava tulee. Tarkastellaan oheista pitoisuuden kaavaa, joka on siis sama kuin sivun 18 kaava (3.2):

$$\text{(3.6)}\quad \text{Lääkkeen pitoisuus (mg/ml)} = \frac{\text{Vaikuttavan aineen määrä (mg)}}{\text{Annos eli lääkkeen koko määrä (ml)}}.$$

Koska voidaan olettaa, että opiskelija osaa pitoisuuden kaavan, niin miksi opetella ulkoa annoskaava, kun se saadaan pitoisuuden kaavasta (3.6) helposti kertomalla ja jakamalla yhtälö sopivasti puolittain. Matematiikassa yleisemminkin opetellaan vain peruskaava, muut saadaan siitä johtamalla.

Esitän tämän tekniikan seuraavassa (ei ehkä niin) hassujen assosiaatioiden avulla, vrt. (Kairaluoma et al. 2008: 136). Koska tässä ei käsitellä muuttujia, niin tekniikan saattavat omaksua myös vähemmän matemaattiset opiskelijat.

Merkitään hetkeksi

$$\text{(3.7)}\quad \begin{aligned} \text{Vaikku} &= \text{Vaikuttavan aineen määrä (mg)} \\ \text{Pito} &= \text{Lääkkeen pitoisuus (mg/ml)} \\ \text{Annos} &= \text{Annos eli lääkkeen koko määrä (ml)} \end{aligned}$$

Tällöin kaavaa (3.6) voidaan muotoilla seuraavasti:

$$\boxed{\text{Pito} = \frac{\text{Vaikku}}{\text{Annos}}} \xrightarrow[\text{Annoksella}]{\text{kerrotaan puolittain}} \boxed{\text{Annos} \cdot \text{Pito} = \text{Vaikku}} \xrightarrow[\text{Pitolla}]{\text{jaetaan puolittain}} \boxed{\text{Annos} = \frac{\text{Vaikku}}{\text{Pito}}}.$$

**Kuvio 3.9.** Kaavojen johtoa hassujen assosiaatioiden avulla.

Jos nyt palataan alkuperäisiin merkintöihin, niin olemme juuri johtaneet annoskaavan. Tätä menetelmää voi soveltaa mainiosti lääkelaskennan muihinkin kaavoihin, esimerkiksi tiputusnopeuden kaavaan kappaleessa 3.5.3 sivulla 30.

### 3.4.5 Kommentteja usean eri laskutavan opettamisesta

Matemaattiselta kannalta kaikki kolme edellä esiteltyä laskentatapaa ovat verrannon käytön sovellutuksia. Tämä tietenkin johtuu siitä, että lääkkeen pitoisuus noudattaa suoraan verrannollisuutta. Lääkelaskentaan perehtymisen aikana tuli näytettyä toteen sekin, että kaikissa lääkelaskuissa pystyi soveltamaan verrantoa. Tämän vuoksi työn alussa esittämäni kritiikki monen eri laskutavan opettamisen turhuudesta oli ymmärrettävää, mutta olen nyt pyörtämässä puheitani tässä kohdin.

Vasta orientaatiossa lääkelaskennan nykyopetukseen havahduin siihen, miten eritasoisia opiskelijat voivat olla matemaattisilta taidoiltaan, ja miten eri tavoilla he oppivat tai mieltävät lääkelaskentaa. Suoritin myös keväällä 2013 TAOKK:n valinnaisen kurssin ”Erilaisten oppijoiden huomioiminen ammatillisessa koulutuksessa”, joka edelleen vahvensi käsitystäni siitä, että erilaisia tapoja laskemiseen todella tarvitaan.

Kirjassa (2008: 26) kehotetaan laskemaan yhdellä tavalla ja tarkistamaan toisella. Luennoilla tekemieni suullisten kyselyjen perusteella pelkästään päättelyn käyttäjät (noin 30 % opiskelijoista) eivät edes osaa tarkistaa laskuaan verrannon tai annoskaavan avulla – yhden laskutavan hallitsemisessa lienee heille tarpeeksi. Itseni kaltaisia, pelkästään verrantoa käyttäviä oli kaikista kolmesta luokasta vain muutamia (alle 5 %). Nämä verrannon käyttäjät tuntuivat olevan niin itsevarmoja matematiikassa teknisiltä taidoiltaan, etteivät vaivautuneet pohtimaan lopputuloksen järkevyyttä kuin silmämääräisesti. Kukaan ei tunnustautunut annoskaavan käyttäjäksi (0 %). Yllättävän moni opiskelija (noin 60 %) sanoi olevansa ns. ”sekakäyttäjiä” eli käyttävänsä verrantoa hankalia lukuja sisältävissä tehtävissä ja päättelyä helppojen lukujen tehtävissä. Pieni osa (yli 5 %) ei tainnut vastata lainkaan näihin pikagallupeihin. Eri laskutapojen sekakäyttö osoittaa osaamisen monipuoliseksi, ja onneksi niin moni näytti sitä harrastavankin.

Silmäilin myös keväällä 2013 lääkelaskukokeissa olleiden vastauspapereita. Mitään kunnon analyysia ei kuitenkaan olisi ollut tarkoituksenmukaista tehdä, sillä koepapereita rohkenin pyytää vain toiselta opettajalta, eri kokeissa oli eri kysymykset jne. Missään paperissa en huomannut käytettävän annoskaavaa. Verrannon käyttäjiä oli selvästi vähemmän aikuisopiskelijoiden ryhmissä kuin nuorisoryhmissä. Kaikkiaankin kokeissa verrannolla laskeneita näytti olevan selvästi vähemmän kuin luokkakysely antoi ymmärtää. Ehkäpä tehtävien numeroarvot olivat vain sellaisia, että sekakäyttäjät pärjäsivät päättelemälläkin. Monissa papereissa, varsinkin hylätyissä, merkinnöistä ei pystynyt lainkaan päättelemään, mitä ratkaisumenetelmää vastaaja oli käyttänyt tai yrittänyt käyttää.

## 3.5 Lääkelaskennan muista osa-alueista

### 3.5.1 Liuosten valmistamistehtävistä

Kirjassa ja opetuksessa tämä aihe käsitellään vasta annoslaskujen jälkeen, ja luonnollisesti teen myös samoin. Erona käsittelyyn on ainoastaan se, että painottaessani pitoisuuden käsitteen tärkeyttä esitin muunnoskaavan (3.3) 1 % = 10 mg/ml heti, kun se oli tiedollisesti mahdollista. Kirjassa kaava (3.3) johdetaan vasta annoslaskujen esittämisen jälkeen.

Karrikoiden sanottuna liuoksen valmistustehtävät ovat annoslaskuja, mutta samassa tehtävässä saattaa esiintyä pitoisuuden yksikkönä sekä prosentteja että muotoa mg/ml. Sekä kirjassa että opetuksessa näitä laskuja ratkaistaan pääosin sekä päättelyllä että verrannolla. Annoskaavasta kirja ei mainitse enää tässä yhteydessä. Toisaalta annoskaavaan tulisi pitoisuudeksi prosentteja, joten prosentin käsitteeseen perustuvassa ratkaisutavassa kirja käyttää tavallaan kuitenkin annoskaavaa. Ajattelen niin, että se joka turvautuu näissä tehtävissä prosentin määritelmään, johtaa tavallaan implisiittisesti, tietämättään joka tehtävässä erikseen myös kaavan 1 % = 10 mg/ml.

Alan ymmärtää kirjankin kritiikkiä laskemisen hienoudesta verrattuna tekniseen puuhasteluun. Ne, jotka käyttävät tässä kohdin prosentin määritelmää, ainakin osaavat prosentin käsitteen ja ymmärtävät, mitä ovat tekemässä.

Matemaattisesti ajatellen on kuitenkin arvokkaampaa osata johtaa kaava kaikkia tilanteita varten, ja sitten käyttää sitä, saati että jokaista erillistä tilannetta varten suorittaa samankaltaisen mekaanisen toimenpiteen. On vain kovin idealistista ajatella, että opiskelijat toimisivat näin. Onhan kaava 1 % = 10 mg/ml on paljon helpompi muistaa ulkoa kuin johtaa se. Opiskelija pääsee vähemmällä valitsemalla ulkoaopettelun.

### 3.5.2 Liuosten laimentamistehtävistä

Tämä on lääkelaskennan vaikein aihe. Karrikoiden sanottuna tällaisessa tehtävässä on kyse kahdesta sisäkkäisestä annoslaskusta ja valveutunut opiskelija pystyy sen ratkaisemaan aiemmilla annoslaskujen ja liuoksen valmistustehtävien ratkaisujen menetelmillä. Tyypillinen tehtävä kuuluu seuraavasti.

> **Esimerkki.** Osastolla on Abracadabra-liuosta, jonka pitoisuus on 50 mg/ml. Miten valmistat siitä 1 litraa liuosta, jonka pitoisuus on 0,05 %? (Ernvall et al. 2008: 71, muokattu.)

Tehtävä ratkeaa kahdessa vaiheessa seuraavasti:

(1) Ratkaistaan ensin lopulliseen liuokseen tarvittavan vaikuttavan aineen määrä. Ohessa suoritus lyhyesti: Muunnoskaavan 1 % = 10 mg/ml perusteella lopputuloksen pitoisuus on 0.05 % = 0,5 mg/ml. Tällöin 1 litran eli 1000 ml määrää vastaava vaikuttavan aineen määrä x saadaan verrannosta

$$\frac{0{,}5\ \text{mg}}{1\ \text{ml}} = \frac{x}{1000\ \text{ml}}\ .$$

Ristiinkertomalla saadaan, että x = 500 mg.

