VERTAISARVIOITU
KOLLEGIALT GRANSKAD
PEER-REVIEWED
www.tsv.fi/tunnus

ARTIKKELIT

Leila Pehkonen & Laia Saló i Nevado[1]

Millaista matematiikkaa puuseppä työssään tarvitsee ja käyttää?

Tiivistelmä

Kysymme tutkimuksessamme, millaista matematiikkaa huonekalupuusepät työssään tarvitsevat ja käyttävät. Tutkimus asettuu teoreettisesti niin sanotun kansan matematiikan kehyksiin: tarkastelemme matemaattisen professionalismin ulkopuolella olevien ryhmien käyttämää matematiikkaa. Yleensä tutkimuksissa teoreettista tietoa käytetään ohjaamaan sitä, miten asiat pitäisi käytännössä tehdä. Me taas yritämme ymmärtää käytännön toimintaa, jotta teoreettista tietoa voitaisiin mukauttaa vastaamaan paremmin käytäntöjä. Tarkastelemme ensin sellaista arkipäivän työssä käytettävää matematiikkaa, jonka tutkittavat itse tunnistavat ja nimeävät matematiikaksi. Toiseksi tarkastelemme heidän työssään kohtaamiaan ongelmanratkaisua vaativia tilanteita. Keskeinen käsite tarkastelussamme on matemaattinen tieto, joka on osa numeerisia taitoja. Ongelmanratkaisutilanteet osana matematiikkaa voivat olla joko hyvin tai huonosti jäsenneltyjä. Edellisiin ratkaisut ovat täsmällisiä, usein yksiselitteisiä. Jälkimmäiset taas mahdollistavat monenlaiset ratkaisut. Tutkimustehtävään vastaamiseksi olemme käyttäneet kahdenlaista aineistoa: neljän huonekalupuusepän työpajoissa tuotettua etnografista haastattelu-, havainnointi- ja kuva-aineistoa sekä kolmen muun huonekalupuusepän haastatteluaineistoa. Analyysimme mukaan arjen rutiineissa huonekalupuusepät selviävät kontekstisidonnaisella matemaattisella tiedolla, josta osa on kehollistunutta. Ongelmanratkaisutilanteissa taas aktivoituu edellisten ohella myös käsitteellisempi matemaattinen tieto.

Avainsanat: ammatillinen matematiikka, kehollistunut matematiikka, numeeriset taidot, ongelmanratkaisu, huonekalupuuseppä

1 Artikkelin ensimmäinen kirjoittajuus on jaettu.

Tutkimuksen taustaa

Oppilaitoksissa opetettavan ja työpaikoilla tarvittavan osaamisen kohtaamattomuudesta keskustellaan jatkuvasti. Tämän huolen jakavat myös matematiikan opetuksen tutkijat, joiden mukaan oppilaitosmatematiikka ja työelämässä tarvittava matematiikka eivät vastaa toisiaan (esim. Noss ym. 2002; Zevenbergen & Zevenbergen 2004; Gainsburg 2006; LaCroix 2014). Tutkimuksissa on toistuvasti havaittu, että työpaikoilla työssä välttämättä vaadittava matematiikka on usein varsin alkeellista (esim. Williams & Wake 2007; Saló i Nevado 2021) tai erittäin kontektisidonnaista – vain ja ainoastaan siinä tilanteessa käyttökelpoista. Toisaalta on myös tutkimuksia (esim. Greiffenhagen & Sharrock 2008; Zevenbergen & Zevenbergen 2009; Wake 2015; Bednarz & Proulx 2017), joiden mukaan ammatteihin sisältyy monenlaista matematiikkaa ja ammatissa toimivat tai siihen kohta valmistuvat ovat erittäin taitavia useallakin matematiikan osa-alueella, esimerkiksi arvioinnissa ja mittaamisessa (esim. FitzSimons 2005; La Croix 2014).

Työelämä, työpaikoilla tarvittava osaaminen ja käytännöt muuttuvat jatkuvasti muun muassa teknologian kehittymisen myötä (van Oers 2001; Carnevale & Desrochers 2003; Hoyles et al. 2010; Tall 2013; Tout 2020). Nämä kiihtyvät muutosprosessit yhdessä koulutuksen tehostamisvaatimusten kanssa saavat asiantuntijat jatkuvasti kysymään ja kiistelemäänkin siitä, mitä ja millaista tietoa ammatillisessa koulutuksessa tulisi opettaa ja minkälaisella osaamisella työssä selviää tai menestyy. Suomessa kaikkiin ammatillisiin perustutkintoihin kuuluu tällä hetkellä voimassa olevien säädösten mukaisesti (Opetushallitus 2022) neljä osaamispistettä (yksi osaamispiste tarkoittaa vähintään 12 tuntia opetusta tai ohjausta) erillisiä, pakollisia matematiikan opintoja. Ne kuuluvat niin sanottuihin yhteisiin tutkinnon osiin, ja ne ovat ammatillisista opinnoista enemmän tai vähemmän erillisiä. Vähintäänkin sosiaaliset jakolinjat käytännöllisten, ammatillisten ja niin sanottujen teoreettisten (yhteisten) aineiden välillä ovat olemassa (Halliday 2000; Pehkonen & Isopahkala-Bouret 2010; Pehkonen 2013). Tutkijat ovat kiinnittäneet viime vuosina myös huomiota siihen, että ammatillisessa koulutuksessa odotukset oppilaiden suoriutumisesta matematiikassa, mutta myös muissa niin sanotuissa teoreettisissa aineissa, ovat usein matalalla tasolla ja että ammatillisessa koulutuksessa tyypillisesti orientoidutaan kohti kontekstisidonnaista tietämistä (esim. Korp 2012; Roswall ym. 2017).

Tehokkuuden näkökulmasta matematiikan opetuksessa tuntuisi järkevältä keskittyä työssä tarvittavaan kontekstisidonnaiseen tietoon. Australialainen tutkija

Gail FitzSimons (2014) kysyy, mitä oikeastaan on ammatillinen tai työssä tarvittava matematiikka. Työ tai ammatillisuus voi samallakin ammattialalla sisältää valtavan kirjon erilaisia ilmentymiä: ihmiset voivat pyörittää työpaikkaa yksinään tai olla osa suurta monikansallista organisaatiota, työ voi olla materiaalista tai älyllistä, palveluita, ideoita tai tavaroita tuottavaa, paikallista, globaalia, virtuaalista, ja niin edelleen. FitzSimonsin mukaan työssä näyttäisi olevan merkityksellistä ainoastaan jatkuva tarve oppia asioita, joita ei ole edes olemassa tällä hetkellä ja joista ei ole aikaisempaa kokemusta. Ratkaistakseen tulevaisuudessa näihin liittyviä ongelmia ihmisten on tuotettava ja käytettävä uusia tietämisen muotoja tai kontekstualisoitava uudelleen jo olevassa olevia. Tällaiset ongelmat todennäköisesti vaativat luovia innovatiivisia ratkaisuja, joissa matemaattisella tiedolla on merkittävä rooli (ks. tarkemmin FitzSimons 2014). Tällöin kontekstisidonnaisen (horisontaalisen) tiedon ohella on kysymys myös yleisemmästä, käsitteellisemmästä ja teoreettisemmasta (vertikaalisesta) matemaattisesta tiedosta (FitzSimons & Björklund Boistrup 2017; myös Bernstein 1999). Tutkimusta tulisikin suunnata siihen, miten erilaisissa töissä ja ammateissa löydetään ratkaisuja erilaisiin, odottamattomiinkin ongelmiin, joita syntyy kaikilla työpaikoilla, ja siihen, millainen tieto niiden ratkaisemisessa aktivoituu. Suomessa ammattien ja työn arjen matematiikkaa on kaikkiaan tutkittu hyvin niukasti. Tehty tutkimus on kohdistunut lähinnä lähihoitajaopiskelijoiden (Huhtala 2000), sairaanhoidon opiskelijoiden (esim. Elonen ym. 2021) ja sairaanhoitajien (esim. Grandell-Niemi ym. 2006) matemaattisiin taitoihin.

Selvitämme tutkimuksessamme, millaista matematiikkaa ja matemaattista tietoa huonekalupuusepät työssään tarvitsevat ja käyttävät. Pyrimme silloittamaan teorian ja käytännön välistä yhteyttä toisella tavalla kuin yleensä tehdään. Yleensähän teoreettista tietoa käytetään kommentoimaan ja ohjaamaan sitä, miten asiat pitäisi käytännössä tehdä. Toisin sanoen yritetään kertoa, miten käytännön tulisi toimia kytkeytyäkseen paremmin teoriaan. Me asetamme tavoitetta toisinpäin: yritämme ymmärtää, miten käytännössä toimitaan, jotta teoreettista tietoa voitaisiin mukauttaa vastaamaan paremmin käytännön toimintaa.

Lähtökohtaisesti oletamme, että puusepän työtä ei voi tehdä ilman matemaattista osaamista. Huonekalupuuseppien ammatti sijoittuu kiinnostavasti vanhojen perinteisten käsityömenetelmien ja uuden teknologian välimaastoon. Aikaisemmissa ammattibarometreissa ja nykyisessä työvoimabarometrissa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2023) huonekalupuuseppien työ on jo pitkään ollut niiden 10–15 ammatin listalla, joiden harjoittajista Suomessa on ylitarjontaa. He joutuvat siis työnhakijoina kilpailemaan yhä vähenevistä työpaikoista ja yrittäjinä kilpailemaan asiakkaista. Tässä kilpailussa on osaamisessa erottauduttava.

