

Lukijalle .....	1
1. Tutkimuksen lähtökohdista .....	1
1.1. Paradigmapohdintaa .....	1
1.2. Tasa-arvo ja matematiikka .....	4
1.3. Sukupuolesta .....	5
1.4. Tutkimusongelmat .....	9
2. Tutkimustuloksia sukupuolten välisistä eroista matematiikassa .....	10
2.2. Osaaminen tehtävätyyppien mukaan .....	11
2.3. Erot matematiikan valinnoissa .....	12
2.4. Asenteista ja uskomuksista .....	14
3. Mistä sukupuolierot syntyvät? .....	16
3.1. Biologisia selityksiä .....	16
3.1.1. Avaruudellisen hahmottamisen kyvyt (aivot) .....	16
3.1.2. Aivo-organisaatio ja avaruudellisen hahmottamisen kyvyt .....	18
3.1.3. Aivo-organisaatio ja sukupuolierot muissa kognitiivisissa kyvyissä .....	19
3.1.4. Aivo-organisaatio vai ajattelun strategiat .....	20
3.1.5. Lisää todisteita .....	20
3.1.6. Hormonierot .....	21
3.1.7. Biologisen hypoteesin selitysvoima .....	21
3.2. Ympäristövaikutuksia .....	22
3.2.1. Poikien ja tyttöjen erilainen kohtelu .....	23
3.2.2. Opittu avuttomuus .....	23
3.2.3. Sukupuolistereotyyppien ohjaava vaikutus .....	24
3.2.4. Matematiikka tyttökulttuurissa .....	27
3.2.5. Vastuurationalisuus .....	29
3.3. Aktiivisen tasa-arvo-otteen puuttuminen .....	30
3.3.1. Erilaiset sukupuolet .....	31
3.3.2. Opetustyylin vaikutus .....	31
3.3.3. Opettaja ei tartu ongelmiin .....	32
3.4. Tutkimustulosten harha .....	34
3.5. Yhteenvedo biologisista ja ympäristöllisistä selitysmalleista .....	34
4. Toimenpiteistä, joilla ongelmaa on lähestytty .....	36
4.1. Erillisopetus .....	36
4.2. Opetusmenetelmien uudistukset .....	38
4.3. Järjestelmätason uudistukset .....	39
4.4. Ehdotuksia opetuksen uudistamiseksi .....	40
5. Tulosten yhteenvedo .....	43
Lähteet .....	45

## Lukijalle

Tämä kirjanen koostuu neljästä osasta. Aluksi esittelen omia lähtökohtiani, jotka ovat ohjanneet työskentelyäni, sekä määrittelen tasa-arvon ja sukupuolen käsitteet. Kirjan toiseen osaan olen kerännyt löytämäni tulokset sukupuolten välisistä eroista matematiikan osaamisessa sekä siihen liittyvissä asenteissa. Kolmannessa osassa etsitään selityksiä havaittaville eroille. Viimeinen osa keskittyy toimenpiteisiin, joilla tilannetta on pyritty muuttamaan. Siinä esitetään myös niistä saatuja kokemuksia sekä pohditaan, mitä jatkossa voisi tehdä.

Kirjan tekemisen motiivina on ollut halu vaikuttaa vallitsevaan tilanteeseen. Nähdäkseni sukupuolten tasa-arvoista suhdetta matematiikkaan vaikeuttaa kaksi eri uskomusta. Ensimmäinen uskomus on, että tytöt ovat huonompia oppimaan matematiikkaa kuin pojat. Tälle ei ole näyttöä ja kuitenkin osa oppilaista, vanhemmista ja jopa opettajista uskoo tähän niin helposti itsensä toteuttavaan ennustukseen. Toinen vaarallinen uskomus on, että pojat ja tytöt ovat samanlaisia. Silloin usein toimitaan poikien ehdoilla ja unohdetaan tyttöjen erikoispiirteet. Vaikka uskoisimmekin, että kaikki lapset syntyvät samanlaisina, muovaavat tyttöjen ja poikien erilaiset elämäkokemukset heistä koulun alkuun mennessä erilaisia.

Tyttöjen suhteessa matematiikkaan on paljon samanlaista kuin tyttöjen suhteessa tekniikkaan ja (eksakteihin) luonnontieteisiin. Vaikka suuri osa matematiikan opettajista opettaa myös fysiikkaa, kemiaa tai tietotekniikkaa, jätän nämä aineet tämän kirjan ulkopuolelle. Sukupuolierojen selitysmallit soveltuvat pääosin myös näihin aineisiin.

## 1. Tutkimuksen lähtökohdista

### 1.1. Paradigmapohdintaa

Olen kolutukseltani matematiikan opettaja ja olen tutustunut sekä matematiikan, että kasvatuksen tutkimukseen. Mielestäni alat ovat luonteeltaan niin erilaisia, että ne vaativat tyystin erilaiset lähestymistavat. Kasvatustieteessä en usko objektiiviseen tutkimukseen<sup>1</sup>. Tutkimuksella on aina tekijänsä, ja tutkimus on tutkijan subjektiivinen havainto tutkimuskohteestaan. Aina objektiivisuuteen ei edes kannata pyrkiä. Elävästi kerrottu subjektiivinen kokemus kertoo usein todellisuudesta sellaista, minkä tavoittaminen objektiivisuuteen pyrkien on mahdotonta. Tieteellinen tieto ei kuitenkaan ole vain

---

<sup>1</sup>Käsitykseni tieteellisen tiedon luonteesta vastaa ainakin pinnallisoin puolin Peircen totuusteoriaa (Niiniluoto 1987, 46).

kokoelma subjektiivisia kokemuksia, vaan tiedeyhteisön keskustelun kautta subjektiivisista havainnoista voidaan jalostaa "elinkelpoinen tieto". Tiedeyhteisön tuottama tieto ei ole objektiivista, vaan keskustelijoidensa konsensus, eikä sen ja todellisuuden välisestä vastaavuudesta ole varmuutta. Keskustelussa, myös tiedeyhteisön keskustelussa on tärkeää tuntee keskustelukumppaninsa välttääkseen väärinkäsitykset. Tässä luvussa tuon esille omat lähtökohtani tutkijana, ne arvot ja ennakkokäsitykset, jotka ovat työtäni ohjanneet.

Tämä kirjanen perustuu pääosin toisten tutkijoiden julkaisuihin, ja voidaan kysyä, miten minun asenteeni ja ennakkokäsitykseni olisivat voineet vaikuttaa kirjan sisältöön. Olen tehnyt valintoja sen suhteen, mitä asioita olen sisällyttänyt kirjaan ja millä painotuksilla. Tietoisesti olen etsinyt tasapainoa kattavuuden ja luettavuuden välillä, mutta valinnoissa heijastuvat myös asenteeni. Kun tutkijoilla on toisistaan poikkeavia käsityksiä, näkyy niiden käsittelyssä myös oma käsitykseni asiasta. Olen päättänyt miten suuren tilan eri näkemyksille annan ja missä sävyssä ne esitän. Lisäksi tässä kirjassa esitellään myös omia havaintojani: numeerisesta aineistosta johdettua tietoa, jonka merkityksen olen itse arvioinut, siitä tekemiäni johtopäätöksiä ja tulkintoja. Ja tutkimusaiheen valinta on ollut ehdottomasti subjektiivinen ratkaisu.