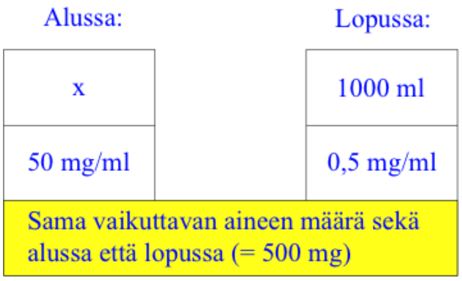
(2) Käytetään kohdasta (1) saatua arvoa 500 mg selvittämään, paljonko alkuperäistä, pitoisuudeltaan 50 mg/ml olevaa lääkeliuosta pitää olla. Saadaan verranto

$$\frac{50\ \text{mg}}{1\ \text{ml}} = \frac{500\ \text{mg}}{x}\ ,$$

josta ristiinkertomalla saadaan, että x = 10 ml .

Vastaus: Otetaan alussa 10 ml Abracadabra-liuosta ja laimennetaan sitä ad 1 litra.

Jotkin opiskelijat hahmottavat oheista tehtävää käyttäen ns. ”vaarinhousuja”. Tämä menetelmä selventää hyvin laimennostehtävien olennaisen piirteen: laimennettaessa vaikuttavan aineen määrä pysyy vakiona. Työn palauttamiseen mennessä en ollut saanut selville, mistä menetelmä on peräisin. Kuvioon piirretään ylösalaisin olevat housut (vrt. em. ratkaisua kuvioon 3.10), joiden vasempaan punttiin kirjoitetaan alkutilanteen tiedot, oikeaan punttiin lopputilanteen tiedot ja housuosaan laimennuksessa muuttumattomana pysyvä vaikuttavan aineen määrä.




**Kuvio 3.10.** Vaarinhousut-havainnollistamismenetelmä.

Laimennuslaskuihin esitetään sekä kirjassa (2008: 70) että opetuksessa ulkoaopeteltava kaava, jonka perustelut jäävät kovin hatariksi. Opetuksessa olin jopa kuulevinani oppilaan neuvon toiselle, että jos tehtävänannossa on annettuna kolme lukua, kyseessä on liuoksen laimennos, johon pitää opetella kaava:

$$\frac{\text{Annos}_{\text{alussa}}}{\text{Annos}_{\text{lopussa}}} = \frac{\text{Pitoisuus}_{\text{lopussa}}}{\text{Pitoisuus}_{\text{alussa}}}\ . \qquad (3.8)$$

Riittää vain selvittää tehtävänannosta, että

$$\text{Annos}_{\text{lopussa}} = 1\ \text{l} = 1000\ \text{ml}\ ,$$
$$\text{Pitoisuus}_{\text{alussa}} = 50\ \text{mg/ml}\ ,$$
$$\text{Pitoisuus}_{\text{lopussa}} = 0{,}05\ \% = 0{,}5\ \text{mg/ml}$$

ja merkitä kysyttyä asiaa x:llä eli Annos $_{\text{alussa}}$ = x. Sijoittamalla em. arvot kaavaan (3.8) saadaan verranto

$$\text{(3.9)} \qquad \frac{x}{1000\ \text{ml}} = \frac{0{,}5\ \text{mg/ml}}{50\ \text{mg/ml}}\ ,$$

josta edelleen ristiinkertomalla saadaan, että x = 10 ml .

Kirjassa (Ernvall et al. 2008: 70) mainitaan vielä sivulauseessa eräs ratkaisutapa tähän tehtävään: Koska tilavuus kasvaa 100-kertaiseksi, niin pitoisuus pienenee 1/100-osaan alkuperäisestä. Esittelen ja perustelen luvussa 4 tämänkin päättelytavan sekä ratkaisen edellä olevan esimerkin sen avulla. Tätä tapaa ei ainakaan liuosten laimennosten kohdalla opetuksessa oltu hyödynnetty.

### 3.5.3 Tiputusnopeuslaskuista

Tiputusnopeuslaskut perustuvat samanrakenteiselle johdannaisyksikölle kuin pitoisuuskin. Kirjassa (2008: 48) ja opetuksessa tämä annetaan kaavana

$$\text{(3.10)} \qquad \text{Tiputusnopeus (ml/h)} = \frac{\text{Infuusionesteen tilavuus (ml)}}{\text{Infuusioaika (h)}}\ .$$

Kirja myös kerrankin johtaa kaavasta uuden puolittain kertomalla ja jakamalla ja antaa kaavan

$$\text{(3.11)} \qquad \text{Infuusioaika (h)} = \frac{\text{Infuusionesteen tilavuus (ml)}}{\text{Tiputusnopeus (ml/h)}}\ .$$

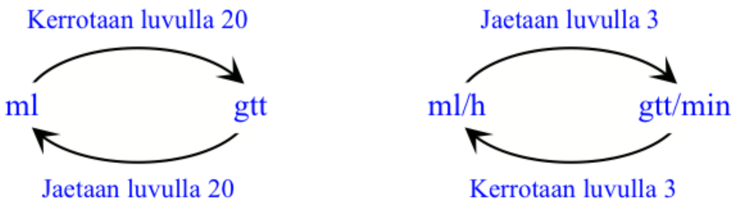
Toisaalta Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 177) kertovat kaavan (3.10) sisällön tekstin seassa. Tiputusnopeudelle on käytössä myös toinenkin yksikkö: gtt/min. Tässä gtt eli gutta tarkoittaa siis tippaa, ja sopimuksen mukaan 1 ml = 20 gtt, jollei erikseen muuta mainita. Nämä määrät on helppo sisäistää, jos ajattelee, että 1 ml = 1 cm$^3$, vrt. kuvion 3.3 palikkamalli. Muunnos yksiköstä ml/h yksikköön gtt/min on opiskelijan helppo itsekin suorittaa seuraavasti:

$$\text{(3.12)} \qquad 1\ \text{ml/h} = \frac{1\ \text{ml}}{1\ \text{h}} = \frac{20\ \text{gtt}}{60\ \text{min}} = \frac{1\ \text{gtt}}{3\ \text{min}} = (1/3)\ \text{gtt/min}\ .$$

Näin saadaan muunnoskaavat

$$1\ \text{ml/h} \;=\; (1/3)\ \text{gtt/min}, \qquad\qquad 1\ \text{gtt/min} \;=\; 3\ \text{ml/h}\,. \tag{3.13}$$

Saano ja Taam-Ukkonen (2013: 177) esittää samat kaavat vielä nuolikaavioina seuraavasti:




**Kuvio 3.11.** Muunnoskaavat ml → gtt ja ml/h → gtt/min havainnollisesti.

Havainnoidessani luokkia monet päivittelivät, että millä oheiset kaavat oppii jälleen muistamaan ulkoa. Muistamista haittasi kuulemma etenkin se, että muunnoksessa ml → gtt pitää kertoa jollakin, mutta toisaalta muunnoksessa ml/h → gtt/min pitää jakaa jollakin. Valittelin vain, että yksinkertaisella kaavanjohdolla (3.12) asian voisi helposti tarkistaa.

Tyypillinen tiputusnopeuslasku on esimerkiksi seuraavanlainen.

> **Esimerkki.** Kauanko kestää infusoida 1000 ml Abracadabra-infuusionestettä, kun tiputusnopeus on 100 gtt/min? (Ernvall et al. 2008: 54, muokattu.)

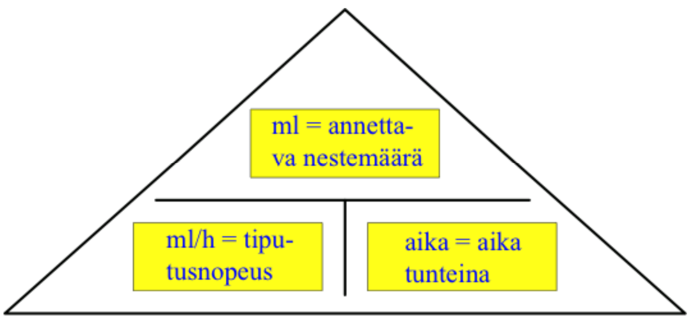
Tehtävä ratkeaa jälleen helposti päättelemällä:

Ratkaisu päättelemällä:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 100 gtt | – | 1 min | |
| 5 ml | – | 1 min | |
| 100 ml | – | 20 min | |
| 1000 ml | – | 200 min | Vastaus: 3 h 20 min. |

Tästä voi kirjoittaa myös verrannon tai sijoittaa annetut arvot infuusioajan kaavaan (3.11), kunhan muistaa ensin muuttaa yksiköt samoiksi.

Opetuksessa ilmeni vielä yksi tapa suorittaa tiputuslaskuja ns. norjalaisen tiputuskolmion avulla (Olsen 2007).




**Kuvio 3.12.** Norjalainen kolmio tiputuslaskuissa.

Kolmion käyttöohjeet ovat seuraavat:

(1) Peitä se suure (= luku + yksikkö), jota laskussa etsit.
(2) Jos jäljellä olevat suureet ovat vierekkäin, niin kerro ne keskenään.
(3) Jos jäljellä olevat suureet ovat alekkain, niin jaa ylempi alemmalla.