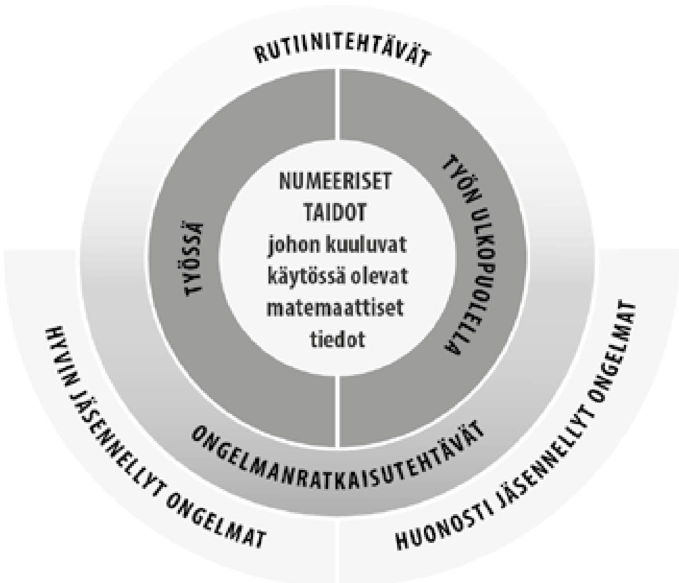
Teoreettinen kehystäminen

Tutkimuksemme asettuu teoreettisesti niin sanotun kansan tai vernakulaarisen matematiikan (Eglash 1997) kehyksiin. Siinä tutkimuksen kohteena on sellainen matematiikka ja matemaattinen tieto, jota joku tietty ja selkeästi matemaattisen professionalismin ulkopuolella oleva (työntekijä)ryhmä työssään ja tietyssä kontekstissa käyttää. Tällaista matematiikka voidaan nimittää myös informaaliksi matematiikaksi (ks. Gerdes 1994). Tutkimuksemme kiinnittyy lähinnä sellaiseen ammatillisen tai työn matematiikan tutkimusperinteeseen, jossa ollaan kiinnostuneita käytetyn tiedon luonteesta sekä käsitteellisen ja kontekstuaalisen tiedon välisestä suhteesta (ks. esim. FitzSimons 2014, FitzSimons & Björklund Boistrup 2017). Tutkimuksemme kontekstina on huonekalupuuseppien työ. Matematiikan ymmärrämme kulttuurisena konstruktiona (ks. Iseke-Barnes 2000; van Oers 2001) ja matemaattisen tiedon joukkona kulttuurisesti muodostuneita sääntöjä, säännönmukaisuuksia, symboleita, parametreja ja välineiden käyttöä. Historiallisesti matematiikka on syntynyt ja kehittynyt juuri käytännön tarpeista, erityisesti tarpeista löytää ratkaisuja ihmisten kohtaamiin ongelmiin. Näin ollen ongelmanratkaisu on olennainen ja luonteva osa matematiikkaa (Liljedahl ym. 2016). Van Oers (2001) kirjoittaa, että matematiikka on myös osallistumista matemaattisiin käytäntöihin (ks. myös Saló i Nevado 2021, 21–25).

Kaikki ihmiset tarvitsevat ja käyttävät numeerisia taitoja selvitäkseen arjessa, sekä työssä että sen ulkopuolella, ja ymmärtääkseen ympäristöään (Evans 2000; Tout 2020). Tätä nimitämme huonekalupuuseppien arjen matematiikaksi ja tarkoitamme sillä tässä niitä numeerisia taitoja ja niihin sisältyvää matemaattista tietoa, joita he ottavat käyttöön erityisesti työtä tehdessään ja työhön liittyviä ongelmia ratkoessaan. Tähän käyttöön ottamiseen liittyy valintoja ja päätöksiä. Yksilön käytössä oleva matemaattinen tieto auttaa häntä tulemaan tietoiseksi siitä, mitä hänen ympärillään tapahtuu, kohtaapa hän sitten ongelmanratkaisutilanteen tai pelkän rutiinitehtävän (Saló i Nevado 2021).

Tarkastelemme tutkimuksessamme numeerisia taitoja yksilön kapasiteettina käyttää matemaattista tietoa erityisesti työssä kohtaamiensa haasteiden ratkaisemiseen ja selvittämiseen (ks. kuvio 1). Numeerisista taidoista käytetään joskus myös nimitystä laskutaito, mutta se mielestämme kapeuttaa käsitteen alaa. Numeeriset taidot (*numeracy*) muodostuvat sekä taidoksi (*skills, competencies*) että tiedoksi (*knowledge*) nimetyistä osatekijöistä. Tout (2020) listaa numeerisiin taitoihin esimerkiksi numeerisen tiedon lukutaidon, sen käsittelemisen ja käyttämisen, erilaisten tilanteeseen soveltuvien tekniikoiden käyttämisen ongelmien ratkaisemiseksi, päätösten tekemisen ja aivan yksinkertaisesti jokapäiväisessä elämässä selviämisen. Kuten edellisistä voi päätellä, numeerisiin taitoihin liittyvä tieto ja taidot ovat kiinteästi yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi tilanteeseen soveltuvien tekniikoiden käyttäminen vaatii matemaattista tietoa "tilanteeseen soveltuvista tekniikoista". "Käyttäminen" vaatii myös taitoja.

Numeeriset taidot mahdollistavat osaltaan ongelmanratkaisun työssä. Nykyään monilla työpaikoilla rutiinitehtävät ja ongelmanratkaisu vuorottelevat tai kietoutuvat luontevasti toisiinsa päivittäisessä toiminnassa (FitzSimons & Björklund Boistrup 2017). Kaikki ongelmanratkaisutilanteet eivät kuitenkaan ole samanlaisia. Jonassen (2000) erottelee hyvin ja huonosti jäsennellyt ongelmat toisistaan. Hyvin jäsennellyt ovat selkeästi määriteltyjä ongelmia, joilla on täsmälliset ratkaisut, kun taas huonosti jäsennellyt ongelmat ovat kontekstisidonnaisia ja avoimia. Ne mahdollistavat monenlaiset ratkaisut ja divergentin ajattelun (Acar & Runco 2012). Työpaikoilla ongelmanratkaisulta ei kuitenkaan jälkimmäisissäkään tapauksissa välttämättä edellytetä innovatiivisuutta, vaan pikemminkin toteuttamiskelpoisuutta ja käytännöllisyyttä.



Kuvio 1. Arjen matematiikka: numeeriset taidot ja käytössä olevat matemaattiset tiedot sekä ongelmanratkaisu

Ongelmanratkaisutilanteissa yksilö voi käyttää numeerisia taitojaan ja myös kehittää matemaattisista tietoaan ja ymmärrystään sen käyttämisestä (van Oers 2001). Matemaattisen tiedon käyttäminen tietyssä tilanteessa jää kuitenkin riippuvaiseksi paitsi yksilön numeerisista taidoista ja työn (tilanteen) matemaattisista vaatimuksista myös hänen sitoutumisestaan tilanteeseen (Duchhardt ym. 2017).

Informaalille matematiikalle ominaista on, että se opitaan ja se välittyy muualla kuin formaalissa koulutuksessa. Huonekalupuusepän työ on vanha käsityöammatti, johon liittyy erilaisia perinteitä ja perinteellisiä, kulttuurisesti muodostuneita tapoja lähestyä työssä kohdattavia ongelmia. Työ on hyvin fyysistä. Huonekalupuuseppä työskentelee puumateriaalin kanssa, ja siinä koko keho mutta erityisesti kädet ja silmät ovat keskeisessä asemassa. Puu on näkyvää, kosketeltavaa, tunnusteltavaa. Matematiikkaa, sen oppimista ja käyttämistä työssä voidaan ymmärtää myös kehollistumisen kautta (Nemirovsky ym. 2004; de Freitas & Sinclair 2013; de Freitas 2016). Ajatus kehollistuneesta matematiikasta on pitkälti lähtöisin George Lakoffilta ja Rafael Nuñezilta, joiden parikymmentä vuotta sitten julkaisemassa teoksessa (Lakoff & Nuñez 2000) pohdittiin sitä, mistä matematiikka tulee ja miten keho muovaa myös matemaattista ajattelua. Tutkimusten mukaan kokoihin liittyvä numeerinen ja kehollistunut kokoihin liittyvä informaatio jättää aivoihin jälkiä ja numeerinen kognitio nojaa kehollistuneisiin matemaattisiin representaatioihin (esim. Krause ym. 2013). Aistinvaraisilla ja motorisilla kokemuksilla on siis merkitystä. Wilsonin (2002) mukaan on varsin paljon tutkimuksellista evidenssiä siitä, että varsinkin päättely ja ongelmanratkaisu nojaavat vahvasti sensomotorisiin ärsykkeisiin. Työssä ja siinä kohdatuissa ongelmanratkaisutilanteissa kehollisuus voi fasilitoida käsitteellistä ymmärrystä (Malafouris 2012; Trninic 2015).

Tutkimustehtävä, aineisto ja analyysi

Tutkimuksemme lähtökohtana on kysymys siitä, millaista matematiikkaa huonekalupuusepät käyttävät työssään. Tarkastelemme ensinnäkin sitä arkipäivän työssä tarvittavaa ja käytettävää matematiikkaa, jonka tutkittavat itse tunnistavat ja nimeävät matematiikaksi. Tämä on matematiikkalähtöinen ongelma, jossa työtä tarkastellaan ”matematiikkalinssien” läpi. Toiseksi kysymme, millaisia ongelmanratkaisua vaativia tilanteita huonekalupuusepät työssään tyypillisesti kohtaavat.

Näillä tilanteilla tarkoitamme sellaisia haasteellisia vaiheita työprosessissa, joihin on löydettävä ratkaisu ja keksittävä toimenpiteet, jotta työ voisi edetä seuraavaan vaiheeseen. Lähtökohtana on itse työ, siinä syntynyt ongelma ja sen ratkaiseminen.