Tässä luvussa pyrin esittelemään itseni tutkijana. Tutkimusaiheekseni olen valinnut tyttöjen ja poikien erot matematiikan oppimisessa ja siihen liittyvissä asenteissa. Aihe syntyi havainnosta, että tytöt valitsevat lukiossa laajaa matematiikkaa vähemmän kuin pojat. Alunperin aihe kiinnosti minua kahdesta syystä. Ensinnäkin suomalaisen koulutusjärjestelmän yksi ongelma on pula lukion laajan matematiikan suorittajista. Luonnontieteellisten ja teknisten alojen opiskelupaikkoja on enemmän kuin hyviä hakijoita ja työllisyys aloilla on hyvä. Toiseksi tässä on kysymys tasa-arvosta. Laajan matematiikan opiskelu antaa paremmat jatko-opiskelu- ja uramahdollisuudet, joten on syytä selvittää tekijät, jotka ohjaavat naiset pois tältä väylältä. Työn aikana nousi esille vielä kolmas syy tutkimukselle – naisnäkökulmalla on uskoakseni annettavaa matematiikalle tieteenä.

Tutkimuksen alkuvaiheessa uskoin matematiikkaan liittyvien sukupuolierojen johtuvan yksinomaan psykologisista ja sosiaalisista ympäristötekijöistä – kasvatuksesta. Päätin kuitenkin käydä läpi biologiset selitysmallit ja niiden perusteet tavoitteenani niiden kumoaminen. Työn kuluessa käsitykseni muuttui jonkin verran. En enää usko, että sukupuolten samanlaisuus olisi 'luonnollinen' tila, tai että tasa-arvo saavutetaan kunhan esteet poistetaan sen tieltä. Tytöt ja pojat syntyvät erilaisina, mutta erojen merkitys syntyy siitä, miten ympäristö niihin suhtautuu. Yllätyksekseni havaitsin, että joitakin havaintoja ei pysty mielekkäästi selittämään muuten kuin biologisilla tekijöillä. Olen siis joutunut

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

hieman lieventämään kantaani, mutta edelleenkin uskon psykososiaalisten selitysten olevan biologisia tärkeämpiä.

Mainitsin jo tasa-arvon. Voitaisiinko minut luokitella feministitutkijaksi?

Feministiselle tutkimukselle ei ole yhtä vakiintunutta määritelmää, mutta niistä useissa käytetään seuraavia kuutta peruskriteeriä:<sup>2</sup>

- \* Feministinen tutkimus tiedostaa epäoikeudenmukaisuuden, josta naiset kärsivät sukupuolensa vuoksi
- \* Tutkimuksen päämäärä on parantaa naisten elämää
- \* Feministinen tutkimus liittää naiseuden ja sukupuolen keskeisinä kaikkiin elämäntilanteisiin
- \* Feministinen tutkimus asettaa kaiken tiedon ja tekniikat epäilyksenalaiseksi ja uudelleenarvioi ja korjaa niitä.
- \* Naisen kokemus patriarkalisessa yhteiskunnassa on tutkimuksen lähtökohta. Henkilökohtainen on poliittista ja todellista.
- \* Tutkija pyrkii samaan tilaan tutkimuksensa kohteen kanssa eikä ota etäisyyttä ja pyri hallitsemaan sitä.

Tämä kirjallisuuskatsaus täyttää ainakin kolme ensimmäistä kriteeriä. Tekstissä tuodaan useissa kohdin esiin tyttöjen alisteinen asema matematiikan opetuksessa ja tämän työn päämäärä on parantaa tyttöjen asemaa matematiikan oppijoina. Myös neljäs ja kuudes kriteeri ovat ihanteita, joihin tutkijana pyrin, mutta tässä kirjallisuuteen perustuvassa työssä niiden toteuttaminen on hyvin hankalaa. Viides kriteeri oikeastaan rajaa kategorisesti miehet feministisen tutkimuksen ulkopuolelle sekä tutkijana että tutkimuskohteena. Voidaanko tätä kirjaa pitää feministisenä tutkimuksena tai minua feministitutkijana riippuu siitä mitä kriteerejä käytetään ja miten tiukoiksi kriteerit kukin haluaa määritellä. Itse pidän tutkimusotettani ja tätä kirjasta feministisenä. Minkälaisesta feminismistä silloin on kyse?

Eisenstein(1984)<sup>3</sup> erottelee länsimaisessa feminismissä kolme pääsuuntaa seuraavasti:

Radikaalifeminismi: Naisen alistaminen on vanhin ja perustavinta laatua oleva hyväksikäytön muoto, joka edeltää ja on osana kaikkia muita

---

<sup>2</sup>Ackerin (1994) yhteenveto aiheesta käydystä keskustelusta. Acker suhtautuu feministitutkimuksen määrittelyyn hyvin kriittisesti. Hänen mielestään vakiintuneet määritelmät estävät kaikille tieteenaloille luonnostaan kuuluvan kehittymisen ja määritelmät toimivat vain tieteen portinvartijoiden apuvälineinä.

<sup>3</sup>Ackerin (1994) mukaan

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

(esimerkiksi rotuun tai sosiaaliluokkaan perustuvia) alistamisen muotoja.

**Sosialistinen feminismi:** Sukupuoleen, rotuun ja sosiaaliluokkaan perustuvat alistamisen muodot ovat monimutkaisessa vuorovaikutuksessa. Alistaminen johtuu kapitalismista, jonka kukistaminen on naisen vapauttamisen edellytys.

**Liberaalifeminismi:** Naisen täydellinen vapautuminen on mahdollista ilman merkittäviä taloudellisen tai poliittisen järjestelmän muutoksia.

Näistä määritelmistä minulle läheisimmältä tuntuu sosialistinen feminismi, mutta se poikkeaa kuitenkin niin merkittävästi omasta näkemyksestäni, että haluan määritellä sen uudelleen, vaikkapa reformifeminismiksi. Uskon vakaasti, että sukupuoli ja muut kulttuurisen alistamisen muodot ovat kiinteässä vuorovaikutuksessa ja että naisen vapauttaminen vaatii kulttuurireformia. En usko kapitalismiin ainoana alistamisen syynä enkä ole vakuuttunut, että se tulisi kukistaa. En myöskään usko, että kaikkia alistamisen muotoja tavoitettaisiin yhteiskunnallisilla reformeilla, vaan muutokset tulee viedä myös yksilötasolle, kulttuurireformiksi. Minua viehättää myös eräiden radikaalifeministien esittämä naiseuden ylpeä ylistys, vaikka itse en olekaan valmis liittämään kasvatusta, yhteistyökykyä ja rauhantahtoa biologiseen naiseuteen. Ne ovat mielestäni sosiaalisen sukupuolen, feminiinisuuden piirteitä. Niihin ei ole naisilla yksinoikeutta, eivätkä edes kaikki naiset niitä toteuta.