Jälleen saatiin siis yksi uusi muistisääntö opiskelijoille lisää. Tämä oli kuulemma ollut jopa erään aikuisopiskelijan työpaikan kanslian seinään teipattuna. Toisaalta havaintojeni mukaan muutama opiskelija tähän tapaan luokassa ihastuikin. Jos siis joku erilainen oppija tästä hyötyy, niin hyvä.

### 3.5.4 Lääkelaskennan harvinaisemmista osa-alueista

Lääkelaskentaan liittyy paljon muitakin yksityiskohtia. Esimerkiksi kirjasta löytyy mm. lääkkeen annosteleminen potilaan painon tai ihopinta-alan perusteella ja lääkkeen tiheyden huomioiminen laskuissa (2008: 38–47 ja 79). En käsittele tässä työssä näitä yksityiskohtia. Myös ns. kaasulaskut (Saano ja Taam-Ukkonen 2013: 179) jäävät pois. Lääkelaskennan orientaationi perusteella totean, että pääsääntöisesti kaikkiin lääkelaskuihin (taulukoihin tai neliöjuurikaavaan perustuvia ihopinta-alalaskuja lukuun ottamatta) voidaan soveltaa verrantoa.

## 3.6 Mitä käsitellä matematiikan orientaatioluennolla?

Ernvall et al. (2008: 121–160) käy lääkelaskennan matematiikan orientaatiossaan läpi seuraavia asioita:

- peruslaskutoimituksista,
- kertominen ja jakaminen paperilla ilman laskinta,
- desimaaliluvuilla ja murtoluvuilla operoiminen,
- prosentin käsitteestä,
- yhtälöiden ratkaisemisesta,
- suhteesta ja verrannosta.

Itseopiskeluvaiheeni ja varsinkin puolen vuoden tutustumisjaksoni lääkelaskentaan vahvensivat näkemystäni siitä, että lääkelaskennan opiskelija tarvitsee nimenomaan em. kaltaista harjaannusta matematiikan perusteista. Soisin myös, että orientoivan jakson opettaja olisi pätevä matematiikan opettaja, mutta joka olisi itsekin perehtynyt tarkemmin lääkelaskentaan. En ainakaan itse olisi suoriutunut tällaisen jakson opettamisesta läheskään niin hyvin kuin tekisin nyt, kun olen päässyt perehtymään lääkelaskentaan.

Matematiikkaan orientoivan osuuden opettamiseen käytettävä tuntimäärä (4–6 h) vain on kovin vähäinen, jos siinä ajassa pitää palauttaa mieleen joillekin koko ala-asteen ja osin yläasteen matematiikka. Havaintojeni perusteella niin moni tarvitsisi enemmän harjaannusta matematiikan perusasioiden kanssa, että tuntimääriä olisi mielestäni roimasti korotettava. Oppilaitokset voisivat tulla tässä asiassa opiskelijaa vastaan tarjoamalla enemmän tukitoimia. Nyt liian suuri osa vastuusta ja harjoittelusta jää opiskelijan omalle kontolle.

On kovin turhauttavaa, että jotkin ovat istuneet perusasteen matematiikan tunneilla 9 vuotta ja unohtaneet lähestulkoon kaiken oppimansa. Herää sama kysymys, jonka esitin alussa lääkelaskentaa kohtaan: onko perusasteella opetettu matematiikkaa vain pintapuolisesti, eikä matematiikan syvälliseen ymmärtämiseen ole panostettu? Vrt. Suomea ylistävät Pisa-tutkimukset (Pisa 2013). On toisaalta ikävää, että lääkelaskenta tarjoaa niin paljon mahdollisuuksia ulkoaoppimiseen, mutta mikä siihen sitten auttaisi? Lääkelaskennan jokaisen asian voi ymmärtää syvällisestikin siihen hieman panostamalla. Tuntuu siltä, että nykyään opiskelijatkin vain koettavat päästä siitä, missä aita on matalin.

Käyn seuraavassa läpi kunkin osa-alueen em. listasta. En tee mitään tyhjentävää selvitystä, ja jokin tärkeä asia saattaa jäädä mainitsemattakin. Mainitsen vain joitakin erityispiirteitä, jotka ovat nousseet esille nimenomaan havainnoidessani lääkelaskentaa.

## Peruslaskutoimituksista

Lääkelaskennan matematiikkaan orientoivan jakson opettajan kannattaisi luonnollisesti pitää jonkinlainen lähtötasotesti. Sen tulisi mahdollisimman laajasti testata, millä matematiikan osa-alueilla opiskelijoiden ongelmat ovat, jotta näihin voitaisiin tehokkaasti puuttua. Opettaja voisi myös tutustua ja varautua opiskelijoiden kehittämiin selviytymisstrategioihin ja miniteorioihin (ks. kappale 2.3). Opettajan kannattaisi siis olla perillä siitä, mitä kaikkea mahdottomia matemaattisia laskulakeja ja sääntöjä opiskelijat itse keksivätkään. Joitakin tällaisia on esitetty lähteissä (Kairaluoma et al. 2008, Parkkila 2009 ja Makkonen 2006).

Työssäni ei pitänyt puuttua matematiikan oppimisvaikeuksiin, mutta mainitsen kuitenkin eräästä asiasta. Joillakin havainnoimillani oppilailla oli todella suuria vaikeuksia tehtävien hahmottamisessa: tehtävissä annetut käsitteet, luvut ja yksiköt pystyy näemmä sotkemaan todella perusteellisesti. Lähtötasokokeen joillakin tehtävätyypeillä voisi esimerkiksi selvittää, onko jollakin vaikeuksia erottaa milloin sanallisessa tehtävässä pitää kertoa ja milloin jakaa. Näistä menetelmistä, ks. (Kairaluoma et al. 2008).

## Kertominen ja jakaminen paperilla ilman laskinta

Olen samaa mieltä lääkelaskennan kentän kanssa siitä, että jokaisen tulisi osata kertoa ja jakaa desimaalilukuja suvereenisti kynällä ja paperilla. Jakolasku on ala-asteen matematiikan aiheista ehkä ongelmallisin, koska sen havainnollistaminen on kyllä mahdollista, ja jotkin opettajat sitä yrittävätkin, mutta monikaan ala-astelainen ei tätä havaintoa pysty hyödyntämään. Jakolasku opitaan siis yleensä mekaanisena rutiinina. Se on myös ollut helppo unohtaa, koska menetelmään ei ole kohdistunut ymmärryksen kautta syväoppimista.

Jotkin pitävät itseään huonoina matematiikassa heikkojen käsinlaskutaitojensa vuoksi. Tämä ei kuitenkaan kerro mitään henkilön matemaattisuudesta ja hänen ongelmanratkaisutaidoistaan itse lääkelaskennassa. Hyvänä merkkinä pitäisin sitä, että osaa edes arvioida, mitä suuruusluokkaa kertolaskun ja jakolaskun tulos tulee suurin piirtein olemaan – vaikka sitten laskisikin tuloksen aluksi taskulaskimella. Mielestäni orientoivassa jaksossa voisi kannustaa opiskelijoita kertomalla, että esimerkiksi jakokulman osaaminen on vain pieni yksityiskohta, ja lääkelaskennassa voi kehittyä ja ymmärtää sitä mainiosti ilmankin. Käsinlaskutaidot pitää kuitenkin saada ajan tasalle lääkelaskennan jakson aikana, mutta se kannattaa tehdä irrallaan lääkelaskuista. Nämä taidot kannattaa yhdistää vasta sitten, kun molemmat on opittu kohtuullisen hyvin.

## Desimaaliluvuilla ja murtoluvuilla operoiminen

Havaintojeni perusteella oli yllättävää ja oireellistakin, että monikaan opiskelija luokassa ei ”keksinyt”, että jaettaessa desimaaliluku toisella pilkkua voi siirtää kummassakin niin, että nimittäjään saadaan kokonaisluku. Osa ei ymmärtänyt, miksi näin ylipäätään voi tehdä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi oheisessa jakolaskussa

$$\frac{2{,}675}{7{,}23} = \frac{267{,}5}{723}$$

vain sitä, että murtoluku on lavennettu 100:lla.

Tässä osiossa desimaaliluvuilla ja murtoluvuilla operoiminen tulisi mielestäni käsitellä niin, että mukana on lääkelaskennan tehtäviin liittyviä yksityiskohtia. Näin opiskelija joutuisi käsittelemään samalla myös lukuyksiköitä ja huomaisi, että yksiköitä käsitellään samoin kuin itse lukujakin, niitä voidaan supistaa pois jne. Havaintojeni mukaan näissä oli opiskelijoilla kovasti epätietoisuutta.

Esimerkiksi annoskaavassa (ks. esimerkki sivulla 26) ja infuusioajan kaavassa (3.11) murtolukujen nimittäjissäkin esiintyy murtolukuja. Opiskelijoille voisi selittää senkin, miten tällaisissa tilanteissa toimitaan.

Yksi perustelu siihen, miksi sivun 23 verranto kannattaa kirjoittaa muodossa

$$\frac{125\ \text{mg}}{75\ \text{mg}} = \frac{2\ \text{ml}}{\text{x}}$$

tulee varmaankin siitä, että tästä mg:t on helppo supistaa pois, ks. kutenkin kommentti jäljempänä aliluvussa ”Yhtälöiden ratkaisemisesta”.