Tutkimuskysymyksiin vastataksemme olemme käyttäneet kahdenlaista aineistoa. Ensinnäkin meillä on etnografisista haastattelu- ja havainnointiaineistoa. Olemme havainnoineet ja haastatelleet työpajoissa neljää työssään menestynyttä suomalaista huonekalupuuseppäyrittäjää, jotka olemme nimenneet tässä pseudonyymein Arto, Masa, Tuomo ja Jaakko. Heillä kaikilla on alan ammatillinen koulutus ja useiden vuosien työkokemus huonekalupuuseppänä. Heidän työkokemuksensa vaihteli reilusta 5 vuodesta lähes 30 vuoteen ja ikä 38 vuodesta 60 vuoteen. Iältään vanhin oli vasta hiljattain saanut huonekalupuusepän ammattiopintonsa valmiiksi. Kaikki työskentelivät pienissä työpajoissa, omissa yrityksissään, olivat innostuneita osallistumaan tutkimukseen ja valmiita jakamaan työpäiviensä arkea tutkijan kanssa. Tämä osuus aineistostamme sisältää huonekalupuuseppien työn – myös videotallennettua – kenttähavainnointia työpajoissa, heidän haastatteluitaan, noin 800 valokuvaa sekä useita kymmeniä haastateltavien tekemiä luonnoksia ja piirustuksia. Havainnointiaineistoa on kaikkiaan noin 160 tuntia. Iso osa siitä on tuotettu varjostamalla (ks. Trouille & Tavory 2019). Tällöin huonekalupuuseppiä pyydettiin myös selittämään, mitä he olivat tekemässä, ja saatoimme esittää käsillä olevaan työhön liittyviä kysymyksiä. Varjostamiseen liittyi kiinteästi sekä kenttämuistiinpanojen tekeminen että tilanteiden tai työvaiheiden videointi. Havainnoiva tutkija oli väistämättä tilanteiden keskellä, sillä huonekalupuuseppien työpajat olivat kooltaan varsin pieniä, ahtaita ja pölyisiäkin. Turvallisuusnäkökohtiin oli kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kysyimme matematiikan tarvitsemisesta ja käyttämisestä tutkittavilta monin tavoin suoraan (*Tarvitsetko työssäsi matematiikkaa? Millaista matematiikkaa mielestäsi selkeästi liittyy normaaliin työpäivääsi? Miten / millaisissa tilanteissa käytät / tarvitset matematiikkaa työssäsi?*). Pyysimme heitä myös kertomaan tavallisista työpäivistään (*Kerro, millainen on tavallinen työpäiväsi. Mistä aloitat, kun aamulla tulet työpajaasi?*). Myöhemmissä haastatteluissa kohdistimme kysymyksemme esimerkiksi tiettyyn työvaiheeseen (*Mitä teet juuri nyt? Voitko näyttää, miten teit tuon? Kerro, mitä teet, kun asiakas ottaa sinuun yhteyttä tilatakseen jonkin tuotteen. Selitä minulle koko prosessin kaikki vaiheet.*).

Toiseksi meillä on oppilaitoskontekstissa hankittua haastatteluaineistoa. Haastattelimme kahta suuressa, ammatillisessa toisen asteen oppilaitoksessa huonekalupuuseppien koulutusohjelmassa opettavaa ammatinopettajaa, joilla molemmilla on puusepän ammattitutkinto. Toisella heistä (Jussi) on 10 vuoden kokemus opetustyöstä ja opettajan pedagogiset opinnot, mutta hän on toiminut myös yrittäjäpuuseppänä yli kaksikymmentä vuotta. Toinen (Väinö) taas oli toiminut opettajana vasta vuoden, eikä hänellä ollut opettajan pedagogisia opintoja, mutta hän oli toiminut kymmenen vuotta ohjaajana oppilaitoksen työsaleilla. Lisäksi haastattelimme juuri ammattioppilaitoksesta puusepäksi valmistunutta Soilea. Tätä haastatteluaineistoa on kaikkiaan noin kuusi tuntia. Tekstiksi litteroituna (Times New Roman, riviväli 1) sitä on 80 sivua.

Jälkimäisiltä haastateltavilta kysyimme myös suoraan: *Millaista matematiikkaa sinun nähdäksesi ammattiin valmistunut puuseppä työssään tarvitsee ja käyttää?* Kysyimme myös, *miten puuseppä toimii siinä tapauksessa, että työssä tarvittava matemaattinen osaaminen ylittää oman osaamisen rajat.* Muita kysymyksiä esitettiin tilannekohtaisesti riippuen siitä, miten keskustelu eteni. Nämä haastattelut olivatkin enemmän kerronnallisia ja keskustelunomaisia tilanteita kuin varsinaisia haastatteluja. Jo avauskysymys sai kaikki tutkittavamme puhumaan asiasta pitkästi, muistelemaan erilaisia työssä kohtaamiaan tapahtumia ja tilanteita ja kertomaan niistä.

Kahdenlainen aineisto tuo kerroksellisuutta. Aineistoja yhdistämällä pyrimme peilaamaan oppilaitos- ja työkonteksteissa tarvittavan ja käytettävän matematiikan suhdetta toisiinsa ja näin lähestymään alussa esille tuotua työpaikoilla tarvittavan ja kouluissa opetettavan osaamisen kohtaamista. Myös etnografisen aineiston huonekalupuusepistä kaksi toimii yrittäjätyönsä ohella opettajana ammattioppilaitoksessa. Haastateltavamme pohtivat kaikki matematiikkaa ensisijaisesti huonekalupuusepän työssä, mutta näkökulma tähän eriytyi jossain määrin haastattelukontekstin mukaan.

Haastatteluaineistot litteroitiin analyysia varten. Haastattelut on litteroitu sanatarkasti. Tekstissä käyttämistämme aineistositaateista on kuitenkin selkeyden vuoksi poistettu toistoja ja täytesanoja (esim. *tota, siis, hmmm).* Vastaavasti olemme samasta syystä lisänneet käyttämiimme aineistolainauksiin hakasulkeissa sanan tai sanoja, joita ei varsinaisessa sitaatissa juuri tuossa kohdin ole mutta josta asiasta sitaatissa puhutaan. Hakasuluissa olevilla kolmella pisteellä [...] olemme merkinneet sitaatista selkeyden ja tiivistämisen vuoksi poisjätettyjä kohtia. Tätä tutkimusta varten erottelimme aineistosta (raakadatasta) sen osan, jonka varassa vastaamme tässä asetettuihin kysymyksiin. Lähtökohtaisesti pyrimme risteyttämään analyysiprosessissa kaikkia erilaisia aineistototyyppejä mahdollisimman hyvien ja oikeutettujen tulkintojen tekemiseksi. Luimme haastatteluaineistoja yhdessä kenttähavaintojen kanssa, teimme ajatuskarttoja, kirjoitimme memoja ja yhteenvetoja sekä yhdistelimme videoklippejä, valokuvia ja piirroksia muuhun aineistoon. Aineistojen yhdisteleminen realisoitui muun muassa valtavana analyysilakanana, jossa teimme erilaisten aineistojen yhdistelyä lattiatasossa työskennellen. Jäsensimme aineistosta teoreettisen ideamme ja tutkimustehtävämme mukaisesti kaksi isoa temaattista kokonaisuutta huonekalupuuseppien arjen matematiikassa: matematiikan käyttämisen arjen rutiineissa ja erilaiset ongelmanratkaisutilanteet. Näitä temaattisia kokonaisuuksia lähdimme sitten lukemaan tarkasti. Koko analyysiprosessin ajan meillä oli myös keskustelu- ja neuvotteluyhteys tutkittaviimme, ja pyrimme siihen, että heillä oli mahdollisuus kommentoida tekemiämme tulkintoja ja meillä mahdollisuus tarkentaa niitä.

Analyysissa lähtökohtamme oli, että matemaattinen tieto on sisällä niissä taidoissa, joita työssä käytetään (ks. kuvio 1). Aineistossamme huonekalupuuseppien matemaattinen tieto tulee havaittavaksi siinä, miten he sanallistavat matematiikkaa ja sen käyttämistä työssään, miten he toimivat työpajoissaan, käyttävät taitojaan ja omaa kehoaan laskutoimitusten tekemisessä, mittaamisessa ja arvioinnissa sekä ongelmien ratkaisemisyrityksissä, miten he käyttävät työkalujaan, ja miten he reflektoivat tekemisiään. Jo määritelmän mukaisesti (ks. Tout 2020) jokaiseen laskutoimitukseen sekä mittaamis- ja arviointioperaatioon sisältyy käyttäjänsä jonkintasoista matemaattista tietoa.

Tulokset

Raportoimme seuraavassa tutkimuksemme tulokset niin, että vastaamme ensimmäiseen tutkimuskysymykseen (Millaista matematiikkaa huonepuukalusepät työssään käyttävät?) otsikoiden *Huonekalupuuseppien matematiikka arjen rutiineissa* ja *Kehollistunut matematiikka* alla. Toiseen tutkimuskysymykseen (Millaisia ongelmanratkaisua vaativia tilanteita he työssään kohtaavat?) vastaamme *Ongelmanratkaisu työssä* -otsikon alla. Kaikki ongelmanratkaisu ei ole matemaattista, mutta osa näistä tilanteista liittyy matematiikkaan. Valitsimme tässä analyysin kohteeksi huonekalupuuseppien työhön liittyvän erityisen, mutta hyvin tyypillisen ongelmanratkaisutilanteen.