## **1.2. Tasa-arvo ja matematiikka**

Sukupuolten tasa-arvon edistäminen on peruskoululle sekä koululainsäädännössä, että tasa-arvolaisissa asetettu tavoite. Mitä tasa-arvon edistämällä sitten tarkoitetaan? Ainakin koulutustarjonnan tulee olla muodollisesti sama tytöille ja pojille, ja koulutuksen aikana tyttöjä ja poikia tulee kohdella tasa-arvoisesti. Se ei kuitenkaan riitä, vaan tavoitteena on, että "Tytöille ja pojille annetaan tiedolliset, taidolliset ja asenteelliset valmiudet toimimiseen yhtäläisin oikeuksin ja velvollisuuksin perhe-elämässä, työelämässä ja yhteiskuntaelämässä" (Komiteanmietintö, 1988; tiivistelmä). Tasa-arvon tukeminen merkitsee lisäksi naisen ja miehen tehtäviä ja ominaisuuksia koskevien stereotyyppisten käsitysten purkamista opetuksen ja kasvatuksen kautta. Se edellyttää myös tietojen lisäämistä naisten ja miesten elämästä sekä sukupuolten välisestä suhteesta

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

yhteiskunnassamme. Peruskoulun vastuu kohdistuu siis tältäkin osin tulevaisuuden yhteiskuntaan (Komiteanmietintö, 1988).<sup>4</sup>

Yleviä periaatteita, mutta mikä yhteys niillä on matematiikan opetukseen? Matematiikan universaalit lait koskevat kaikkia sukupuoleen ja säätyyn katsomatta ja opetus on kaikille samaa. Kuitenkin lukion matematiikan kurssivalinnat ohjaavat miehet ja naiset toisistaan poikkeaville opinto- ja ammattiurille. Laajat matematiikan opinnot takaavat helpomman pääsyn jatkokoulutukseen ja paremman aseman työelämässä. Samaan aikaan kun yleisen matematiikan kirjoittaneet laudatur-ylioppilaat kilvoittelevat pääsystä jatkokoulutukseen, kilpailevat tekniset korkeakoulut ja luonnontieteelliset tiedekunnat laajan matematiikan hyvin kirjoittaneista ylioppilaista. Willisin (1996b) mukaan matematiikka voidaankin nähdä kulttuurissamme voimana, jonka tehtävä on uusintaa sukupuolten välinen työnjako.

### 1.3. Sukupuolesta

Arkikielessä sukupuolen käsitettä pidetään ongelmattomana, mies on mies ja nainen on nainen. Arkikielen käsitys perustuu biologiseen sukupuoleen joka määrittellään sukuelinten ja kromosomiston avulla. Biologinen sukupuoli määrittää kaksi erillistä joukkoa: naiset ja miehet. Jokainen ihminen oppii varhaislapsuudessa kumpaan joukkoon kuuluu, eikä joukkoa yleensä vaihdeta. Sukupuoleen liittyvät fysiologiset poikkeamat (hermafrodiitit, miehen kromosomit ja naisen ulkonäkö) sekä minäkuvan ja biologisen sukupuolen ristiriitatilanteet (transseksuaalit) haastavat arkikielen sukupuolikäsitteen mutta niitä pidetään poikkeuksina, joilla ei ole yleistä merkitystä.<sup>5</sup>

Biologisen sukupuolen lisäksi yhteiskunta on historiallisen kehityksensä kautta määritellyt myyttisen Naisen ja Miehen sekä näihin liittyviä naisen ja miehen tunnuspiirteitä. Voidaan puhua myös naisen ja miehen stereotyyppioista. Fysiologisten piirteiden lisäksi sukupuolta voivat määrittää myös käytös, pukeutuminen ja yhteiskunnallinen asema. Näistä tunnuspiirteistä esimerkiksi naisten lastenhoitovastuu ja miesten valta-asema ovat miltei universaaleja. Toisaalta esimerkiksi pukeutumiskoodisto on hyvin kulttuurisidonnainen. Alakulttuurissa sukupuolimallit voivat poiketa valtakulttuurista huomattavasti.

---

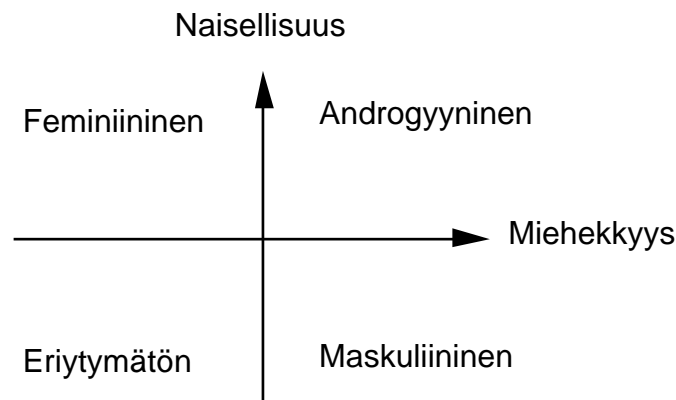
<sup>4</sup>Myös Lampela & Lahelma (1996), 225

<sup>5</sup>Tieteen käsitteiden määrittelyssä niillä sen sijaan on ollut merkitystä. Ruotsalainen (1995) on selvittänyt sukupuolen määrittelyn siirtymistä biologisista teorioista psykologisia tekijöitä painottavaan suuntaan. Hän tuo esille, miten hermafrodiittitutkimus päätyi jo 1950-luvulla irrottamaan sukupuolen (ainakin näissä erikoistapauksissa) biologisesta alkuperästä: "...seksuaalisella käyttäytymisellä ja orientaatiolla mieheksi tai naiseksi ei ole synnynnäistä vietillistä perustaa", Hampson, Hampson & Money (1955), 308, Ruotsalaisen (1995) mukaan.

Kulttuurissa miestä ja naista verrataan Mieheen ja Naiseen. Ihminen voi olla sukupuolesta riippumatta miehekäs (maskuliininen) tai naisellinen (feminiininen). Tällä tavalla määriteltyä maskuliinisuutta tai feminiinisyttä kutsutaan sosiaalisesti sukupuoleksi. Biologinen määritelmä jakoi ihmiset kahteen erilliseen joukkoon, sosiaalinen sukupuoli on ominaisuus, jonka aste vaihtelee. On feminiinisiä ja vähemmän feminiinisiä naisia sen mukaan miten paljon he muistuttavat kulttuurinsa Naista.

Myös miesten feminiinisyttä voidaan arvioida, jolloin saadaan jatkumo, jonka toisessa päässä ovat naiselliset naiset, toisessa miehekkäät miehet ja keskivaiheilla naisten ja miesten joukot limittyvät. Usein miehekkyyden ja naisellisuuden mielletään tällä tavoin vastakkaisina, mutta niitä voi myös käsitellä erillisinä, riippumattomina muuttujina (Kuva 1).

Miehekkyyden ja naisellisuuden perusteella voidaan määrittellä neljä sukupuoliroolia: miehekäs maskuliininen, naisellinen feminiininen, androgyyninen, johon kuuluu voimakkaasti sekä naisellisuutta että miehekkyyttä sekä eriytymätön, johon ei kuulu sen paremmin miehekkyyttä kuin naisellisuuttakaan. (Bem, 1993)



Kuva 1. Sukupuoliroolien nelikenttä.

<b>n</b>	<b>o</b>
<i>lyhyet hiukset</i>	<i>pitkät hiukset</i>
<i>parta</i>	<i>punaiset huulet</i>
<i>paksu niska</i>	<i>siro kaula,</i>
<i>litteä vatsa</i>	<i>pyöreä vatsa</i>
<i>sukat</i>	<i>sukkahousut</i>
<i>solmio</i>	<i>korut</i>
<i>housut</i>	<i>hame</i>
<i>sarkaa</i>	<i>pitsiä</i>
<i>tutkii</i>	<i>opettaa</i>
<i>johtaa</i>	<i>hoivaa</i>
<i>teurastaa</i>	<i>ruokkii</i>
<i>pelastaa</i>	<i>palvelee</i>
<i>julkinen</i>	<i>yksityinen</i>
<i>aktiivinen</i>	<i>passiivinen</i>
<i>tietävä</i>	<i>tunteva</i>
<i>äly</i>	<i>vaisto</i>
<i>askeesi</i>	<i>aistillisuus</i>

Samoin kuin miehekkyyys ja naisellisuus ovat kulttuurisidonnaisia, ajan myötä muuttuvia määreitä, myös nelijakoinen sosiaalinen sukupuoli on kulttuurisidonnainen. Sukupuoli on kulttuurin sopimus tai viimekädessä yksilön tulkinta tästä sopimuksesta.