## Prosentin käsitteestä

Puhuimme prosentin käsitteestä jo hieman kappaleessa 3.3.2. Mielestäni monilla on prosentin käsitteessä aivan liian mutkikas käsitys. Myös vanhempien tahattomasti välittämät asenteet prosenttilaskun vaikeudesta aiheuttavat tässä haittaa. Opiskelijat menevät ainain helposti sekaisin tehtävässä: ”Jos luku a kasvaa (tai vähenee) b %, niin mikä on luvun a uusi arvo? Opiskelijoille voisi selittää, että tämäntyyppisiä prosenttilaskuja ei lääkelaskennassa edes esiinny (en ainakaan itse törmännyt tällaisiin). Kaikki prosentteihin liittyvät laskut ovat tyyppiä: paljonko on b % luvusta a, jonka kaikkien toivoisi osaavan ratkaista:

$$\text{Kysytty luku:} \qquad \text{b \% luvusta a} = \text{b sadasosaa luvusta a} = \frac{\text{b}}{100} \cdot \text{a}$$

Miellän symbolin % itse samankaltaiseksi ”yksiköksi” kuin ovat esimerkiksi ml, mg tai mg/ml. Prosenttimerkin voi myös tarvittaessa supistaa pois tyyliin

$$\frac{20\ \cancel{\%}}{35\ \cancel{\%}} = \frac{20}{35} = \frac{4}{7},$$

eli % toimii vain synonyymina luvulle 1/100.

## Yhtälöiden ratkaisemisesta

Orientaatiossa pitäisi myös selvittää, mitä kaikkea yhtälölle on luvallista tehdä. Kaikki perustuu seuraavaan kahteen ominaisuuteen:

**Yhtälön muokkaamisen periaatteet:**

- Yhtälöön voi lisätä tai vähentää puolittain saman luvun.
- Yhtälön voi kertoa tai jakaa puolittain (nollasta eroavalla luvulla).

**Huomautus 3.8.** Yhtälön muokkaamisen periaatteet.

Esimerkiksi yhtälöstä jonkin yhteenlaskettavan puolittain supistaminen tai osamäärästä supistaminen saa oikeutuksen juuri näiden periaatteiden kautta.

Ristiinkertomisen periaate voidaan myös johtaa näistä ominaisuuksista. Se on siis vain matemaattinen apukeino, jolla saadaan alkuperäisestä tyypin a/b = c/x ongelmasta helpommin ratkaistava muoto ax = bc. Orientaatiossa voisi siis tähdentää, että ristiinkertomisessakaan ei ole kyse mistään avaruustieteestä.

Muuttujien käyttö on joillekin opiskelijoille erityisen hankalaa. Varsinkin ennen peruskoulua opiskelunsa suorittaneissa voi olla niitä, joille tätä käsitettä ei ole koulussa edes opetettu. Peruskoulun käyneillekään ei ole kertaus pahitteeksi. Esimerkiksi yhtälössä (A) $x^2 - 5x + 6 = 0$ symboli x on muuttuja, ts. ei vielä tiedetä, mikä luvun x on oltava, jotta (A) olisi totta. Erilaisten ratkaisumenetelmien (joita ei lääkelaskennassa tarvita) mukaan selviää, että $x^2 - 5x + 6 = 0$ on totta täsmälleen silloin, kun x = 2 tai x = 3. Opiskelija voi tarkistaa tämän sijoittamalla yhtälöön (A) vuoronperään arvot x = 2 ja x = 3. Ainakin tällaista kaavaan sijoittamista tarvitaan lääkelaskennassa, joten sitä voisi harjoitella myös orientaatiossa.

Orientaatiossa läpikäytävissä yhtälöissä (ks. Järvinen et al. 2012) ja varsinkin verrantoyhtälöissä niiden esimerkit kannattaisi jälleen ottaa yksityiskohtina lääkelaskennan tehtävistä, jotta yksiköiden kanssa toimiminen tulisi tutuksi.

## Suhteesta ja verrannosta

Suhteen ja suoraan verrannollisuuden käsitteitä voi havainnollistaa erittäin monilla tavoilla, esimerkiksi yhdenmuotoisilla kolmioilla – niiden vastinosien suhteet ovat samat. Esimerkkejä suhteista, jossa verrattavat ovat aivan erilaatuisia, löytyy myös viljalti. Näitä ovat esimerkiksi kappaleessa 3.3.3 sivulla 17 mainitut lohen hinta, auton nopeus tai ruoan sisältämä energiamäärä jne.

Käänteisen verrannollisuuden esittämisestä olisin hieman varuillani. Havainnoidessani huomasin eräänkin opiskelijan kirjoittavan ensin verrantoyhtälön a/b = c/x. Todettuaan, että tämä onkin käänteistä verrantoa, hän yksinkertaisesti kirjoitti heti perään verrannon a/b = x/c. Esityksestä sai sen vaikutelman, että käänteinen verranto on osoittajan ja nimittäjän paikan vaihtamista. Tämä mielestäni osoittaa, miten hataralla pohjalla käänteisen verrannon käsitteen ymmärrys voikaan olla. Jos tähän käsitteeseen on välttämättä vedottava, se pitää mielestäni myös opettaa kunnolla. Toisaalta koko käsitteen käytön voi myös helposti sivuuttaa, vrt. kappaleen 4.4 aliluku ”Käänteisen verrannollisuuden kaavasta liuosten laimennoksissa” sivulla 42.

Toin mielestäni verrantoyhtälön roolia jo riittävästi esille pitoisuuden käsitteen kohdalla, joten kehotan tässä kohdin lukijaa kertaamaan ajatuksiani kappaleista 3.3 ja 3.4.3.

# 4 Visuaalis-matemaattinen menetelmä lääkelaskentaan

## 4.1 Johdatusta ajattelutapaan

Esittelen tässä luvussa annoslaskujen suorittamiseen menetelmän, joka rakentuu pitoisuuden käsitteen syvälliseen ymmärrykseen. Olen nimennyt sen visuaalis-matemaattiseksi menetelmäksi, ja käytän siinä verrantoa. Lääkelaskennan kirjassa (Ernvall et al. 2008) ja opetuksessa käytettyyn verrantoon nähden erona tulee olemaan se, että kaikki, mitä aiemmin asetettiin vaakariveille, tuleekin nyt pystysarakkeille, ja kääntäen. Ernvallin et al. kirjan (2008) mukaan opettaville, ja varsinkin opiskeleville, tämä erilainen käytänne aiheuttaisi valtavasti sekaannusta.

Rivien ja sarakkeiden roolien vaihto saattaa pintapuolisesti tarkasteltuna vaikuttaa vain kosmeettiselta toimenpiteeltä. Sillä tulee kuitenkin olemaan mielestäni ratkaiseva merkitys siihen, kokeeko opiskelija ymmärtävänsä verrannon roolin lääkelaskuissa vai onko hän vain suorittamassa joitakin ulkoaopittuja rituaaleja. Perustelen tämän menettelyn hyvyyttä sen esittelyn edetessä.

Tätä ajatusmallia pitäisi siis ensin testata ja saada sille hyväksyntä lääkelaskennan kentältä ennen kuin sitä aletaan opettaa. Tämän työn piiriin ei saatu mahdutettua kaiken suomenkielisen lääkelaskennan oppimateriaalin läpikäymistä, joten monessakin materiaalissa saattaa olla jo sama käytänne kuin tässä esittämäni. Esimerkiksi Lääkehoidon käsikirjassa (Saano ja Taam-Ukkonen 2013) on näin, mutta ei näin perusteellisesti nojaten pitoisuuden määritelmään. Olisi myös ollut mielenkiintoista tutkia, millaisia käytänteitä ulkomailla on lääkelaskennasta. Tämäkään ei ollut mahdollista työn tiukan aikataulutuksen vuoksi.

Ideana tässä menetelmässä on rakentaa opiskelijalle sellainen visuaalinen mielleyhtymä lääkkeen annostelusta, joka mahdollisimman tarkkaan vastaa niitä matemaattisia piirteitä, joita pitoisuuden käsitteellä on. Apuna käytän jo luvussa 3 esiteltyjä havainnollisia apuneuvoja. Kun opiskelijalle annetaan lääkkeen annostehtävä, hänen kannattaa sijoittaa tehtävänannosta saamansa tiedot tähän mielleyhtymään ja piirtää tilanteesta havainnollistava apukuvio. Mielleyhtymä on rakennettu niin, että kun opiskelija kirjoittaa tehtävään liittyvää verrantoa, hän näkee samalla suoraan sen mielekkyyden ja oikeellisuuden.

Tässä paljastuu samalla se, millaisia ajatusrakennelmia matemaatikko rakentaa matemaattisten käsitteiden ympärille ymmärryksensä tueksi. On siis helpompaa palauttaa mieleen jokin matemaattiseen kaavaan liittyvä mielleyhtymä, josta saa tarvittaessa ko. kaavan rakennusohjeet, kuin opetella kaava ulkoa.

## 4.2 Havainnollinen kuva lääkkeen annostelusta

Matemaattisesti luonnollinen tapa on ottaa lähtökohdaksi pitoisuuden perusominaisuus: lääkkeen pitoisuus ei muutu sitä annosteltaessa:

**Suoraan verrannollisuuden ominaisuus A.** Vaikuttavan aineen määrän suhde koko lääkkeen määrään pysyy (samaa lääkettä) annosteltaessa vakiona.