Huonekalupuuseppien matematiikka arjen rutiineissa

Jo aineiston alustava analyysi tuki oletustamme matematiikan sisältymisestä huonekalupuuseppien arkipäivän työhön. Aineistomme seitsemästä puusepästä viisi toimi yrittäjinä. Heidän työssään matematiikka voi siis liittyä paitsi itse puusepäntyöhön myös yritys- ja liiketoimintaan. Haastatteluissa kaikki näkivät ja tunnistivat matematiikan työssään. Seuraavassa sitaatissa Arto listasi mahdollista matematiikkaa, jota hän työssään sen eri tilanteissa kohtaa:

> *Totta kai* [tarvitsen matematiikkaa]*! Kun esimerkiksi lasken asiakkaalle tuotteen hintaa, on minun käytettävä yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskua ja laskettava myös prosentteja. Tarvitsen myös murtolukuja, ja kun suunnittelen jotain työtä, on minun käytettävä vähän geometriaa ja trigonometriaa* […] *ja kun käytän kiristystyökaluja, on laskettava painetta* […] *siis lähinnä kertomista* […].

Oppilaitoksessa opettava Väinö pohdiskeli samaan tapaan, että huonekalupuuseppä tarvitsee *perusmatematiikka, ei mitään kauhean monimutkaista.* Väinö käytti esimerkkinä tuolin rakentamista ja siihen eri vaiheissa sisältyvää matematiikka. Jokapäiväisessä työssään kaikki tutkittavamme tunnistivat käyttävänsä jatkuvasti peruslaskutoimituksia eli yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskua. Näitä tarvittiin esimerkiksi, kun sahattiin lautoja, liimattiin, tehtiin liitoksia tai porattiin reikiä. Kiinnostavaa oli, että mittaaminen, joka on puusepän työn aivan oleellinen matemaattinen ulottuvuus ja joka tulee hyvin selvästi näkyväksi observointiaineistossa, esiintyy hiukan heikosti haastatteluaineistossa. Kaikki haastateltavat eivät siis itse oikein tunnista sitä matematiikaksi. Kaikki tutkittavamme väittivät, että varsin yksinkertainen perusmatematiikka riittää jokapäiväisessä työssä pitkälle, ellei synny rutiinista poikkeavia tilanteita. *Mä luulen, että aika perusjutut riittää* […] *vähennyslasku, kerto- ja jakolasku. Ja se todellakin riittää, mutta sit, jos täytyy laskea erilaisia kulmia* […] (Masa). Haastattelijan kysyessä Artolta liitosten tekemisen (keskeinen työvaihe) matematiikasta, Arto vastasi: *Se on todellakin hyvin helppoa matematiikkaa* […] *vähentämistä ja lisäämistä.*

Prosenttilaskua tutkittavamme kertoivat käyttävänsä erityisesti hintojen ja verojen laskemisessa sekä muun muassa laskiessaan erilaisia työn viimeistelyssä tarvittavia ainesosia: *Kun mä työskentelen viimeistelyaineiden kanssa – niinku maalien, lakkojen ja sellaisten kanssa, niin silloin mun on laskettava määriä ja prosenttiosuuksia* (Arto). Aivan samoin kertoivat opettajat oppilaitoskontektissa: *Kun sekotellaan maaleja ja tuommoisia aineita, niin niis on esimerkiksi että 30 prosenttia ohenninta ja 10 prosenttia kovetinta* (Väinö). Tutkijan kysyessä, minkä verran niit*ä* oikeasti lasketaan ja minkä verran tehdään arviopohjalta, haastateltava vakuutti, että ne on kaikki kyllä laskettava, koska niitä *ei voi – tai ainakaan pitäisi voida – tehdä arviopohjalta.* Verrannollisuutta tutkimamme huonekalupuusepät sanoivat tarvitsevansa ja käyttävänsä, esimerkiksi pienentäessään tai suurentaessaan huonekalun osia, piirtäessään näitä kappaleita, tehdessään projektio- ja muita työpiirustuksia tai rakentaessaan minikokoisia prototyyppejä. Verrannollisuuden käyttäminen näkyy myös selvästi observointiaineistossa. Esimerkiksi, kun Masa valmisti pöydän pariksi penkin, oli jalkaparien (pöydässä ja penkissä) oltava suhteessa toisiinsa: penkit jalat olivat mittasuhteiltaan pienemmät kuin pöydän, mutta pöydän tyylin ja harmonian oli säilyttävä myös penkissä.

Taito arvioida esimerkiksi ulottuvuuksia, määriä ja aikoja on yrittäjänä toimiville huonekalupuusepille hyvin tärkeä. Tämä tuli esille aivan jokaisessa haastattelussa. Mittatyönä valmistettu kaapisto on saatava mahtumaan asuntoon sisälle ovesta ja portaikosta, tai tarkasti mittatilaustyönä valmistettu ja lattialla vaakatasossa koottu kirjahylly on saatava pystyasentoon kattoa vaurioittamatta. On osattava arvioida esimerkiksi työn tekemiseen ja materiaalien esikäsittelyihin (muun muassa puun kuivumiseen) tarvittavaa aikaa, käsityönä valmistettavien töiden todellisia hintoja, tarvittavien materiaalien ja ainesosien määriä ja niiden varastointia. Määrien ja tilavuuden arvioimisen tarpeesta alkoi myös opettajana toimivan Väinön käyttämä esimerkki tuolin rakentamisesta. Hyvät arviointitaidot säästävät aikaa, rahaa ja materiaaleja ja suojaavat puuseppiä kohtalokkaiden virheiden tekemiseltä. Arviointi saattaa olla varsin monimutkaista, ja se ylittää puhtaan matemaattisen arvioinnin rajoja. Yrittäjäpuusepän on pidettävä kiinni asiakkaistaan, hankittava uusia ja pohdittava omien tekemistensä mahdollisia seurauksia. Jaakko pohti:

> *Kyllä mun on arvioitava, kuinka paljon mä haluan tästä projektista. Koska, jos mä tajuan, että huonekalu tulee maksamaan niin paljon ettei tuo asiakas tule koskaan, ei ikipäivänä ostamaan sitä, niin* [...] *Mun on arvioitava, onko tää* tärkeää uuden

> [asiakas]*kontaktin aikaansaamiseksi. Ja jos mä saan tään uuden kontaktin, niin voinko mä myöhemmin saada tästä* [tuotteesta] *enemmän ja saada sitten takaisin sitä* [hinnan]*alennusta, joka mä nyt joutuisin tekemään. Tää on yksi ja – todellakin hyvin suuri juttu, koska ne pienet yritykset, jotka tekee uniikkitavaraa* [...].

Huonekalupuusepät piirtävät paljon erilaisia luonnoksia ja työpiirustuksia sekä asiakkailleen että itselleen. Näissä, erityisesti projektiopiirustuksissa tarvitaan geometriaa, joka on muutenkin monella tapaa keskeistä työssä. Huonekalupuusepät laskevat pinta-aloja, halkaisijoita, tilavuuksia ja näiden erilaisia muunnoksia. Meille tutkijoille kiinnostava (kulttuurinen) yksityiskohta oli esimerkiksi se, että puusepät laskevat puun määrän usein desimaalien välttämiseksi täysinä litroina. Oppilaitoksessa opettava Jussi kertoi, että hän puhuu oppilaille siitä, *kuinka monta maitotölkkiä tää palikka on ja mitä se maksaa.* Kulmien mittaamista ja laskemista tarvitaan – ainakin periaatteessa – liitosten suunnittelussa, samoin sahanterien asentamisessa paikoilleen, jotta haluttu kulma saadaan leikatuksi. Jussi toi esille myös tilanteen, jossa rakennetaan kiinteitä mittatilauskaappeja vanhoihin asuntoihin. Niissä joudutaan sekä arvioimaan kulmien suuruutta että mittaamaan tarkasti. Huonekalupuuseppien trigonometrian osaaminen asetti rajansa työn tekemiselle. Yksi puuseppä (Tuomo) osasi käyttää trigonometriaa ja piti sitä osaamiselleen ehdottomana: *Me käytetään trigonometriaa ihan koko ajan. Se on ihan meidän niinku a ja o. Siihen sä joudut ihan koko ajan, trigonometriaan.* Toisen mielestä trigonometriaa ei välttämättä tarvittu ollenkaan. Kun haastattelija kysyi yhdeltä tutkittavista, miten hän ilman trigonometriaa osaa tehdä muita kuin 90 ja 45 asteen kulmia, hän vastasi: *Sitähän voi tehdä yrityksen ja erehdyksen menetelmällä, mutta se voi kyllä – siihen kyllä kuluu paljon materiaalia ja paljon aikaa. Koska sunhan on tehtävä yhden suhde yhteen malli nähdäkses, että se todellakin toimii.* Ongelmien tullen tämä huonekalupuuseppä sanoi turvautuvansa kavereidensa apuun tai alan oppikirjaan. Haastattelun edetessä tutkija(haastattelija) ja puuseppä tarkastelivat yhdessä kyseistä oppikirjaa etsien sieltä sopivaa trigonometrisen funktion kaavaa. Tällöin tuli esille, ettei tutkittavalla ollut varmaa käsitystä siitä, mitä hänen tulisi kirjasta etsiä. Hän myönsi, että trigonometrian parempi osaaminen olisi eduksi: *Jos sä oot työpajassa ja sulla on satoja kappaleita, niin et sä kyllä todellakaan voi tehdä testiasennuksia joka ikiselle kappaleelle eli sun on laskettava ja siitä tulee tosi, tosi isoja ongelmia ellet osaa.* Jopa Jussi, joka haastattelun alussa väitti, ettei matematiikkaa välttämättä tarvita puusepän työssä ollenkaan, myönsi että *trigonometriset funktiot on varsin tärkeitä – sini, cosini, tangentti – ja olen erittäin kiitollinen, että joku matikan opettaja ne pakotti oppimaan ulkoa. Siit on kyllä ollut hyötyä!*

Tuomo pohti haastattelussa sitä, missä kulkee matematiikan tarpeen yläraja:

> *Aika harvoin on – joskus joutuu – meillä oli just joku ellipsijuttu, että me joudutaan toisen tai kolmannen asteen yhtälöihin. Mutta erittäin harvoin, ja sekin on vaan se, että täytyy olla kiinnostunut ottamaan sellasia keikkoja. Että kyllä puusepän työssä trigonometria riittää. Mut, et trigonometriassakin tietysti – se, että miten sitä harrastaa. Et jos halutaan laskee jotain niinku pyramidin, erilaisten niinku pyramidien, jiirikulmia, niin kyllähän siitä saa vaikeen yhtälön. Et kyllähän sä sillon joudut toisen asteen yhtälöihin väkisinkin käsiks. Sillon kun sulla on kaks muuttujaa, niin sä joudut. Mut että on aika vähän sellasia puuseppiä, jotka viitsii vaivata päätään niinku vaikealla matematiikalla. Et sitte mennään kokeilemisen kautta.*

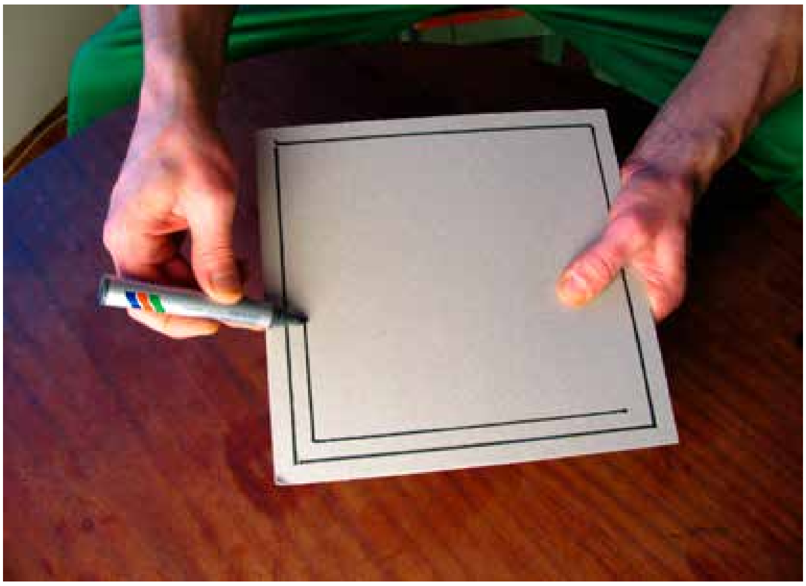
Tutkimamme huonekalupuusepät siis tunnistavat ja käyttävät työssään matematiikkaa, joskin analyysi antaa viitteitä siitä, että työssään hyvin menestynyt puuseppä voi selvitä myös varsin alkeellisella matematiikalla. Samantapaisia havaintoja on tutkimuksissa raportoitu aiemminkin (ks. Milroy 1992; Greiffenhagen & Sharrock 2008). Kysymys on Tuomon sanoin siitä, onko *kiinnostunut ottamaan sellaisia keikkoja*, joista selviäminen vaatii enemmän matemaattista osaamista tai valtavasti riskialtista kokeilemista. Matematiikan käyttämisen ohella tai sen sijasta he siis turvautuvat myös hitaaseen ja resursseja kuluttavaan yrityksen-ja-erehdyksen menetelmään. Vaikka tälle voidaan toisaalta hakea selitystä tutkittavien erilaisesta matematiikan osaamisesta, kysymys on myös siitä, että puun ominaisuudet eivät täysin toimi matematiikan ideaalimaailmassa. Siksi kaikkien on välillä suostuttava kokeilemiseenkin – matematiikasta huolimatta: *Puu on puuta, eikä se aina käyttäydy niin tarkasti* [...] *Jos sä vaan lasket ja sitte jää osien väliin rako, niin et sä voi jättää sitä silleen. Parempaa laatua on se, että osat ovat kiinni toisissaan. Sä voit olla tosi hyvä trigonometriassa, mutta jostain syystä se ei vaan mätsää.* [Trigonometrian osaamista] *tärkeämpää on, että osat ovat kiinni toisissaan.* (Masa)

Kehollistunut matematiikka

Viimeiset opettajapuuseppien haastattelut avasivat silmämme ja korvamme sellaiselle matematiikan käyttämiselle, joka tavalla tai toisella on käyttäjänsä kehossa (de Freitas 2016) mutta johon emme olleet kiinnittäneet riittävää huomiota aiemmilla analyysikierroksilla. Aineistossa puhuttiin esimerkiksi sormen, peukalon ja kämmenen leveydestä. Erityisesti yksi opettajapuusepistä (Jussi) sanallisti kehossa olevaa matematiikkaa monin esimerkein ja kuvaili haastattelussa: *Se* [matematiikka] *on sulla käsissä ja silmissä.* Hän jatkoi pohdintaansa hetken kuluttua: *Ei ne puusepät aina varmaan ole osannu kovin kummoisesti laskea. Ne on silmämääräisesti jakanut vaikka piirongin laatikot niin, että se on kaunis ja sopusuhtainen*. Tällaisen löydöksen innoittamina aloimme paitsi tarkastella etnografista aineistoa uudelleen tästä näkökulmasta, myös täsmensimme informaaliin matematiikkaan liittyviä teoreettisia lähtökohtiamme.

Edellä kuvasimme sellaista matematiikka, jonka huonekalupuusepät itse tunnistivat ja nimesivät matematiikaksi. Kehollistaminen puolestaan sisältää osittain ajatuksen formaalin matematiikan sivuuttamisesta, jopa kieltämisestä. Siinä oma keho ja aistit asettuvat formaalin matematiikan käyttämisen edelle. Huonekalupuusepät kertoivat, että heille on usein merkityksellisempää ja luotettavampaa käyttää omaa kehoaan kuin formaalia matematiikkaa, kun he pyrkivät käsittelemään, ratkaisemaan ja käsitteellistämään erilaisia ongelmanratkaisutilanteita (ks. Wilson 2002) – vaikkapa mukavan tuolin rakentamista. Jussi kertoi, että kouluttaessaan tulevia huonekalupuuseppiä hän kehottaa näitä pohtimaan ja kokeilemaan, *mikä on takapuolen ja tuolin leveys, mikä on peffan ja polven väli, jotta tuoli on mukava istua.* Soile taas oli ollut työharjoittelussa työpajassa, jossa valmistettiin jousiammuntaan tarkoitettuja jousia käsityönä ja kertoi, että jousta (puuta) taivutettaessa jännitettä *ei oikeastaan lasketa*, vaan sitä *kokeillaan ja tunnustellaan,* jolloin oikean jännitteen oppii tuntemaan käsivarsissaan.

Aineistossamme on runsaasti samantapaisia viittauksia joko sensorisiin eli aistinvaraisiin kokemuksiin tai omiin kehon osiin laskemisen tai mittaamisen sijasta, ongelmia ratkaistaessa, joihin myös Trninic (2015, 2) viittaa. Kehonosilla voidaan korvata välineitä ja työkaluja. Kuvassa 1 puuseppä näyttää, miten hän ainoastaan sormiensa (ja kynän) avulla voi piirtää paperin tai esineen reunaviivan kanssa yhdensuuntaisen viivan. Toisen käden sormet – sopivasti asetettuina – pitävät paperin (tai esineen) tiukasti paikoillaan ja toisen käden keskisormen avulla pidetään etäisyys samana kynän kärjen ja paperin (tai esineen) reunan välillä. Kuvassa puuseppä demonstroi tätä paperilla ja tussilla, mutta varsinaisessa työssään puusepät käyttävät tätä menettelyä kaikille tarvittaville pinnoille. Piirtäminen tehdään lyijykynällä, joka ei jätä pysyviä jälkiä materiaaliin. Havainnointiaineistossamme on useita esimerkkejä tällaisen tekniikan käyttämisestä.



Kuva 1. Yhdensuuntaisen reunaviivan piirtäminen

Kiinnostava yksittäinen, kehollisuuteen viittaava havainto aineistossa oli myös puhe ”käsien jatkeista”. Väinö viittasi sillä työntömittaan, joka hänen mukaansa puusepällä on aina taskussaan käden ulottuvilla. Seuraavassa ongelmanratkaisua tarkastelevassa osuudessa kerrotaan, miten Masa käyttää suunnittelemaansa työntökapulaa käden jatkeena.

Ongelmanratkaisu työssä

Aineistoa hankkiessamme havaitsimme, että tutkimiemme huonekalupuuseppien työssä syntyi aika ajoin työvaiheita ja -tilanteita, jolloin he eivät välittömästi tienneet, kuinka toimia, ja joihin heillä ei ollut rutiiniluonteista ratkaisua. Kaikki ongelmanratkaisu ei ole matemaattista, mutta osa näistä tilanteista liittyi selkeästi matematiikkaan. Tällaisista työvaiheista kiinnostavaksi osoittautui tilanne, jossa oli suunniteltava ja valmistettava uusi tarvittava jigi. Jigit ovat itsekonstruoituja apuvälineitä, joita puusepät tarvitsevat työssään jatkuvasti ja joiden suunnitteluun ja valmistamiseen kietoutuu monenlaista matematiikkaa. Jigejä tarvitaan esimerkiksi pitämään koottavan kalusteen jotain osaa tietyssä asennossa paikallaan. Kuvassa 2 näkyy, miten huonekalupuuseppä käyttää kätensä jatkeeksi suunniteltua jigiä (työntökapulaa), jotta voisi turvallisesti yltää sahaamaansa puuhun ja ohjata sitä tarkoituksenmukaisesti. Kuvassa 3 taas puuseppä halkaisee suurta puukappaletta. Jigi pitää puun paikoillaan oikeassa kulmassa ja ohjaa sahausta.