Sukupuoliroolin määritelmä ei ole ongelmaton. Määritelmät lähtevät siitä oletuksesta, että naisellisuus on yksi ominaisuus. Kriitikot puhuvat naisellisuuden sijaan moninaisista naisellisuuksista. Esimerkiksi äidin, tyttären ja noidan stereotyypit edustavat varsin erilaisia naisellisuuksia. Kun hyväksytään naisellisuuden (ja miehekkyyden) monet eri ulottuvuudet päädytään neljää useampiin sukupuolirooleihin.

Sosiaalista sukupuolta yhteiskunnassa voidaan hahmottaa kolmijaolla yksilöllinen, rakenteellinen ja symbolinen (Harding, 1986<sup>6</sup>). Yksilöllinen sukupuoli on yksilön tulkinta siitä, mitä hänen naiseutensa tai miehisyytensä voi olla. Rakenteellinen sukupuoli määrittyy yhteiskunnan työnjaon kautta. Tietyt luonnontieteiden ja varsinkin tekniikan alat ovat miesvaltaisia, hoito- ja palvelualat naisvaltaisia. Myös ammattialojen sisällä ja harrastuksissa työtehtäviin valikoidutaan sukupuolen mukaan: miehet sijoittuvat johtotehtäviin, naiset avustaviin, miehet työskentelevät esineiden ja naiset ihmisten kanssa. Näitä molempia pyrkii määrittämään symbolinen sukupuoli, joka liittyy tietyt käsiteparit yhteen maskuliinisuus–feminiinisyys jaottelun kanssa. Maskuliinisuuteen liitetään esimerkiksi käsitteet kova, objektiivinen, järkevä, subjekti, aktiivinen, vahva, looginen. Feminiinisuuden puolestaan liitetään niiden vastakohtat: pehmeä, subjektiivinen, irrationaalinen, objekti, passiivinen, heikko, epälooginen. Symbolisella ja rakenteellisella tasolla luonnontieteet ja matematiikka ovat maskuliinisia, mikä varmasti heijastuu myös yksilölliseen sukupuoleen. (Staberg, 1992)

Toinen ongelma sukupuoliroolin käsitteessä on siihen sisällytetty lausumaton oletus, että ihmisellä on vain yksi sukupuolirooli. Kuitenkin jo arkikokemuksen perusteella havaitsee, miten voimakkaasti tilanne vaikuttaa. Työelämässä maskuliinista roolia esittävä saattaa olla kotonaan feminiininen ja joku toinen päinvastoin. Sukupuolirooli täytyy siis määrittellä erikseen tilannekohtaisesti.

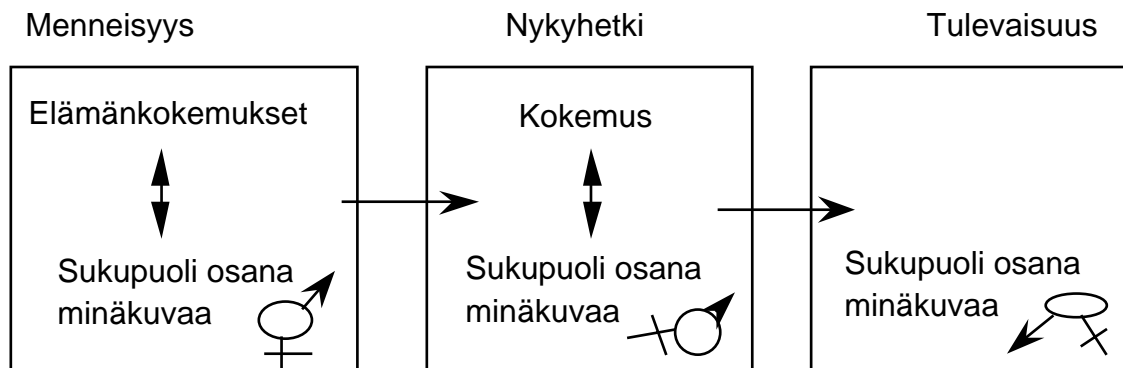
Sukupuolirooliteorian kritiikki on johtanut **konstruktivistisen sukupuolen** käsitteeseen (Kuva 2). Se lähtee siitä ajatuksesta, että sukupuoli on elämäkokemusten pohjalta rakennettu, jatkuvasti kehittyvä käsitys sukupuolesta ja sen pohjalta syntyvä tapa kokea maailma. Käsite on erityisen hyödyllinen tasa-arvotoiminnan teoreettisena pohjana, koska

---

<sup>6</sup>Stabergin (1992) mukaan



siinä sukupuolta ei nähdä yksilön kohtaloo ulkopuolelta ohjaavana tekijänä, vaan se on osa jatkuvassa muutostilassa olevaa minää.



Kuva 2. Konstruktivistinen sukupuoli

Englannin kielessä on vakiintunut sukupuolen biologista ja sosiaalista ulottuvuutta kuvaamaan eri sanat: "sex" ja "gender". Ruotsiksi vastaavat termit ovat "kön" ja "genus". Suomen kielessä ei tätä erottelua tehdä, ja olisi kömpelöä koko ajan puhua "biologisesta sukupuolesta" ja "sosiaalisesta sukupuolesta". Useimmat matematiikkaa ja sukupuolta tutkivat tutkimukset ovat selvittäneet biologisen sukupuolen yhteyttä matematiikkaan. Koska näiden tutkimusten tulokset ovat tämän kirjan pääasiallinen sisältö, käytän sanaa sukupuoli tarkoittamaan biologista sukupuolta. Kun puhun sosiaalisesta sukupuolesta tarkoitan sillä sekä konstruktivistista sukupuolta, sukupuoliroolia, että jaottelua feminiiniseen ja maskuliiniseen. Näitä määritelmiä en pidä ristiriitaisina, vaan eri näkökulmina samaan asiaan.

Sosiaalinen sukupuoli voidaan määritellä muillekin kuin henkilöille. Ammatin tai koulutusalan toimijoiden sukupuolijakauma määrittelee sen rakenteellisen sukupuolen. Opettajan ammatti on rakenteellisesti feminiininen, insinöörikoulutus maskuliininen. Symbolinen sukupuoli voidaan määrittää mille tahansa. Sota on väkivaltaista, aktiivista ja julkista – siis maskuliinista toimintaa. Pöytälaatikkorunot ovat yksityisen maailman, vaiston ja tunteen feminiinisiä ilmentymiä. Mitä piirteitä liitämme mielikuvissamme matematiikkaan? Onko matematiikka kouluaineena maskuliininen, feminiininen, androgyyninen vai eriytymätön? Ainakin oppilaat mieltävät sen enemmän maskuliiniseksi kuin feminiiniseksi (Whyte, 1986). Entä matematiikan opiskelu, tutkiminen ja matematiikka tieteenä?