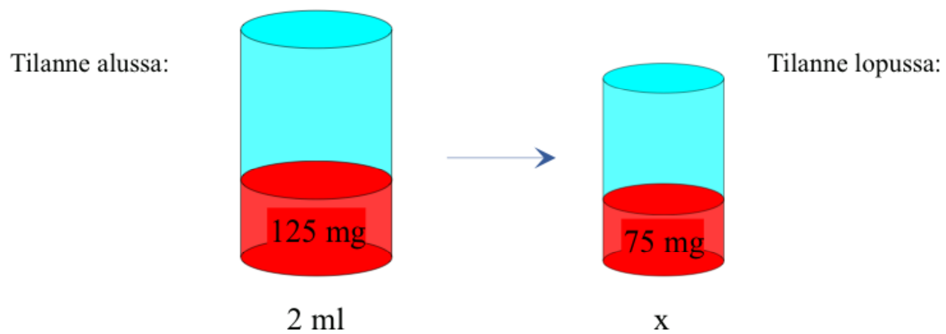
**Huomautus 4.1.** Suoraan verrannollisuuden ominaisuus A.

Tässä tarkastellaan siis aluksi annoslaskuja. Havainnollistamisen apukeinoksi tarjoan piirrosta, jossa vasemmalla esitetään lääke, jota aiotaan annostella, ja oikealla esitetään potilaalle valmiiksi annosteltu lääkeannos (vrt. kuvio 4.1 sekä aiemmat kuviot 3.5–3.7). Oikean ja vasemman puolen roolin muistamiseksi voi kuvitella esimerkiksi niin, että vasemmalla puolella esiintyy siisti kemisti siististä laboratoriossa ja oikealla nokinen kemisti räjähtäneessä laboratoriossa, vrt. (Kairaluoman et al. hassut assosiaatiot (2008: 136) tai Parkkilan ”mummokärryt” (2009: 52).

Tarkastellaan jälleen tehtävänantoa kappaleen 3.4.3 esimerkissä:

> **Esimerkki.** Potilaalle on määrätty Abracadabra-kortisonia 75 mg i.m. (= intramuskulaarisesti eli lihakseen). Kuinka monta millilitraa injektionestettä potilas saa, kun kuiva-aine (125 mg) on liuotettu 2 ml:aan? (Ernvall et al. 2008: 31, muokattu.)

Piirretään aiempiin havainnollistuksiin vedoten kaksi lasiastiaa (kuviossa 4.1 sinisellä), joiden pohjille lääkkeiden vaikuttavat aineet ovat sakkautuneet (kuviossa 4.1 punaisella). Tehtävänannon mukaan tiedot 125 mg ja 2 ml liittyvät annosteltavan lääkkeeseen, ja siis vasempaan astiaan. Oikeaan astiaan liittyy tieto 75 mg. Kysytty asia eli annettavan lääkkeen kokonaismäärä liittyy myös oikeaan astiaan, merkitään sitä x:llä. Vasempaan astiaan näyttäisi lukujen perusteella tulevan enemmän vaikuttavaa ainetta, joten näkemystä hieman edesauttaa, jos vasen lasiastia piirretään hieman suurempana kuin oikea.




**Kuvio 4.1.** Lääkkeen annostelun havainnollistaminen.

## 4.3 Havainnollisesta kuvasta verrannoksi

Ideani on saada opiskelija käyttämään taustalla olevaa teoriaa tiedostamattaan, ainakin aluksi. Olennaista on teorian kannalta siis se, että koska kuvion 4.1 kummassakin astiassa on samaa lääkeliuosta, niin niiden pitoisuudet ovat samat, ts.

$$\text{Pitoisuus}_{\text{alussa}} = \text{Pitoisuus}_{\text{lopussa}} . \tag{4.1}$$

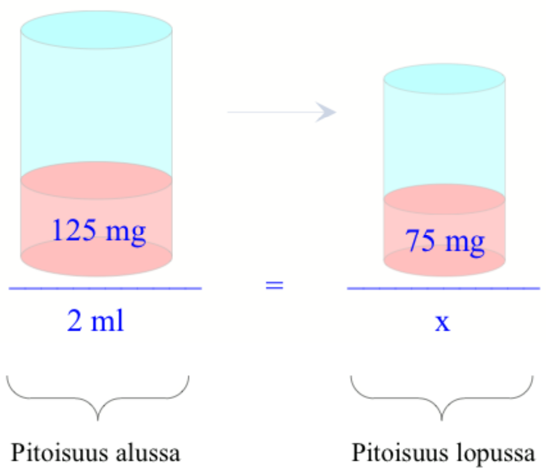
Tämä on pitoisuuden kaavan (3.2) mukaan yhtäpitävää sen kanssa, että

$$\frac{\text{Vaikuttavan aineen määrä}_{\text{alussa}}}{\text{Lääkkeen koko määrä}_{\text{alussa}}} = \frac{\text{Vaikuttavan aineen määrä}_{\text{lopussa}}}{\text{Lääkkeen koko määrä}_{\text{lopussa}}} . \tag{4.2}$$

Jos tähän sijoitetaan edellisessä kappaleessa 4.2 esitetyn esimerkin luvut, niin saadaan verranto

$$\frac{125\ \text{mg}}{2\ \text{ml}} = \frac{75\ \text{mg}}{x} , \tag{4.3}$$

josta ristiinkertomalla selviää, että x = 1,2 ml. Jos opiskelijalle esitettäisiin vain kaava (4.2), niin hän todennäköisesti opettelisi sen ulkoa. Ideana on, että jos ei pysty käsittelemään kaavoja, niin kuvion 4.1 perusteella saa kirjoitettua verrannon myös ilman kaavaa (4.2). Lasiastian tilavuuden ja vaikuttavan aineen määrät sijaitsevat kuviossa 4.2 juuri niin kuin ne esiintyvät verrannossakin.




**Kuvio 4.2.** Annostelun havainnollistamisesta verrannon kirjoittamiseen.

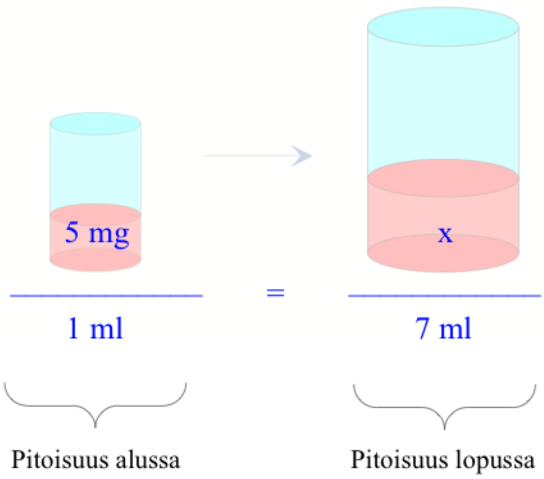
Koska liuoksen valmistustehtävä palautuu muunnoskaavan 1 % = 10 mg/ml avulla annoslaskuksi, niin esittämäni havainnollistusmenetelmä soveltuu siis myös liuoslaskuihin.

Menetelmä saattaa ensin vaikuttaa vain uudelta mekaaniselta toimintamallilta. Näin aluksi ehkä onkin, mutta kun alkaa toimia esitetyllä tavalla ensin annoslaskuissa ja sitten liuoksen valmistuksessa, on tämän ”väsytystaktiikan” ansiosta helppo jossain kohdin alkaa sisäistää, että verrannon yhtälössä näyttäytyy aina vasemmalla puolella annosteltavan lääkkeen pitoisuus ja oikealla annostellun lääkkeen pitoisuus, ja jotka ovat siis samat. Tällöin opiskelija saattaa alkaa huomata toimintansa olevan muutakin kun ulkoamuistamista.

Otan vielä toisen esimerkin (vrt. kappaleen 3.3.4 esimerkit sivulla 19), jossa erityisesti pitoisuuden yksikön mg/ml murtolukumuoto pääsee oikeuksiinsa – se tulee toimimaan koko verrantoyhtälön vasempana puolena. Tässä esimerkissä muuttuja x esiintyy lisäksi eri paikassa kuin edellä.

> **Esimerkki.** Potilaalle annetaan paikallispuudutusta varten 7 ml Abracadabra-injektioliuosta, jonka pitoisuus on 5 mg/ml. Kuinka paljon vaikuttavaa ainetta potilas saa? (Ernvall et al. 2008: 58, muokattu.)

Tässä annoslaskussa alkutilanteesta tiedetään vain pitoisuus 5 mg/ml ja lopputilanteesta annosmäärä 7 ml. Havainnollistan tilannetta oheisessa kuviossa 4.3. Koska sillä ei ole havainnollistamisen mielessä merkitystä, miten suuresta astiasta lääkettä annostellaan, eli vain pitoisuudella on merkitystä, niin tässä voi käyttää annosteltavan lääkkeen tietoina suoraan lukuja 5 mg ja 1 ml. Tässä esimerkissä kannattanee piirtää vasen lääkeastia hieman pienempänä kuin oikea.