Kuva 2. Laudan halkaiseminen vannesahalla, halkaisuvastetta ja työntökapulaa apuna käyttäen

Kuva 3. Puukappaleen halkaiseminen

Jigejä ei yleensä voi tehdä rutiininomaisesti, koska jokainen uusi jigi suunnitellaan tiettyyn tarkoitukseen ja se vaatii juuri tähän yksilölliseen tarkoitukseen soveltuvan ratkaisun keksimistä ja jigin luomista. Jigin suunnitteleminen ja rakentaminen voidaan nähdä tyypillisenä huonosti jäsenneltynä ongelma (Jonassen 2000). Näitä huonekalupuusepän työn tyypillisiksi ongelmatilanteiksi paikantamiamme tilanteita tutkittavamme kertoivat kohtaavansa jatkuvasti: *Melkein joka projektissa, ainakin yksi* [jigi] – *enemmän kuin yksi* [...] *tämähän on oikeastaan yksi tapa tehdä taidetta* (Masa). Tutkija havainnoi työpajassa, kun Masa rakensi (design)ruokapöytää (ks. tarkemmin Saló i Nevado ym. 2020) ja kirjasi kenttämuistiinpanoihinsa: *Pöytälevy on valmis ja nyt Masan pitäisi asetella pöydänjalat niin, etteivät ne sotkeudu istuinten (jalkojen) kanssa. Jotta hän voisi kiinnittää jalat pöytään, hänen on porattava neljä reikää pöytälevyyn, niin että jalkojen lohenpyrstöliitokset sopivat reikiin ja että pöytälevy on tukevasti paikallaan.* Masan oli siis tehtävä lohenpyrstön muotoinen reikä (x4), jotta hän voisi kiinnittää pöydän jalan (x4). Tämä tarvittava reikä ei siis ollut mikä tahansa aukko. Masa tarvitsi reiän, joka on tietyssä kulmassa ja jonka kaikki matemaattiset parametrit on tarkkaan määritelty. Jotta juuri tällaisen, tarkkaan määritellyn reiän poraaminen onnistui, Masan oli ensin suunniteltava avukseen jigi. Ongelma on hyvin käytännöllinen, mutta matematiikka kietoutuu sen ratkaisemiseen väistämättä. Tämän tilanteen analyysi tuo esille ongelmanratkaisutilanteen kerroksellisuuden.

Ensinnäkin puusepän oli päätettävä ja laskettava aukkojen kaikki ulottuvuudet (syvyys, piiri, leveydet, kulmat), jotka ovat itsessään matemaattisia. Tämä oli tehtävä niin, että ne palvelisivat tarkoitustaan eli jalan kiinnittymistä pöytään ilman liimaa tai ruuveja.

Toiseksi, kun edellä mainitut dimensiot oli päätetty ja laskettu, puusepän oli löydettävä tapa tehdä juuri tuollaiset aukot. Hänen oli siis suunniteltava ja rakennettava jigi, joka tuki jyrsimen niin, että sen terä ohjautui sopivassa kulmassa oikeaan suuntaan (ks. kuva 4). Yllä kuvatut kerrostumat kietoutuvat tiukasti yhteen. Pöytää rakentaessaan Masa tarvitsi kahdeksan erilaista jigiä. Nämä ongelmanratkaisutilanteet olivat siis matemaattisia, koska niihin sisältyi elementtejä, joilla on matemaattisia ominaisuuksia ja vaatimuksia. Ongelmien ratkaisemisessa huonekalupuusepät käyttävät ainakin jotain matemaattista tietoa, joka on osa heidän numeerisia taitojaan (ks. kuvio 1 edellä).

Kuva 4. Jyrsin ja jyrsimen jigi. Reiän jyrsiminen pöytälevyn alapintaan jalan liitosta varten.

Kerroksellisuuden lisäksi identifioimme ongelmanratkaisutilanteista kolme toisistaan erottuvaa vaihetta. Ensimmäinen vaihe oli sellainen, jossa ratkaisua haettiin aikaisemmasta kokemusvarastosta – joko omista tai työkavereiden – ja testattiin vähän modifioitua ratkaisua käytännössä: *Me yritetään löytää* [ratkaisu] *ja muistella vanhoja projekteja, joissa on ollut samantyyppisiä ongelmia ja sitten me laitetaan siihen päälle hiukan ekstraa ja kokeillaan.* Väinö kertoi haastattelussa, että jos hän kohtaa työssä jonkin ongelman, joka ylittää hänen osaamansa matematiikan rajat, hän turvautuu ensimmäiseksi kavereidensa apuun: *Kysytään kaverilta, Whatsappiin kuva 'mikä tää kulma on?'.* Toinen vaihe on "kypsyttelyvaihe", jossa ratkaisu selkiää. Tässä vaiheessa ratkaisuideaa kypsytellään tai ellei sitä vielä ole, niin ratkaisun hakeminen ja sen ajatteleminen voidaan joksikin aikaa myös lopettaa. Tuomo kertoi, miten hän saattoi joskus valvoa kokonaisia öitä pelkästään siksi, että hänestä matemaattisen ratkaisun hakeminen ongelmiin oli niin kiehtovaa. Mikäli ongelma ei näin ratkennut, sen ajatteleminen tietoisesti lopetettiin: *sitten vaan istutaan alas ja juodaan kuppi kahvia.* Ratkaisu ongelmaan saattoi sitten tulla *kuin salama kirkkaalta taivaalta* myös jossain aivan toisessa asiayhteydessä, jossa ongelmaa ei ollenkaan ajateltu. Viimeisenä vaiheena oli toimeenpaneminen: *kun sä olet keksinyt ratkaisun, jäljellä on enää* [toteuttaminen, kuten] *leikkaaminen, hiominen, pinnan viimeistely* ja lopputuloksen toimivuuden ja laadun arvioiminen. Toimeenpaneminen ei kuitenkaan aina ole aivan suoraviivaista, vaan siihenkin voi kietoutua ratkaistavia ongelmia. Edellä kuvaamamme ongelmanratkaisutilanteiden kerroksellisuus näyttäisikin liittyvän erityisesti juuri tähän vaiheeseen.

Pohdintoja

Huonekalupuuseppien arjen matematiikka

Lähdimme tarkastelemaan sellaista huonekalupuuseppien arkipäivän työssään käyttämää ja tarvitsemaa matematiikkaa, jonka he itse tunnistivat ja nimesivät matematiikaksi. Havainnointiaineistomme kuitenkin osoittaa, että tutkittavamme käyttivät muutakin (formaalia) matematiikkaa, vaikka kaikki eivät nimenneet sitä matematiikaksi. Selkein esimerkki tästä on mittaaminen. Koska siinä käytetään mittavälineitä, mittaamisen voi myös ulkopuolinen havainnoitsija nähdä. Tutkittavan päänsisäisiin prosesseihin ja siten esimerkiksi hänen suorittamiinsa mentaalisiin laskutoimituksiin ei havainnoitsijalla ole pääsyä. Voimme kuitenkin sanoa, että kaikkea käyttämäänsä matematiikkaa puusepät eivät tunnista eivätkä nimeä. Tutkijat (esim. Williams & Wake 2007) ovat aiemminkin havainneet, että työntekijöiden ei ole välttämättä helppoa tunnistaa työssä käyttämäänsä matematiikkaa. Toisaalta, jos matematiikkaa ei osata käyttää tai ei tunnisteta sen käyttökelpoisuutta, osaamattomuutta kompensoidaan kokeilemalla, yrityksen-ja-erehdyksen menetelmällä tai turvautumalla kollegoiden apuun. Kuitenkin myös nämä keinot ovat ongelmanratkaisustrategioita, ja siksi ne ovat osa puuseppien numeerisia taitoja ja käytettävissä olevia matemaattisia tietoja.

Kehollistunut matematiikka puolestaan sisältää osittain ajatuksen formaalista matematiikasta irtisanoutumisesta. Sitä voi sanallistaa ja tunnistaa, ja sen käyttämistä voi myös jossain määrin havainnoida. Tämän tutkimuksen keinoin emme kuitenkaan pysty pääsemään käsiksi siihen, millaisia jälkiä aistinvaraiset tai motoriset kokemukset ovat tutkittavien aivoihin jättäneet, emmekä siihen, miten ne heidän numeerista kognitiotaan tukevat, elleivät tutkittavat sanallista tai näytä sitä. Wilson (2002) kuitenkin kiinnittää huomiotamme siihen, että kehollistunut kognitio on merkityksellistä etenkin tehtävärelevanteissa tilanteissa, jollaisia kuvailemamme esimerkit – vaikkapa Jussin ohje ”peffan leveydestä” tuolia rakennettaessa – puuseppien työstä ovat. Niissä työtehtävän tai ongelman kognitiivista kuormaa voidaan siirtää fyysiseen ympäristöön, ja keho voi olla niissä vuorovaikutuksessa fyysisen ympäristön kanssa.

Kehollisuus tai kehollinen tieto on tämänkin tutkimuksen havaintojen perusteella keskeinen osa arjen matematiikkaa. Jotta teoreettinen ymmärryksemme siitä olisi jatkossa paremmin sopusoinnussa käytännön toiminnan kanssa, on ajatus kehollistuneesta matematiikasta pystyttävä sijoittamaan mallinnuksiin arjen matematiikasta (esim. kuvio 1). Tämä vaatii kuitenkin vielä lisää tutkimusta ja uusia aineistoja.