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

#### **1.4. Tutkimusongelmat**

Tämän työn tavoitteena on ollut tarjota tutkijoille ja ennen kaikkea matematiikan opettajille tuhti peruspaketti tietoa sukupuolen ja matematiikan välisistä yhteyksistä. Työskentelyä ovat ohjanneet seuraavat, melko laajat tutkimusongelmat:

1. Miten pojat ja tytöt eroavat toisistaan matematiikan osaamisessa?
2. Millainen yhteys matematiikkaan liittyvillä asenteilla on sukupuoleen?
3. Minkä verran eroista voidaan selittää biologisilla tekijöillä?
4. Miten psykososiaalinen ympäristö tuottaa sukupuolieroja?
5. Miten sukupuoli pitäisi huomioida koulun matematiikan opetuksessa?

## 2. Tutkimustuloksia sukupuolten välisistä eroista matematiikassa

### 2.1. Sukupuolten väliset erot matematiikan osaamisessa

*"Se on ehkä tytöille paljon vaikeempaa. Ne ei oikeen ymmärrä sitä..."*

Poika peruskoulun 9. luokalta (Hannula & Tiainen, 1995)

Lukuisissa kansainvälisissä ja eri maiden kansallisissa koulusaavutustutkimuksissa on löydetty sukupuolten välisiä eroja osaamisessa. Erojen suunta ja suuruus riippuu käytetystä testistä, oppilaiden iästä ja kansallisuudesta sekä tutkimuksen ajankohdasta. Selvittelen näiden muuttujien vaikutusta yksi kerrallaan tässä ja seuraavassa kappaleessa.

Keskitytään ensiksi oppilaan iän vaikutukseen. Ensimmäisinä kouluvuosina tytöt menestyvät paremmin - ainakin laskutaitoa mittaavissa tehtävissä (Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Willis, 1996a). Myöhemmin, 11 vuoden iästä eteenpäin, pojat edistyvät nopeammin ja yli 15 vuotiailla erot poikien hyväksi ovat jo varsin selvät (Becker & Forsyth, 1994; Frost, Hyde & Fennema, 1994).

Vaikka erot ovat tilastollisesti erittäin merkittäviä<sup>7</sup>, ei sukupuolten välinen ero ole kovin suuri. Useita tutkimuksia kokoavissa metatutkimuksissa ero (*d*-arvo) on ollut poikien hyväksi alle puoli keskihajontaa ja suuntaus on ollut laskeva (Taulukko 2.1.)

Taulukko 2.1. Sukupuolierojen suuruuksia eri metatutkimuksissa.

Tutkimusten julkaisuvuodet	<i>d</i> <sup>8</sup>	lähde
1960–1973	0.43	Hyde (1981)
1963–1973	0.31	Hyde, Fennema & Lamon (1990)
1974–1987	0.22	Friedman (1989)
1974–1987	0.14	Hyde, Fennema & Lamon (1990)

Kansainvälisissä koulusaavutustutkimuksissa poikien parempi menestyminen on aikaisemmin todettu maailmanlaajuisesti ilmiöksi (Robitaille, 1992). Maiden välillä oli tosin eroja sukupuolieron voimakkuudessa (Hanna, 1994). Viimeisimmässä kansainvälisissä koulusaavutustutkimuksessa erot poikien hyväksi ovat kaventuneet ja ovat tilastollisesti

<sup>7</sup>Tilastollisesti erittäin merkittävä tarkoittaa, että todennäköisyys sille, että havaittava ero johtuisi sattumasta on alle 0,1%. Kun tutkitaan hyvin suuria joukkoja, voidaan hyvin pienetkin erot sukupuolten välillä todentaa tilastollisesti.

<sup>8</sup>*d*-arvo saadaan jakamalla keskiarvojen erotus hajonnalla. Esimerksi 0,80 vastaa silminhavaittavaa eroa (vrt. pituusero 14- ja 18-vuotiaiden välillä).

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

merkitseviä vain murto-osassa tutkittuja maita (Lokan, Ford & Greenwood, 1996). Yleisestä linjasta poikkeaa Hawaijin osavaltio, jossa tytöt ovat vuosikymmenien ajan pärjänneet poikia paremmin (Brandon & Jordan, 1994).

Kun sukupuolten välinen ero testituloksissa on näin pieni, voidaan myytti tyttöjen heikosta matematiikan osaamisesta unohtaa. Pienetkin erot keskiarvoissa voivat kuitenkin johtaa selkeisiin eroihin ääri-ilmiöissä. Vakuuttavin todiste sukupuolten välisistä kykyeroista matematiikassa on saatu tutkimalla matematiikan huippuosajia. Parhaan viiden prosentin joukossa poikia on viisinkertainen määrä tyttöihin nähden ja tämä suhde on säilynyt vakaana yli viidentoista vuoden ajan (Benbow, 1988a,b).

## 2.2. Osaaminen tehtävätyyppien mukaan

Matematiikan testeissä todettava sukupuolten välinen saavutusero on riippuvainen käytetystä testistä. Esimerkiksi keväällä 1995 mitattiin Suomessa peruskoulun yhdeksännen luokan oppilaiden osaamista kahdessa testissä, joiden otannat olivat valtakunnallisesti kattavia. Toisessa testissä sukupuolten suorituserot ovat varsin selvät (Pehkonen, 1996), toisessa taas ei ollut juuri minkäänlaisia eroja (Kupari, 1996).

Matematiikan testeissä todettava sukupuolten välinen suoritusero on riippuvainen käytetystä testistä. Aritmetiikan ja algebran tehtäväalueilla sukupuolieroja ei ole, geometriassa pojat pärjäävät hieman paremmin. Tehtävätyypeistä tytöt osaavat parhaiten laskutaitoa mittaavat tehtävät, kun taas ongelmanratkaisutehtävät ovat poikien vahvaa aluetta. Matematiikan käsitteiden ymmärtämisessä sukupuolten välillä ei eroa näyttäisi olevan. (Frost, Hyde & Fennema,

### **Laskutaitojen luokittelu<sup>9</sup>:**

\*spesifien tosiasioiden tietäminen

\*terminologian tunteminen

\*algoritmien osaaminen

### **Ymmärtäminen**

\*käsitteiden tietäminen

\*periaatteiden, sääntöjen ja yleistysten tietäminen

\*matemaattisen rakenteen tietäminen

\*probleeman eri osien muuntaminen muodosta toiseen

\*päättelyketjun seuraaminen eli todistuksen ymmärtävä seuraaminen

\*probleeman lukeminen ja tulkitseminen

### **Soveltaminen ja analysoiminen**

\*vertailujen suorittaminen

\*tietojen eritteleminen

\*mallien, symmetrioiden ja rakenneyhtäläisyyksien tunnistaminen

\*relaatioiden löytäminen

\*ongelmien ratkaiseminen

<sup>9</sup>Kupari (1983), Wilsonin (1971) taksonomiaa soveltaen

1994)

Myös suomalaisessa tutkimuksessa on saatu samansuuntaisia tuloksia. Tytöt menestyvät parhaiten aritmetiikan ja algebran tehtävissä. Pojat puolestaan menestyvät paremmin geometrian ja mittaamisen, todennäköisyyslaskennan sekä diskreetin matematiikan tehtävissä. Tytöt onnistuvat yleensä paremmin laskemistaitoa ja ymmärtämistä mittaavissa tehtävissä, kun taas analysoimista ja soveltamista vaativat tehtävätyypit suosivat poikia. (Kangasniemi, 1989)

Eroja on selitetty myös sillä, että tytöt osaisivat tehtävät sitä paremmin, mitä enemmän ne vastaavat oppitunneilla harjoiteltuja. Arkimatematiikkaan keskittyneessä valtakunnallisessa matematiikan kokeessa sukupuolten välinen osaamisero oli suurimmillaan päässä laskuissa ilman laskinta (Pehkonen, 1996). Nämä tehtävät edellyttivät sanallisessa muodossa esitetyn ongelman analysoimista, perinteisiä koulutehtäviä vastaavat tehtävät, joissa vaadittiin laskukaavojen muistamista ja soveltamista tytöt osasivat yhtä hyvin kuin pojatkin (Hannula, 1996a).