**Kuvio 4.3.** Annostelun havainnollistamisesta verrantoon.

Tässä tapauksessa saadaan verrannoksi ja ristiinkertomalla sen ratkaisuksi

$$\frac{5\ \text{mg}}{1\ \text{ml}} = \frac{x}{7\ \text{ml}}, \qquad x = \frac{5\ \text{mg} \cdot 7\ \text{ml}}{1\ \text{ml}} = 35\ \text{mg}. \tag{4.4}$$

Kirjoitetaan vertailun vuoksi vielä vastaava Ernvallin et al. (2008: 32) muotoilu:

$$\frac{5\text{ mg}}{x} = \frac{1\text{ ml}}{7\text{ ml}}, \tag{4.5}$$

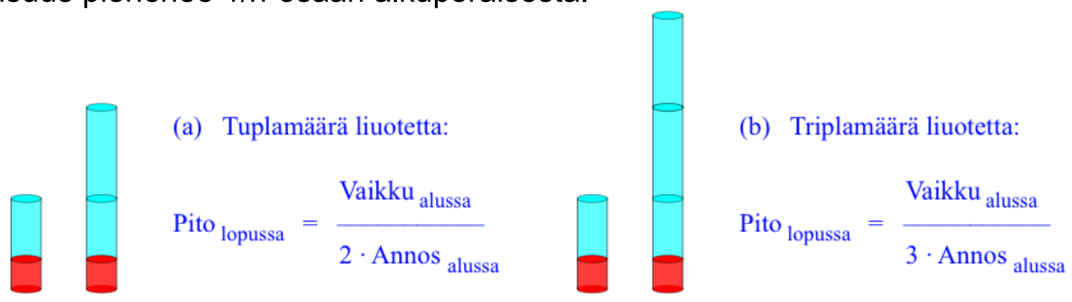
Pitoisuus 5 mg/ml on toki löydettävissä kaavasta (4.5), mutta sen sisältämä informaatio on hajallaan verrannon eri puolien osoittajissa. Tämä hajauttaminen ei tue lainkaan sitä matemaattista sisältöä, joka pitoisuuden käsite tarjoaa. Joitakin ”esteettisiä” arvoja tällä jälkimmäisellä käytänteellä toki on, sillä mg:t ja ml:t ovat kumpikin omilla puolillaan, ja niitä on helppo supistaa pois. Toisaalta yhtälön puolittain kertominen ja jakaminen sallii ml:en supistamisen myös suoraan muodosta (4.4).

Verrannon ratkaisemisen menetelmiä on jo käsitelty kappaleessa 3.4.3 sivuilla 22–25. Ristiinkertominen on aina varma keino, mutta sen välivaiheet voi oikaista esimerkiksi kuvion 3.8 muistisäännöllä. Taulukkomenetelmäkin saadaan toki toimimaan vain rivien ja sarakkeiden rooleja vaihtamalla.

## 4.4 Havainnollistuksia liuosten laimentamistehtäviin

### Päättelytavasta liuosten laimennoksissa

Liuosten laimennoksen havainnollistaminen on annoslaskuihin nähden hieman ongelmallisempaa, tai vaatii ainakin opiskelijalta enemmän omaa pohdintaa. Koetan kuvion 4.4 (ja hassujen nimiassosiaatioiden) avulla auttaa opiskelijaa ymmärtämään kappaleen 3.5.2 lopussa sivulla 30 alustettua ideaa: jos lääkeliuoksen määrää kasvatetaan n-kertaiseksi liuotinta lisäämällä, niin liuoksen pitoisuus pienenee 1/n-osaan alkuperäisestä.




**Kuvio 4.4.** Liuoksen laimennoksessa pitoisuus putoaa (a) puoleen, (b) 1/3-osaan.

Esimerkiksi kuvion 4.4 kohdassa (b) lääkeliuoksen määrä on lisätty 3-kertaiseksi alkuperäiseen määrään nähden liuotinta lisäämällä. Silloin

$$\text{Pito}_{\text{lopussa}} = \frac{\text{Vaikku}_{\text{lopussa}}}{\text{Annos}_{\text{lopussa}}} = \frac{\text{Vaikku}_{\text{alussa}}}{3 \cdot \text{Annos}_{\text{alussa}}} = \frac{1}{3} \cdot \text{Pito}_{\text{alussa}}. \tag{4.6}$$

Yleisesti, jos lääkeliuoksen määrä n-kertaistetaan alkuperäiseen määrään nähden liuotinta lisäämällä, niin silloin

$$(4.7) \qquad \text{Pito}_{\text{lopussa}} = \frac{\text{Vaikku}_{\text{lopussa}}}{\text{Annos}_{\text{lopussa}}} = \frac{\text{Vaikku}_{\text{alussa}}}{n \cdot \text{Annos}_{\text{alussa}}} = \frac{1}{n} \cdot \text{Pito}_{\text{alussa}}.$$

Kaava (4.7) sallii luvun n olevan myös mikä tahansa positiivinen murto- tai desimaaliluku. Näin saatiin johdettua uusi käyttökelpoinen periaate:

**Liuoksen laimennoksen ominaisuus A.** Jos lääkeliuokseen lisätään liuotetta niin, että sen tilavuus kasvaa n-kertaiseksi, niin silloin lopullisen lääkeliuoksen pitoisuus pienenee 1/n-osaan alkuperäisestä.

Kääntäen: Jos lääkeliuokseen lisätään liuotetta niin, että sen pitoisuus pienenee 1/n-osaan, niin silloin sen tilavuus kasvaa n-kertaiseksi alkuperäisestä.

**Huomautus 4.2.** Liuoksen laimennoksen ominaisuus A.

Opiskelijan ei siis tarvitse osata johtaa itse kaavaa (4.7), mutta olisi hyvä, että hän selvittäisi itselleen kuvion 4.4 avulla, miksi se toimii esimerkiksi tapauksissa n = 2 ja n = 3.

Ratkaistaan nyt kappaleessa 3.5.2 sivulla 28 esitetty liuoksen laimennostehtävä (Ernvall et al. 2008: 71, muokattu) tällä periaatteella. Erotukseksi alkuperäisestä olen jo muuttanut valmiiksi sekä alkuperäisen että lopullisen liuoksen pitoisuudet samaan yksikköön. Vaihtoehtoisesti myös yksikön mg/ml käyttö molemmissa olisi ollut mahdollista.

**Esimerkki.** Osastolla on Abracadabra-liuosta, jonka pitoisuus on 5 %. Miten valmistat siitä 1 litraa liuosta, jonka pitoisuus on 0,05 %?

Ratkaisuun voi nyt kehittää vaikkapa seuraavanlaisen notaation:

| | Alussa: | | Lopussa: | Johtopäätös: |
|---|---|---|---|---|
| Pitoisuudet: | 5 % | → | 0,05 % | pienenee 1/100-osaan |
| Tilavuudet: | x | → | 1000 ml | kasvaa 100-kertaiseksi |

Tästä voi laskea päättelemällä tai verrannolla, että on oltava x = 10 ml.

Opetusharjoitteluissani esitin eräälle luokalle oheisen päättelymenetelmän, mutta nämä aikuisopiskelijat he olivat jo työelämässään tottuneet käyttämään ulkoaoppimaansa kaavaa (ks. seuraavan kappaleen kaava (4.12)), eivätkä siis innostuneet esittämästäni päättelytavasta. Tämän ulkoaopittavan kaavan erityispiirre on, että se noudattaa ns. käänteistä verrannollisuutta.

## Käänteisen verrannollisuuden kaava liuosten laimennoksissa

Edellä esitetyllä notaatiolla saadaan myös kätevästi johdettua laimennuslaskujen ulkoaopeteltavaksi jäävä kaava:

$$\frac{\text{Annos eli lääkkeen koko määrä}_{\text{alussa}}}{\text{Annos eli lääkkeen koko määrä}_{\text{lopussa}}} = \frac{\text{Pitoisuus}_{\text{lopussa}}}{\text{Pitoisuus}_{\text{alussa}}}. \tag{4.8}$$

Kaavasta tekee harmillisen epäsymmetria, joka ilmenee sanojen ”alussa” ja ”lopussa” sijainneissa. Seuraava kaavanjohto ei välttämättä aukene heikommilla matemaattisilla taidoilla oleville, mutta korostamme, ettei kyse ole edelleenkään mistään avaruustieteestä.

Tarkastellaan jotakin lääkeliuosta, jonka vaikuttavan aineen määrä ja kokonaismäärä (ja siis pitoisuuskin) tunnetaan. Tälle annokselle on siis voimassa kaavan (3.1) (ja hassujen nimiassosiaatioiden) mukaan

$$\text{Vaikku}_{\text{alussa}} = \text{Annos}_{\text{alussa}} \cdot \text{Pito}_{\text{alussa}}. \tag{4.9}$$

Jos tähän lääkeliuokseen lisätään vain pelkkää liuotetta, niin tietenkin

$$\text{Vaikku}_{\text{lopussa}} = \text{Annos}_{\text{lopussa}} \cdot \text{Pito}_{\text{lopussa}}, \tag{4.10}$$

mutta koska vaikuttavan aineen määrä ei lisääntynyt, niin vaikuttavien aineiden määrät ovat sekä alussa että lopussa samat. Siis kaavoissa (4.9) ja (4.10) vasempien puolten ollessa samat on oikeidenkin puolten oltava samat. Siis

$$\text{Annos}_{\text{alussa}} \cdot \text{Pito}_{\text{alussa}} = \text{Annos}_{\text{lopussa}} \cdot \text{Pito}_{\text{lopussa}}. \tag{4.11}$$

Kun tämä yhtälö vielä jaetaan puolittain sopivasti, niin saadaan:

**Käänteisen verrannon kaava laimennoksiin:** Lisättäessä lääkeliuokseen vain liuotetta on voimassa:

$$\frac{\text{Annos}_{\text{alussa}}}{\text{Annos}_{\text{lopussa}}} = \frac{\text{Pitoisuus}_{\text{lopussa}}}{\text{Pitoisuus}_{\text{alussa}}}. \tag{4.12}$$

**Huomautus 4.3.** Käänteisen verranon kaava laimennoksiin.

Kaava (4.12) ilmentää sitä, että lääkkeen määrä ja sen pitoisuus ovat toisiinsa nähden käänteisesti verrannollisia: toisen yksikön kasvaessa toinen pienenee samassa suhteessa. Jo kappaleen 3.6 sivulla 36 totesin oppilailla olleen kummallisia käsityksiä kääntäen verrannollisuudesta. Minusta koko termin käytön voisi sivuuttaa, jollei sitä selitetä opiskelijoille kunnolla. Mikä oikeastaan edes pakottaa käyttämään kaavaa (4.12), kun sen voisi korvata yhtäpitävällä, ymmärrettävämmällä kaavalla (4.11)? Tämän yhtälötyypin ratkaisemisessa ei tarvita edes ristiinkertomista.