Analyysimme antaa viitteitä siitä, että melko yksinkertainen formaali perusmatematiikka kyllä riittää huonekalupuusepille. Pitkän työuran opettajana ja yrittäjänä tehnyt Jussi totesi haastattelussa: *En mää mitään derivointia oo koskaan tarvinnu.* Tässä mielessä havaintomme tukevat monia aikaisempia tutkimustuloksia työssä käytetyn matematiikan luonteesta (Milroy 1992; Williams & Wake 2007; Saló i Nevado 2021). Arjen rutiineissa puusepät selvisivät hyvin kontekstuaalisella matemaattisella tiedolla. Kontekstuaalisuus korostuu erityisesti siinä, että matematiikalla ei voi korvata puusepän käsityötaitojen eikä puun ominaisuuksien tuntemisen puutteita. Palataan vielä aiemmin esittämäämme Masan toteamukseen: *Puu on puuta, eikä se ole aina käyttäydy niin tarkasti* […] *Jos sä vaan lasket ja sitte jää osien väliin rako, niin et sä voi jättää sitä silleen. Parempaa laatua on se, että osat ovat kiinni toisissaan. Sä voit olla tosi hyvä trigonometriassa, mutta jostain syystä se ei vaan mätsää.* [Trigonometrian osaamista] *tärkeämpää on, että osat ovat kiinni toisissaan.* Puusepät siis tarvitsevat kontekstuaalista, horisontaalista ja informaalia tietämistä (katsomista, koskemista, tunnustelua, kokeilemista). Samanaikaisesti tarvitaan kuitenkin myös edellistä käsitteellisempää, vertikaalia, formaalia tietoa, esimerkiksi trigonometriaa.

Kehollisuus näyttäisi siis havaintojemme ja tulkintamme mukaisesti sijoittuvan lähemmäksi kontekstuaalista, horisontaalista tietämistä, mutta se sisältää tai tarvitsee myös vertikaalisen tietämisen elementtejä (ks. myös edellä esimerkki yhdensuuntaisuudesta). Ainakin se voi joissain tilanteissa auttaa kohti käsitteellisempää ymmärtämistä. Luovissa ongelmanratkaisutilanteissa taas aktivoitui horisontaalisen, kontekstuaalisen ja informaalin tiedon ohella vertikaalinen, formaali matemaattinen tieto. Tutkittavamme myönsivät, että vaikka rutiinitilanteissa pärjää perusmatematiikalla, niin mitä paremmin osaa korkeampaa, formaalia, matematiikka, sen haastavampia töitä voi ottaa vastaan ja sitä tehokkaammin ja taitavammin voi selviytyä monista työvaiheista. Se voi säästää aikaa, rahaa ja materiaaleja. Se näyttäisi myös avaavan mahdollisuuksia tehdä huonekalupuusepän työtä innovatiivisemmin.

Erityisesti ongelmatilanteissa ratkaisujen ja havaittujen prosessien epätäsmällisyys ja joustavuus oli meille tutkijoille yllättävää, kun lähtökohtana oli oma ymmärryksemme matematiikasta eksaktina tieteenä. Formaalin matematiikan osaaminen ei korvaa puuseppien ongelmanratkaisutaitoja, mutta se saattaa vaikuttaa nopeuteen, jolla ratkaisu löydetään tai työ saadaan valmiiksi. Parempaa lopputulosta tai tuotetta se ei kuitenkaan takaa.

Tavoittelemisen arvoinen tieto ja taito

Työelämän ja koulutuksen näkökulmasta kysymys on siitä, mikä lasketaan työntekijän arvokkaaksi tiedoksi, ja erityisesti siitä, mikä tässä yhteydessä on tavoittelemisen arvoista ammatillista matemaattista tietoa ja taitoa. Nykyään tullaan usein korostaneeksi vain tulevaisuuden työelämän arvaamattomuuteen valmistautumista ja uuden oppimista. Samalla sivuutamme helposti sen, että varsinkin käsityöläisammateissa kulttuuriperinnön siirtäminen ja vanhojen työtapojen vaaliminen on merkityksellistä ja arvokasta. Yksi aineistomme opettajapuusepistä puki tätä sanoiksi: *Mä arvostan valtavasti tätä ammatin kulttuuriperintöä ja -perinnettä. Ja sitä mä haluaisin ylläpitää ja jatkaa.* Tutkimamme puusepät edustivat nimenomaan käsityöläisiä, jotka työskentelevät omissa pienissä työpajoissaan. Myös oppilaitoskontekstista aineistoomme valikoituneet puusepät asettuivat lähelle tätä kategoriaa. Tämä mahdollisti meille pääsyn hyvin lähelle huonekalupuuseppien arkipäivän työtä. Sen sijaan tarkastelumme ulkopuolelle jäivät teollisessa tuotannossa työskentelevät kalustepuusepät, mikä luonnollisesti rajoittaa havaintojamme ja tulkintojamme.

Huonekalupuuseppien käyttämä ja tarvitsema matematiikka näyttäytyy tutkimuksemme aineiston valossa hyvin samankaltaisena sekä oppilaitos- että työkontekstissa. Tätä seikkaa olemme pyrkineet avaamaan tulososiossa rinnastamalla eri konteksteissa kerättyjä aineistoja. Kiinnostava ja ajatuksia herättävä havainto aineistossamme kuitenkin oli, että oppilaitoksissa opettavat puusepät eivät olleet selvillä – eivätkä oikeastaan kiinnostuneitakaan – siitä, millaista (formaalia) matematiikkaa puusepäksi opiskeleville ammatillisessa koulutuksessa opetetaan ammattiopintojen ulkopuolella. Jossain määrin tämä havainto konkretisoi alussa esitettyä kohtaamattomuutta oppilaitosmatematiikan ja ammatissa tarvittavan tai käytettävän matematiikan välillä. Ammatinopettajien ja yhteisiä, niin sanottuja teoreettisia, aineita (esimerkiksi matematiikkaa) opettavien välillä näyttäisi olevan ammattioppilaitoksissa eräänlainen kuilu (ks. esim. Pehkonen & Isopahkala-Bouret 2010; Pehkonen 2013), jonka ylittäminen lienee edelleen haasteellista. Horisontaalinen, informaali ja vertikaalinen, formaali tietäminen ovat molemmat tarpeellisia – kumpikaan ei kunnolla riitä yksin – ja ne pitäisi saada luontevasti kohtaamaan myös koulutuksen käytännöissä.

Jotta ammatinharjoittajat kykenisivät tulevaisuudessa kilpailemaan työmarkkinoilla – myös kulttuuriperinnön vaalijoina – toimimaan innovatiivisesti ja kustannustehokkaasti, ratkaisemaan ongelmia, joista emme tällä hetkellä tiedä vielä mitään, ja näkemään, miten matematiikka käsitteineen kietoutuu niiden ratkaisemiseen, pelkkä horisontaalinen, kontekstuaalinen tieto ei riitä (FitzSimons 2014; FitzSimons & Björklund Boistrup 2017; Roswall ym. 2017). Siksi ammatillisen matematiikan opetuksessa olisi nähdäksemme turvattava myös vertikaalinen aspekti. Tutkimusta tulisi kuitenkin tulevaisuudessa vahvasti suunnata kehollisen tiedon merkitykseen ja siihen, miten kehollistunut matematiikka muokkaa mieltämme, tietoamme, ajatteluamme ja toimintaamme työssä ja työhön liittyvässä ongelmanratkaisussa. Tällainen lähestymistapa vaatii tieteiden rajat ylittävää yhteistyötä.

Kirjoittajat

Leila Pehkonen

KT, dosentti, tutkija, Helsingin yliopisto
sähköposti: leila.pehkonen@helsinki.fi

Laia Saló i Nevado

KT, tutkija, Helsingin yliopisto
sähköposti: laia.salo@helsinki.fi

Kirjoittajien kontribuutiot

Aineiston tuottaminen on suunniteltu yhdessä. Etnografinen aineisto on Laia Saló i Nevadon keräämä, haastatteluaineiston ovat Leila Pehkonen ja Laia Saló i Nevado tuottaneet yhdessä. Aineiston analyysi on myös tehty yhdessä. Artikkelitekstin tuottaminen perustuu tasavertaiseen yhteiskirjoittamiseen.

Kiitokset

Kiitämme puuseppä Matti Salmista (Masa) ammattia ja työvaiheita koskevien asiatietojen tarkastamisesta, ajasta ja suuresta avusta aineiston hankinnassa. Ilman hänen myötävaikutustaan, kiinnostustaan ja osallistumistaan tutkimuksemme intensiivinen aineistonhankinta ei olisi ollut mahdollista ja ymmärryksemme olisi jäänyt kapeaksi. Kiitämme Artoa, Jaakkoa, Jussia, Soilea, Tuomoa ja Väinöä, jotka Masan lisäksi olivat valmiita jakamaan ajatuksiaan ja aikaansa.

Kiitämme Eva Tordera Nuñoa kuvion 1 grafiikasta.

Rahoituslähteet ja sidonnaisuudet

Tutkimukselle ei ole myönnetty erillistä rahoitusta.

Kirjallisuus

Acar, S. & Runco, M. A. (2012) Creative abilities: Divergent thinking. Teoksessa M. D. Mumford (toim.) Handbook of organizational creativity. Lontoo: Elsevier, 115–139.

Bednarz, N. & Proulx, J. (2017) Teachers' mathematics as mathematics-at-work. Research in Mathematics Education 19 (1), 42–65. http://doi.org/10.1080/14794802.2017.1287000

Bernstein, B. (1999) Vertical and horizontal discourse: An essay. British Journal of Sociology of Education 20 (2), 157–173. http://doi.org/10.1080/01425699995380

Carnevale, A. P. & Desrochers, D. M. (2003) Preparing students for the knowledge economy: What school counselors need to know. Special issue: career development and the changing workplace. Professional School Counseling 6 (4), 228–236. http://www.jstor.org/stable/42732435 (luettu 16.7.2022)

de Freitas E. (2017) Mathematics education as a matter of the body. Teoksessa M. Peters (toim.) Encyclopedia of educational philosophy and theory. Singapore: Springer, 1424–1429. https://doi.org/10.1007/978-981-287-532-7_522-1

de Freitas, E. & Sinclair, N. (2013) New materialist ontologies in mathematics education: The body in/of mathematics. Educational Studies in Mathematics 83, 453–470. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9465-z

Duchhardt, C., Jordan, A. & Ehmke, T. (2017) Adults' use of mathematics and its influence on mathematical competence. International Journal of Science and Mathematics Education 15 (1), 155–174. http://doi.org/10.1007/s10763-015-9670-1

Eglash, R. (1977) When math worlds collide: Intention and invention in ethnomathematics. Science, Technology and Human Values 22 (1), 79–97.