Jopa matemaattisen tehtävän sitominen erilaisiin konteksteihin vaikuttaa tyttöjen osaamiseen. Vaatesuunnitteluun ja resepteihin liitetyt tehtävät ovat tytöille helpompia kuin vastaavat tehtävät, joissa leikataan metallia ja sekoitetaan räjähteitä (Strassberg-Rosenberg & Donlan, 1985)<sup>10</sup>. Poikien osaamiseen ei tehtävän kontekstilla ole havaittu olevan vaikutusta (Eddowes, Sturgeon & Coates, 1980)<sup>11</sup>.

### 2.3. Erot matematiikan valinnoissa

*"Kaikki mun kaverit ottaa lyhyen matikan. Ne pitää mua vähän hulluna kun mä otan laajan"*

Tyttö peruskoulun 9. luokalta (Hannula & Tiainen, 1995).

Konkreettisimmillaan sukupuolten väliset erot suhteessa matematiikkaan Suomessa näkyvät lukion yleisen matematiikan ryhmissä. Lukion oppilaista noin 60% on tyttöjä. Näistä noin 65% ja pojista 35% valitsee yleisen, joten ryhmän oppilaista keskimäärin neljännes on poikia (Väljärvi & Tuomi, 1995). Laajan matematiikan valinneista enemmistö on poikia. Erot matematiikan kyvyissä eivät mielestäni ole riittävän suuret selittämään näin voimakasta valikoitumista, vaan syytä on etsittävä muualta, asenteista.

---

<sup>10</sup>Jones & Smartin (1995) mukaan.

<sup>11</sup>Jones & Smartin (1995) mukaan.

Australialaiset tytöt esittävät 11. kouluvuoden matematiikan kurssivalinnoille pääasiassa kolmenlaisia syitä (Johnston, 1994). Osalla on selkeä urasuunnitelma, joka edellyttää matematiikan kurssien suorittamista<sup>12</sup>. Toinen ryhmä valitsee matematiikan, koska se takaa jatkossa eniten vaihtoehtoja jatko-opinnoille. Kolmas ryhmä perustelee kurssivalintaa matematiikan tärkeydellä, jota heille on useaan otteeseen korostettu. Lisäksi jotkut tytöt valitsevat matematiikan ilman erityistä syytä. Suomalaisten lukioon menevien tyttöjen perustelut ovat samankaltaisia (Hannula & Tiainen, 1995).

Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan pojat ja tytöt perustelevat matematiikan valinnaiskursseille osallistumisestaan samoilla syillä, tärkeimpinä tekijöinä ovat keskeisiltä henkilöiltä saatu tuki valinnalle sekä matematiikan arvostaminen. Puutteellinen usko omaan kykyihinkin johti usein viime hetken peruuttamisiin. (Lantz & Smith, 1981)

Suomalaisoppilaiden haastattelujen perusteella vaikuttaa siltä, että nimenomaan tytöt tarvitsevat rohkaisua valitakseen lukiossa laajan matematiikan. (Hannula & Tiainen, 1995)

Ammatti- ja elämänuratoiveet ovat siis yksi peruste, joka ohjaa tyttöjä yleisen matematiikan kurssille. Nuoret nimittäin hakeutuvat pääasiassa perinteisiin oman sukupuolensa ammatteihin: tytöt suosivat hoito- ja palvelualoja, pojat teknisiä aloja (Duncan, 1989; Imsen, 1987; Rauste-von Wright, 1984). Ammatinvalinta tässä vaiheessa on kuitenkin selkiytymätön miltei puolella oppilaista (Puttonen, 1985; Rauste-von Wright, 1982) ja ammatillinen tietopohja melko heikko (Kosonen, 1983; Nummenmaa & Vanhalakka-Ruoho, 1985). Tällaiselta pohjalta tapahtuvan valinnan rationaalisuus voidaan kyseenalaistaa. Niissä maissa, joiden koulujärjestelmä vaatii oppilaita valitsemaan matematiikan, luonnontieteiden ja humanististen tieteiden välillä varhaisessa vaiheessa, tytöt valitsevat luonnontieteitä harvemmin kuin niissä maissa, joissa valinta tehdään myöhemmin, ja tämä näkyy myös jatko-opinnoissa (Räsänen, 1992). Olisiko tarvetta uudistaa lukiota siten, että osa matematiikan kursseista olisi kaikille yhteisiä, valinta 'laajan' ja 'yleisen' matematiikan välillä tehtäisiin vasta lukiossa ja siirtyminen 'yleiseltä' 'laajalle' olisi mahdollista?

---

<sup>12</sup>Myös USA:ssa; Eccles (1986)

## 2.4. Asenteista ja uskomuksista

*"...kyllä se vähän tuntuu, että ne jätkät on fiksumpia matikassa."*

Tyttö peruskoulun 9. luokalta (Hannula & Tiainen, 1995).

Tytöt ja pojat suhtautuvat eri tavoin eri kouluaineisiin<sup>13</sup>. Matematiikkaan liittyvissä asenteissa erot ovat suurimmillaan keskitason oppilailta (Frost, Hyde & Fennema, 1994). Oppilaan minäkuva itsestään matematiikan oppijana riippuu pääasiassa hänen matematiikan osaamisestaan mutta siihen vaikuttaa myös oppilaan vertailukohta. Vertailupohjana voi olla oppilaan menestyminen muissa aineissa tai toisten oppilaiden matematiikan osaamisen taso. Näiden molempien on todettu vaikuttavan oppilaan matemaattiseen minäkuvaan (Marsh, 1990).

Vielä peruskoulun seitsemännellä luokalla tytöt panostavat poikia enemmän aikaa ja yritystä matematiikan opiskeluun ja ovat poikia halukkaampia jatkamaan matematiikan opiskelua (Kangasniemi, 1989). Peruskoulun yhdeksännellä luokalla pojat kuitenkin pitävät matematiikasta enemmän (Kupari, 1996; Pehkonen, 1996) ja ahdistuvat vähemmän (Frost, Hyde & Fennema, 1994; Tuomi, 1996) kuin tytöt.

Selkein sukupuolten välinen ero matematiikkaan liittyvissä asenteissa on siinä, että pojat pitävät matematiikkaa enemmän miesten alana kuin tytöt (Frost, Hyde & Fennema, 1994). Sukupuolten väliset erot ovat varsin selvät myös matematiikkaan liittyvässä itseluottamuksessa. Useiden tutkimusten mukaan teini-ikässä pojat uskovat tyttöjä vahvemmin omiin kykyihinsä oppia matematiikkaa (mm. Bohlin, 1994; Hannula & Malmivuori, 1996; Kupari, 1996; Leder, 1995). Yllättävää on, että erot itseluottamuksessa ilmenevät aikaisemmin kuin erot osaamisessa (Fox, 1980; Licht & Dweck, 1987)! Tytöt epäilevät nimenomaan omia kykyjään, toisten tyttöjen osaamiseen he luottavat yhtä paljon kuin poikienkin kykyihin (Jones & Smart, 1995).