Mainittakoon vielä, että Ernvall at al. (2008: 70) käyttää kaavaan (4.12) nähden lyhyempiä merkintöjä:

$$\frac{V_a}{V_l} = \frac{P_l}{P_a}. \tag{4.13}$$

Tässä V = volume = tilavuus, P = pitoisuus , a = alkutilanne ja l = lopputilanne. Opetuksessa sen sijaan oli ansiokkaasti otettu käyttöön kuvaavampia nimiä kaavassa esiintyneille käsitteille, kuten alkuml, loppuml, alkupit ja loppupit.

Kaavan (4.12) käytöstä olikin jo esimerkki kappaleessa 3.5.2 sivulla 29–30. Huomautettakoon vielä, että kaavaan (4.12) voi siis sijoittaa pitoisuudet joko prosentteina tai vaihtoehtoisesti muodossa mg/ml, kunhan kumpikin pitoisuus kaavan yhtälön oikealla puolella on samassa yksikössä.

# 5 Yhteenveto

## Kenelle kehittämishanketyö on kohdennettu?

Työ on siis kirjoitettu lähinnä lääkelaskennan opettajille ja erityisesti lääkelaskennan opetuksen kehittäjille. Ahtaasti tulkiten tämä työ eri varmaankaan näytä ratkaisevan juuri mitään, koska suurin osa opiskelijoista selviää lääkelaskennasta muutenkin, ja se pieni osa opiskelijoista, joilla on vaikeuksia, ei kuitenkaan ymmärtäisi tämän työn matemaattisesta sisällöstä mitään.

Peräänkuulutankin lukijalta avoimuutta ja objektiivisuutta esittämääni kritiikkiä kohtaan – olisiko mahdollista, että lääkelaskennassa olisi kangistuttu vanhoihin perinteisiin tyyliin: ”Näin on aina tehty, miksi muuttamaan hyviä käytänteitä.”

## Vastauksia työn alussa esitettyihin kolmeen kysymykseen

**(1) Miksei keskeisiä käsitteitä havainnollisteta kuvioiden avulla?** Lääkelaskennan itseopiskeluvaiheessa ja orientaatiossani opetukseen en havainnollistuksiin juurikaan törmännyt. ”Miksei” ei ole edes tässä se olennainen kysymys, mutta vastaan siihen silti. Lääkelaskennan opettajat eivät yleensä itse ole opiskelleet matematiikkaa, eivätkä ehkä tunne sen hienouksia. He saattavat toimia matemaattisen osaamisensa ylärajoilla lääkelaskentaa opettaessaan. Heillä voi olla se käsitys, että matematiikka on vain kaavoja. Toinen vastaus on tietenkin resurssit. Ei ole aikaa eikä tapanakaan esittää mitään demonstraatioita.

Oikeampi kysymys lienee, miten lääkelaskentaan saisi lisää havainnollistuksia. Esitän työssäni joitakin havainnollistamismenetelmiä matematiikan oppimivaikeuksista kärsiville ja erilaisille oppijoille. Esimerkiksi kasvava lääkeastiarivistö hiiren annoksesta norsun annokseen selvittää pitoisuuden ja suoraan verrannollisuuden käsitettä, tai lääkkeen hassusta annostelutilanteesta voi kirjoittaa verrannon suoraan. Näitä opettajien ja opiskelijoiden kannattaisi itsekin kehittää rohkeasti lisää.

**(2) Miksi samaa laskua varten esitetään jopa kolme eri laskutapaa?** Vastasin tähän jo aiemmin: tietenkin erilaisia oppijoita varten. Olen itse verrannon kannalla matemaattisesta taustastani johtuen. Nyt lääkelaskentaan tutustuttuani suon erilaisille oppijoille mielihyvin kaikki mahdolliset eri tavat laskea. Pahoittelen vain sitä, että moni hylkää juuri sen tavan, verrannon, jota lääkkeiden pitoisuuden käsite ja ominaisuudet näyttävät tukevan parhaiten. Yksinkertaisiin tilanteisiin soveltuvaa päättelytapaa lukuun ottamatta nämä muut laskutavat jäävät enemmän tai vähemmän opiskelijoiden ulkoaopeteltaviksi, josta olen erityisen harmissani. Tämä liittyy myös läheisesti seuraavaan kohtaan.

**(3) Miksi näytetään opetettavan mekaanisia toimintamalleja ja ulkoaopeteltavia kaavoja käsitteiden syvällisen ymmärtämisen kustannuksella?** Tämä on mutkikas kysymys. Yksi vastaus saattaa olla, että lahjakkaammille ei ole kannattanut käsitteiden matemaattista puolta selvittää, koska he ymmärtävät sen muutenkin, ja toisaalta matemaattisesti heikommat eivät saisi siitä paljonkaan irti. Voisiko kuitenkin olla niin, että huomioni verrannon rivien ja sarakkeiden roolien vaihtamisesta olisi juuri se puuttuva rengas, joka täydentäisi heikompien ymmärrystä siitä, mitä he ovat laskuissa tekemässä. Nythän pitoisuuden olemusta suhteena, murtolukuna, ei päästä edes hyödyntämään kunnolla. Lääkelaskutehtävässä esimerkiksi pitoisuuden 30 mg/ml sisältämä informaatio eli 30 mg yhtä millilitraa kohti hajautetaan verrantoyhtälön vasemman ja oikean puolen murtolukujen osoittajiin. Tämä on aika kummaa siihen verrattuna, kun voi kirjoittaa 30 mg/ml suoraan verrannon vasemmaksi puoleksi – silloin sen luonne suhteena saa sille kuuluvan arvon.

Ajattelen, että huomioni ovat auttamassa nimenomaan niitä, jotka suoriutuvat tehtävistä vain vaivoin, ja joiden tehtävien tekemistä varjostaa koko ajan epätietoisuus siitä, mitä he ovat tekemässä. Verrannon kirjoittaminen esittämälläni tavalla yhdistettynä käsitteiden havainnollistuksiin voi auttaa selkiyttämään joidenkin käsitystä lääkelaskuista ja vähentää paineita asioiden ulkoaopetteluun.

Tässä työssä esitetty matemaattinen aines ei luonnollisesti sovellu esitettäväksi matemaattisilta taidoiltaan heikommille, eikä etenkään matematiikkapelkoisille, joten heidän kohdallaan jäädään edelleen pohtimaan, millä apukeinoilla tai muistisäännöillä heitä voisi auttaa. Työssäni esitetyt havainnollistukset voivat kuitenkin auttaa saamaan joitakin lukkoja auki, jos oppiminen on kiinni esimerkiksi opiskelijan omasta asenteesta ja peloista matematiikkaa kohtaan. Olen muutamalla esimerkillä osoittanut, että matematiikka voi olla hauskaakin.

## Kommentteja lääkelaskennan käytänteisiin

Lääkelaskennan matematiikkaan orientoivan osuuden tärkeimpiä asioita ovat lähtötasotestin pitäminen ongelmakohtien löytymiseksi ja opetuksen suuntaaminen kaikkeen lääkelaskuissa eteen tuleviin perusrutiineihin. Soisin, että tämän jakson pitää sellainen matematiikan opettaja, joka on perehtynyt myös lääkelaskentaan. Peruskäsitteistön opettamisessa kannattaa käyttää mahdollisimman paljon havainnollistuksia.

Orientoivaan osuuteen pitäisi myös suunnata lisää resursseja: opetustunteja, eriyttävää opetusta, havaintovälineitä yms., joilla saataisiin matematiikan perusteet kuntoon kaikilta jo ennen varsinaista lääkelaskentaa. Osaamisen ääripäät ovat havaintojeni perusteella erittäin kaukana toisistaan.

Itse lääkelaskentaan suosittelen käsitteiden perusteellista läpikäyntiä ja havainnollistamista aina, kun se on mahdollista. Esimerkiksi pitoisuuden voi esittää lasipurkin avulla, jonka pohjalle vaikuttava aine on (todellisuudesta poiketen) sakkautunut. Itse esitin pitoisuuksien muunnoskaavan 1 % = 10 mg/ml irrallaan varsinaisista lääkelaskuista korostaakseni, että kyse on vain erillisestä toimenpiteestä. Tämän esilletuominen voi selkiyttää opiskelijan ajatuksia itse lääkelaskutehtävässä.

Perusteiden läpikäymiseltä putoaa hieman pohja, ellei samaan aikaan oteta käyttöön jo kappaleessa 3.4.3 sivulla 24 mainitsemaani rivien ja sarakkeiden roolien vaihtoa verrantoyhtälöissä:

**Kehittämishankkeeni päähuomio:** Mielestäni verranto kannattaisi kirjoittaa niin, että kappaleessa 3.4.3 sivulla 23 esitettyyn esimerkkiin nähden rivien ja sarakkeiden roolit vaihdetaan.