Elonen, I., Salminen, L., Brasaitė-Abromė, I., Fuster, P., Kukkonen, P., Kilpi-Leino, H., Löyttyniemi, P., Noonan, B., Stubner, J., Svavarsdóttir, M., Thorsteinsson, H. & Koskinen, S. (2021) Medication calculation skills of graduating nursing students within European context. Journal of Clinical Nursing 31 (5–6), 548–558 https://doi.org/10.1111/jocn.15908

Evans, J. (2000) Adults' mathematical thinking and emotions. Lontoo: Routledge. http://doi.org/10.4324/9780203185896

FitzSimons, G. E. (2005) Numeracy and Australian workplaces: Findings and implications. Australian Senior Mathematics Journal 19 (2), 27–39.

FitzSimons, G. E. (2014) Commentary on vocational mathematics education: Where mathematics education confronts the realities of people's work. Educational Studies in Mathematics 86 (2), 291–305. https://doi.org/10.1007/s10649-014-9556-0

FitzSimons, G. E. & Björklund Boistrup, L. B. (2017) In the workplace mathematics does not announce itself: Towards overcoming the hiatus between mathematics education and work. Educational Studies in Mathematics 95 (3), 329–349. http://doi.org/10.1007/s10649-017-9752-9

Gainsburg, J. (2006) The mathematical modeling of structural engineers. Mathematical Thinking and Learning 8 (1), 3–36. http://doi.org/10.1207/s15327833mtl0801_2

Gerdes, P. (1994) Reflections on ethnomathematics. For the Learning of Mathematics 14 (2), 19–22.

Grandell-Niemi, H., Hupli, M., Puukka, P. & Leino-Kilpi, H. (2006) Finnish nurses' and nursing students' mathematical skills. Nurse Education Today 26 (2), 151–161. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2005.08.007

Greiffenhagen, C. & Sharrock, W. (2008) School mathematics and its everyday other? Revisiting Lave's "Cognition in Practice". Educational Studies in Mathematics 69, 1–21. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9115-7

Halliday, J. (2000) Critical thinking and the academic vocational divide. The Curriculum Journal 11 (2), 159–175. https://doi.org/10.1080/09585170050045182

Hoyles, C., Noss, R., Kent, P. & Bakker, A. (2010) Improving mathematics at work: The need for techno-mathematical literacies. Improving Learning Series. Lontoo: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203854655

Huhtala, S. (2000) Lähihoitajaopiskelijan oma matematiikka. Tutkimuksia 219. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos.

Iseke-Barnes, J. (2000) Ethnomathematics and language in decolonizing mathematics. Race, Gender & Class 7 (3), 133–149. https://www.proquest.com/scholarly-journals/ethnomathematics-language-decolonizing/docview/218856610/se-2 (luettu 16.7.2022)

Jonassen, D. H. (2000) Toward a design theory of problem solving. Educational Technology Research and Development 48, 63–85. https://doi.org/10.1007/BF02300500

Korp, H. (2012) 'I think I would have learnt more if they had tried to teach us more' – performativity, learning and identities in a Swedish transport programme. Ethnography and education 7 (1), 77–92. https://doi.org/10.1080/17457823.2012.661589

Krause, F., Bekkering, H. & Lindeman, O. (2013) A feeling for numbers: Shared metric for symbolic and tactile numerosities. Frontiers in Psychology 4. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00007

LaCroix, L. (2014) Learning to see pipes mathematically: Preapprentices' mathematical activity in pipe trades training. Educational Studies in Mathematics 86 (2), 157–176. https://doi.org/10.1007/s10649-014-9534-6

Lakoff, G. & Nuñez, R. (2000) Where mathematics come from: How the embodied mind brings mathematics into being. New York: Basic Books.

Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U. & Bruder, R. (2016) Problem solving in mathematics education. Teoksessa Problem solving in mathematics education. Springer, Cham, 1–39. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40730-2_1

Malafouris, L. (2012) Prosthetic gestures: How the tool shapes the mind. Behavioral and Brain Sciences 35 (4), 230–231. http://doi.org/10.1017/S0140525X11001919

Milroy, W. L. (1992) An ethnographic study of the mathematical ideas of a group of carpenters. Journal for Research in Mathematics Education, Monograph, 5, 1–201. https://doi.org/10.2307/749904

Nemirovsky, R., Borba, M., Dimattia, C., Arzarello, F., Robutti, O., Schnepp, M., Chazan, D., Rasmussen, C., Olszewski, J., Dost, K., Johnson J. L., Borba, M. C. & Scheffer, N. F. (2004) PME special issue: Bodily activity and imagination in mathematics learning. Educational Studies in Mathematics 57, 303–321. https://doi.org/10.1007/s10649-004-5933-4

Noss, R., Hoyles, C. & Pozzi, S. (2002) Abstraction in expertise: A study of nurses' conceptions of concentration. Journal for Research in Mathematics Education 33 (3), 204–229. https://doi.org/10.2307/749725

Opetushallitus (2022) Tutkintojen perusteet. https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet (luettu 16.7.2022)

Pehkonen, L. (2013) Saako työntekijäkansalaista sivistää? Teoksessa K. Brunila, K. Hakala, E. Lahelma & A. Teittinen (toim.) Ammatillinen koulutus ja yhteiskunnalliset eronteot. Helsinki: Gaudeamus, 31–46.

Pehkonen, L. & Isopahkala-Bouret, U. (2010) Yhteisten opintojen opettajien rooli ja toimijuus ammatillisessa oppilaitoksessa. Ammattikasvatuksen aikakauskirja 12 (2), 38–54.

Roswall, P-Å., Hjelmér, C. & Lappalainen, S. (2017) Staying in the comfort zones – Low expectations in vocational education and training mathematics teaching in Sweden and Finland. European Educational Research Journal 16 (4), 425–439. https://doi.org/10.1177/1474904116669154

Saló i Nevado, L. (2021) Problem solving and use of mathematics at work: Hanging around farmers and cabinetmakers. Helsinki studies in education 107. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Saló i Nevado, L., Pehkonen, L. & Salminen, M. (2020) Workplace problem solving within the design process: The story of Pekki table. Techne Series A 27 (1), 36–51.

Tall, D. (2013) How humans learn to think mathematically: Exploring the three worlds of mathematics. Cambridge: Cambridge university press. http://doi.org/10.1017/CBO9781139565202

Tout, D. (2020) Evolution of adult numeracy from quantitative literacy to numeracy: Lessons learned from international assessments. International Review of Education 66, 183–209. https://doi.org/10.1007/s11159-020-09831-4

Trninic, D. (2015) Body of knowledge: Practicing mathematics in instrumented fields of promoted action. University of California, Berkeley. https://escholarship.org/uc/item/6kx3w5wp (luettu 17.12.2021)

Trouille, D. & Tavory, I. (2019) Shadowing: Warrants for intersituational variation in ethnography. Sociological Methods & Research 48 (3), 534–560. https://doi.org./10.1177/0049124115626171

Työ- ja elinkeinoministeriö (2023) Työvoimabarometri. https://tyovoimabarometri.fi/ammatti?ammatti=5b82250c-c12c-4840-a37e-b4da653ac7a3 (luettu 5.6.2024)

van Oers, B. (2001) Educational forms of initiation in mathematical culture. Educational Studies in Mathematics 46 (1), 59–85. http://doi.org/10.1023/A:1014031507535

Wake, G. (2015) Preparing for workplace numeracy: A modelling perspective. ZDM 47 (4), 675–689. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0704-5

Williams, J. & Wake, G. (2007) Black boxes in workplace mathematics. Educational Studies in Mathematics 64, 317–343. https://doi.org/10.1007/s10649-006-9039-z

Wilson, M. (2002) Six views of embodied cognition. Psychonomic Bulletin & Reviews 9 (4), 625–636. https://doi.org/10.3758/BF03196322

Zevenbergen, R. & Zevenbergen, K. (2004) Numeracy practices of young workers. Teoksessa M. Johnsen Høines & A. Berit Fuglestad (toim.) Proceedings of the 28th Conference of the international group for the psychology of mathematics education, vol 4. Bergen University College, 505–512.

Zevenbergen, R. & Zevenbergen, K. (2009) The numeracies of boatbuilding: New numeracies shaped by workplace technologies. International Journal of Science and Mathematics Education 7 (1), 183–206. https://doi.org/10.1007/s10763-007-9104-9

Leila Pehkonen & Laia Saló i Nevado

What kind of mathematics do cabinetmakers need and use in their everyday work?

In this study, we ask what kind of mathematics cabinetmakers need and use in their everyday work. Theoretically, vernacular (or folk) mathematics frames our study. Vernacular mathematics focuses on the mathematics used by groups outside mathematical professionalism. First, we explore the use of mathematics that the cabinetmakers identify and label as mathematics in their everyday work. Second, we explore the problem-solving situations they face. Mathematical knowledge as part of numeracy is a central concept in our study. Problem-solving situations can be either well-structured, requiring exact and unambiguous solutions, or ill-structured, enabling various solutions. Our informants are seven Finnish cabinetmakers. We use ethnographic (observations, interviews, photos, videos, etc.) and pure interview data to answer the research questions. Our findings suggest that in everyday work, the cabinetmakers manage with contextual and elementary mathematical knowledge, part of which is embodied. The problem-solving situations stimulate more conceptual and general mathematical knowledge.

Keywords: vocational mathematics, embodied mathematics, numeracy, problem solving, cabinetmaker