Amerikkalaisten tutkimusten mukaan pojat kokevat matematiikan hyödyllisemmäksi kuin tytöt (Fennema & Carpenter, 1981; Leder, 1995), mutta suomalainen tutkimus ei ilmiötä havainnut (Hannula, 1996a). Ero saattaa johtua naisten aktiivisemmasta asemasta työelämässä Suomessa.

---

<sup>13</sup>Esimerkiksi sukupuolieroista suhtautumisesta ruotsin ja englannin kielisiin (Pasanen 1996) sekä historiaan (Ahonen 1996) on raportoitu aivan äskettäin.

Oppilaiden käsitykset matematiikan oppimisesta eroavat sukupuolen mukaan. Tyttöjen mielestä tehtävät vaativat enemmän pohdintaa, ja he ovat poikia valmiimpia harjoittelemaan laskutehtäviä. Tytöt ovat myös valmiimpia ratkomaan tehtäviä yhdessä toisten kanssa. (Pehkonen, 1996)

Tytöt uskovat poikia enemmän yhteistyöhön matematiikan oppimisessa (Hannula & Malmivuori, 1996). He myös torjuvat poikia voimakkaammin väitteet matematiikan laskemiluonteesta ja lahjakkuuden välttämättömyydestä (Hannula, 1996b).



### 3. Mistä sukupuolierot syntyvät?

Matematiikan osaaminen ja siihen liittyvät asenteet liittyvät kiinteästi toisiinsa. Asenteiden ja uskomusten on havaittu vaikuttavan kielten oppimiseen (Taube<sup>14</sup>, 1988; Laine & Pihko, 1991). On luultavaa, että uskomukset ja asenteet voivat yhtä lailla vaikeuttaa tai helpottaa myös matematiikan oppimista vaikka tätä ei olekaan erikseen tutkittu. Asenteiden ja osaamisen välinen syy-yhteys on kuitenkin vaikeasti selvitettävä. Kyseessä on sykli, jossa ennakoasenne vaikuttaa oppimiseen, ja oppiminen muokkaa asenteita. Missä on se tekijä, joka johtaa sukupuolten eriytymiseen?

Matematiikassa havaittavia sukupuolieroja selittävät samat mallit kuin yleisemminkin sukupuolten välisiä eroja. Sukupuolierojen syyt jaetaan yleensä synnynnäisiin ja ympäristövaikutuksiin. Sekä tutkijat että suuri yleisö ovat käyneet ajoittain kiivasta väittelyä siitä, miten suuri merkitys kummallakin on. Eräät tutkijat uskovat, että pääosan havaittavista sukupuolieroista selittävät sukupuolten synnynnäiset erot (biologinen determinismi). Vastakkaisen näkökulman mukaan biologiset tekijät selittävät vain fysiologisia eroja, mutta kaikki käyttäytymisessä havaittavat erot ovat ympäristövaikutusten aiheuttamia. Ongelman selvittäminen on hyvin vaikeaa, koska yhteiskunnassamme sukupuoli määrää niin voimakkaasti ympäristövaikutuksia. Kiista ei varmastikaan ole loppuun käsitelty ja uskon, että todellisuus on jossakin äärikantojen välillä. Siitä osapuolet ovat yksimielisiä, että ympäristön aiheuttamat erot ovat synnynnäisiä tärkeämpiä, sillä niihin voi vaikuttaa.

#### 3.1. Biologisia selityksiä

Vielä 1800-luvun lopulla uskottiin, että aivojen koko ratkaisee ihmisen henkisten kykyjen määrän. Koska naisten aivot ovat pienemmät kuin miesten, ei naisten uskottu selviävän matemaattista kykyä vaativista tehtävistä. Nykyään biologiset hypoteesit ovat saaneet hienostuneempia muotoja.

##### 3.1.1. Avaruudellisen hahmottamisen kyvyt (aivot)

Varsin suosittu oletuksen mukaan sukupuolten väliset erot matemaattisissa kyvyissä olisivat osittain seurausta synnynnäisperäisistä eroista avaruudellisen hahmottamisen (visuo-spatiaalisissa) kyvyissä. Osassa tutkimuksissa on saatu tukea tälle hypoteesille (Halpern, 1992; Leder, 1992). Tutkimukset, joissa vertailu on mahdollista, osoittavat, että

---

<sup>14</sup>Tuomen (1996) mukaan

matematiikan osaaminen korreloi avaruudellisen hahmottamisen kyvyn kanssa, mutta sen korrelaatio verbaalisten kykyjen kanssa on yhtä korkea tai jopa korkeampi (Friedman, 1994). Eräät tulokset viittaavat siihen, että avaruudellisen hahmottamisen kyvyn ja matematiikan välinen yhteys saattaisi olla merkittävä tytöillä, muttei pojilla (Fennema & Tartre, 1985; Tartre, 1990)<sup>15</sup>, toiset taas siihen, että tämä kyky olisi merkittävä tietyissä tehtävätyypeissä (Halpern, 1992) tai huippulahjakkuuden saavuttamisessa (Benbow, 1988a).

Avaruudellisen hahmottamisen kykyjen olemassaolosta erillisenä älykkyyden osana ja erillisenä verbaalisiin ja analyttisiin kykyihin nähden ollaan vakuuttuneita, vaikka avaruudellinen hahmottaminen kykynä ei ole kovin hyvin määritelty. Siitä on erotettu aluksi kaksi, sitten kolme, ja nykyään neljä osatekijää (Halpern, 1992):

- 1) Tilataju, johon kuuluu kyky löytää pystysuora ja vaakasuora häiritsevistä informaatiosta huolimatta. (Esimerkiksi Piaget'n vesilasi -testi, jossa kallistettuun lasiin pitää piirtää vedenpinta.)
- 2) Mentaalinen rotaatio, johon kuuluu kyky kuvitella miltä esine näyttää toisessa asennossa tai miltä litteä esine näyttää taitettuna tai miltä kappale näyttäisi tasoon levitettynä
- 3) Visualisointi, joka sisältää avaruudellisen hahmon analyttistä prosessointia. (Esimerkiksi piilokuvan löytäminen)
- 4) Aika-avaruus -havainnointi, jossa havainnointikohteet ovat liikkeessä.

Avaruudellisen hahmottamisen kyvyn määrittely on ajan myötä tarkentunut ja testit mittaavat osittain eri asioita. Linn & Petersenin (1986)<sup>16</sup> metatutkimuksissa miesten tulosten keskiarvo on eri testityypeillä 0,13–0,94 keskihajontaa suurempi kuin naisten. Joissakin tutkimuksissa sukupuoli selittää jopa 16 prosenttia tulosten varianssista. (Sanders, Soares & D'Aquila; 1982)

Ympäristöhypoteesin kannattajat ovat tuoneet esiin mahdollisuuden, että erot avaruudellisen hahmottamisen kyvyissä ovat seurausta lapsuuden erilaisista leikeistä. Tyypilliset poikien leikit autoilla ja rakennuspalikoilla kehittävät heidän mukaansa nimenomaan avaruudellisen hahmottamisen kykyjä. Avaruudellisen hahmottamisen kykyä

---

<sup>15</sup>Lederin (1992) mukaan.