**Huomautus 5.1.** Kehittämishankkeeni päähuomio.

Luvussa 3 esittämäni havainnollistukset ja rivien ja sarakkeiden roolien vaihto tukevat luvussa 4 esittämääni mallia. Hankaluutena on, että tätä ajatusrakennelmaani tukevaa oppimateriaalia ei ole vielä saatavissa, ja lääkelaskennan kentän tulisi osata pelkästään tämän työn valossa päätellä, mikä olisi tämän ajattelutavan ja käytänteen muuttamisen merkitys pitkällä aikavälillä. Avoimeksi kysymykseksi jääkin toistaiseksi: **Miten paljon opiskelijaa sekoittaa se, että rivien ja sarakkeiden roolit ovat verrannoissa (matemaatikon näkökulmasta) väärin päin?**

## Kehittämishankkeen jatkonäkymistä

Kehittämishankkeeni alustavassa suunnitelmassa esitin monia piirteitä, joita ei saatu sovitettua aikataulullisesti tämän työn piiriin. Ensinnäkin lääkelaskennan matematiikan orientoiva osuus oli jo pidetty tätä työtä aloiteltaessa. Opiskelijoiden lähtötasotestit sekä haastattelut heidän asenteistaan lääkelaskentaan ennen varsinaista kurssia jäivät sairastelujen vuoksi myös pitämättä. Lääkelaskennan kurssin jälkeisiä tunnelmia taas oli hieman tarpeeton kysellä, koska suhtautumisesta ennen kurssia ei ollut tietoa. Olisi ollut myös mielenkiintoista tutkia, mitkä ovat käytänteet esimerkiksi verrannon kirjoittamisessa ulkomailla. Tämän toki voi tehdä vieläkin. Näin jälkeenpäin ajatellen työtä on ollut aivan riittävästi näitä piirteitä ilmankin, ja lopputulos on tässä.

Tämä työ siis julkaistaan ammatillisen opettajakoulutuksen kehittämishankkeena ja se on pian saatavilla verkosta opinnäytetöiden arkistosta (Theseus). Tarkoitus on levittää aluksi sanaa ilmestyneestä työstä lääkelaskennan parissa toimiville, siis lähinnä lääkelaskentaa opettaville ja sen opetusta kehittäville.

Mikäli työ saa riittävästi positiivista palautetta lääkelaskennan kentältä, siitä kirjoitetaan artikkeli joko Sairaanhoitaja-lehteen, Opettaja-lehteen tai matematiikan Solmu-lehteen. Kunnianhimoisimmat tavoitteet lienevät osallistuminen nykyisten oppikirjojen modifioimiseen tai kokonaan uuden lääkelaskennan oppikirjan kirjoittaminen. Jään odottelemaan kritiikkiä ja mielellään positiivista vastaanottoa.

## Lopuksi

Kehittämishankkeeseen kohdistamani alkuinnostuksen laannuttua työssä on ollut monia ylä- ja alamäkiä: Uskallanko kritisoida? Eikö tätä epäloogisuutta ole kukaan aiemmin huomannut? Taistelenko tuulimyllyjä vastaan? Miten voi istua perusasteen matematiikan tunneilla 9 vuotta osaamatta nyt matematiikasta juuri mitään? Jne.

Ongelmat lääkelaskennan osaamisessa ovat toki olleet yleisesti tiedossa, mutta se, että joku löytäisi perustavanlaisia ongelmia lääkelaskennan esittämisen ja opettamisen perinteestä, kuulostaa aika oudolta. TAMK:n Terveyspalveluiden yksikkö otti kuitenkin alustavan kritiikkini avoimin mielin vastaan ja päästi tutustumaan lääkelaskennan nykykäytänteisiin sekä testaamaan esittämiäni argumentteja. Mietin, että onko tällaiselle kritiikille ollut tilausta jo aiemmin, mutta kukaan lääkelaskennan kentältä ei ole siihen uskaltanut ryhtyä. Suurin haaste on kuitenkin vielä edessä: Miten vakuuttaa koko lääkelaskennan kenttä ajatteluni paremmuudesta, vai onko tämä vain yksittäisen hassun matemaatikon haihatteluja?

Ilman TAMK:n Terveyspalveluiden yksikön avointa ilmapiiriä koko kehittämishanketta ei olisi koskaan edes syntynyt. Tämä hanke yhdistettynä opetusharjoitteluihini, jotka tein myös pääosin ko. yksikössä, on ollut merkittävin asia opettajuuteni kasvulle koko opettajakoulutuksen aikana. Suuri kiitos tästä kaikesta TAMK:n Terveyspalveluille.

# Lähdeluettelo

ERI 2013 = Erilaisten oppijoiden liiton verkkosivusto. Viitattu 4.11.2013. Saatavilla: http://www.erilaistenoppijoidenliitto.fi .

Ernvall, S., Pulli, A., Salonen, A.-M., Nurminen, M.-L. & Kaukkila, H.-S. 2008. Lääkelaskenta. Helsinki: WSOY.

Grandell-Niemi, H. 2005. The medication calculation skills of nursing students and nurses. Developing a medication calculation skills. Annales Universitatis Turkuensis D 682. Turku.

Huhtala, S. 1999. "Mä inhoon tätä matikkaa..." - Lähihoitajaopiskelijan oma matematiikka oppimisvaikeuksien selittäjänä. Moniste 3/1999. Opetushallitus.

Huhtala. S. 2000. Lähihoitajaopiskelijan oma matematiikka. Tutkimuksia 219. Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitos.

Huhtala, S. & Laine, A. 2004. "Matikka ei oo mun juttu" – Matematiikkavaikeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. Teoksessa Räsänen, P., 2004. Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Niilo Mäki instituutti. Jyväskylä.

Huovinen, A. 2013. Kuka hyötyy trigonometriasta? Artikkeli Aamulehden Jatkotkolumnissa 12.9.2013.

Hyyrö, S. 1999. Tampereen yliopiston matematiikan professori Seppo Hyyrön jäähyväisluento. Ladattu ja tallennettu tietokoneelle 1.10.1999 verkko-osoitteesta http//:www.uta.fi/mattiet/matematiikka/jluento.htm .

Järvinen, R., Latva, O., Makkonen, J.-P. & Vahviainen, S. 2012. Kartio 2. Kirjasarjassa Kartio: Perusopetuksen matematiikkaa luokille 7–9. Helsinki: Sanoma Pro.

Kairaluoma, L., Ahonen, T., Aro, M., Kakkuri, I., Laakso, K., Peltonen, M. & Wennström, K. (toim.). 2008. Lukemalla ja tekemällä: opettajan opas lukivaikeudesta ammatillisille oppilaitoksille. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä.

Kolb, D. 1984. Experimental learning. Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs New York: Prentice-Hall.

Korkeakivi, R. 2013. Matikkaa ei voi ohittaa. Artikkeli Opettaja-lehdessä 7/2013. Helsinki: Opetusalan Ammattijärjestö OAJ ry.

Leino, A.-L. & Leino, J. 1999. Oppimistyyli: teoriaa ja käytäntöä. Helsinki: Gummerus.

Leppänen, R. 2013. Erityistä tukea tarvitsevan rakennusalan opiskelijan matematiikan opetus käytännön keinoin. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu.

LLK 2013 = Turun ammattikorkeakoulun Lääkelaskentaklinikka -sivusto. Viitattu 4.9.2013. Saatavissa: http://www.terveysala.turkuamk.fi/klinikka .

Makkonen P. 2006. Lääkelaskennan opetuksen kehittäminen lähihoitajakoulutuksessa. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu.

Nurkka, N. 2012. Lääkelaskut: oppimisen vaikeus ja/vai onnistumisen ilo. Esitelmä Sairaanhoidon foorumissa 12.10.2012. Saimaan ammattikorkeakoulu. Lappeenranta.

Olsen, L. 2007. Norjalainen kolmio tiputuslaskuissa. I09. Capellen akademisk förlag, Norge.

Parkkila, J. 2009. Matikasta soppaa. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu.

Patrikainen, R. 1999. Opettajuuden laatu: Ihmiskäsitys, tiedonkäsitys ja oppimiskäsitys opettajan pedagogisessa ajattelussa ja toiminnassa. Jyväskylä: PS-kustannus.

Pisa 2013 = Opetus- ja kulttuuriministeriön Pisa-tutkimukset. Viitattu 4.9.2013. Saatavissa http://www.minedu.fi/pisa .

Saano, S. & Taam-Ukkonen, M. 2013. Lääkehoidossa tarvittavat matemaattiset taidot. Lääkehoidon käsikirja. 168–183. Helsinki: Sanoma Pro.

Theseus = Julkaisuarkisto Theseus – ammattikorkeakoulujen opinnäytetyöt ja julkaisut verkossa. Viitattu 4.11.2013. Saatavissa http://www.theseus.fi/web/guest .

Tilasto 2013 = Tilastokeskuksen tietokantataulukot – koulutuksen keskeyttäminen. Viitattu 4.11.2013. Saatavissa http://www.stat.fi/til/kkesk/tau.html .

Tynjälä, P. 2004. Oppiminen tiedon rakentamisena: konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Kirjayhtymä.

Vuorenmaa, S. & Peltola, M. 2011. Taulukkomenetelmä tuo apua lääkelaskentaan. Artikkeli Sairaanhoitaja-lehdessä 10/2011. Helsinki: Suomen sairaanhoitajaliitto ry.