<sup>16</sup>Halpernin (1992) mukaan

voi myös harjoittaa, ja harjoittelun tuloksena tyttöjen tulosten on todettu paranevat merkittävästi (Kelly, Smail & Whyte, 1981; Sutherland, 1982)<sup>17</sup>.

Vahva todiste avaruudellisen hahmottamisen kyvyn yhteydestä biologisiin tekijöihin on visuaalisen kyvykkyyden, sukupuolen ja kätisyyden väliset monimutkaiset yhteydet. Avaruudellisen hahmottamisen kyvyllä on sukupuolen mukaan erilaiset yhteydet oikea- tai vasenkätisyyteen ja sen asteeseen (käyttääkö toista kättä joissakin tehtävissä). Testimenestykseen vaikuttaa myös verbaalinen kyvykkyys. Ympäristötekijöihin perustuvat teorit eivät mitenkään pysty selittämään näitä havaintoja. (Annett, 1992; Benbow, 1986; Hamilton, 1995; Harsman, 1988).

### **3.1.2. Aivo-organisaatio ja avaruudellisen hahmottamisen kyvyt**

Jotta voisimme hyväksyä biologisen hypoteesin, on löydettävä biologisen sukupuolen ja matemaattisten kykyjen välinen vaikutusmekanismi. Jos uskomme, että avaruudellisen hahmottamisen kyvyn ja matemaattisen kyvyn välillä vallitsee yhteys (mitä ei suinkaan ole osoitettu pitävästi), tarvitsemme vielä yhteyden biologisen sukupuolen ja avaruudellisen hahmottamisen kyvyn välille.

Pitkään uskottiin, että yhtenä selittäjänä voisi olla x-kromosomin resessiivinen geeni. Jotta nämä geenit tulisivat esiin tytöissä, on heillä oltava kaksi resessiivistä geeniä, sillä yksi tekee heistä vain piirteen kantajan. Pojilla on ainoastaan yksi x-kromosomi, jolloin heille riittää yksi tällainen äidiltä peritty geeni. Todennäköisyys sille, että resessiivinen geeni pääsee vaikuttamaan ilmiasuun on pojilla 50% ja tytöillä 25%. Seuraamalla avaruudellisen hahmottamisen kyvyn periytymistä perheissä on tämä hypoteesi osoitettu paikkansa pitämättömäksi. (Halpern, 1992)

Avaruudellisen hahmottamisen synnynnäisiä sukupuolieroja voidaan selittää poikien ja tyttöjen erilaisella aivo-organisaatiolla. Aivotoiminnan jakautumista siten, että vasen ja oikea aivopuolisko erikoistuvat eri tehtäviin kutsutaan lateralisaatioksi. Kaikilla ihmisillä aktivoituvat molemmat aivopuoliskot, mutta lateralisoituneissa aivoissa tehtävästä riippuen joko vasen tai oikea aivopuolisko on selvästi toista aktiivisempi. Lateralisaatio on sukupuolesta riippuva siten, että miesten aivot ovat keskimäärin lateralisoituneemmat kuin naisten.

---

<sup>17</sup>Samuelin (1983) mukaan.

Jo sikiöaikaisten hormonien vaikutuksesta syntyy vähäisiä sukupuolieroja aivo-organisaatiossa. Nämä erot voimistuvat lapsuuden aikana. Pojilla aivokurkiainen yhdistää oikean ja vasemman aivopuoliskon 1-2 vuotta myöhemmin (5-6 vuoden iässä) kuin tytöillä, eikä yhdistäviä hermoratoja muodostu yhtä paljon kuin tytöillä. (Levander, 1993)

Kognitiivisten sukupuolierojen yhteys erilaiseen aivo-organisaatioon vaikuttaa perustellulta. Avaruudellisen hahmottamisen sukupuolten väliset kykyerojen synty on eri tutkimuksissa sijoitettu eri ikäkausiin. Joissakin tutkimuksissa eroja on havaittu jo esikoulussa, toisissa selvityksissä erot ovat ilmenneet vasta nuoruusiässä. Kenties erot voimistuvat vähitellen samalla kun erot aivo-organisaatiossakin, ja mitä herkempiä mittareita käytetään sitä varhaisemmin ne havaitaan. Käätisyyden, sukupuolen ja avaruudellisen hahmottamisen kykyjen yhteyksistä puhuttiin aikaisemmin. Käätisyydellä on myös yhteys aivotointojen organisointiin vasemman ja oikean aivopuoliskon välillä. (Halpern, 1992)

### **3.1.3. Aivo-organisaatio ja sukupuolierot muissa kognitiivisissa kyvyissä**

Sukupuolten erilaista aivotointojen organisointia on pidetty perusteluna myös naisten paremmille verbaalisille kyvyille. Toisaalta verbaalisten kykyjen sukupuolierot vahvistaisivat hypoteesia aivo-organisaation merkityksestä. Teorian mukaan lateralisaatio tukee avaruudellisen hahmottamisen kykyä, aivopuoliskojen yhteiskäyttö puolestaan verbaalisia kykyjä.

Verbaalisilla kyvyillä tarkoitetaan esimerkiksi seuraavia kielen käyttöön liittyviä kykyjä: sanavaraston laajuus (käyttö/tunnistaminen), oikeinkirjoitus, kieliopin hallinta, lukeminen, verbaaliset analogiat sekä puheen ymmärtäminen. Sukupuolten välisistä älykkyyseroista havaitaan erot verbaalisissa kyvyissä varhaisimmassa kehitysvaiheessa, jo yksivuotiaana.<sup>18</sup>

Metatutkimuksessaan Hyde & Linn (1988) löysivät joitakin sukupuolieroja verbaalisissa kyvyissä. Alle kuusivuotiailla ja aikuisilla erot ovat naisten hyväksi, mutta siinä välillä eroja ei ollut. Erot kokonaisuudessaan ovat pienet, naisten tulosten keskiarvo oli vain 0,11 keskihajontaa suurempi kuin miesten. Tutkijoiden oma johtopäätös olikin, ettei verbaalisissa kyvyissä ole sukupuolieroja. Kun tulokset eritellään testityypin mukaan, tilanne muuttuukin monimutkaisemmaksi. Tietyn tyyppisissä testeissä naiset menestyvät paremmin, toisen tyyppisissä eroja ei ole ja verbaalisten analogioiden tuottaminen sujuu miehiltä paremmin. Äskettäin käyttöön otetuilla uudenlaisilla verbaalisten kykyjen testeillä

---

<sup>18</sup>McGuiness (1976) ja Smolak (1986), molemmat Halpernin (1992) mukaan

sukupuolierot ovat jopa keskihajontaa suurempia (Hines, 1990; Block, Arnott, Quigley & Lynch, 1989)<sup>19</sup>.

Halpern (1992) on tehnyt yhteenvedon niistä testityypeistä, joissa sukupuolierot ovat selkeät ja etsinyt niistä johdonmukaisuuksia (Taulukko 3.1.). Hänen mukaansa sukupuolierot näissä testeissä saattavat olla seurausta kognitiivisten prosessien eroista. Naiset menestyvät paremmin testeissä, jotka edellyttävät muistitiedon nopeaa löytämistä. Miesten vahvuutena puolestaan näyttäisi olevan mielikuvien (mentaalisten representaatioiden) säilyttäminen ja käsittely. Tulokset tukevat tätä johtopäätöstä johdonmukaisemmin kuin perinteistä jakoa verbaalisiin ja avaruudellisen hahmottamisen kykyihin.

Taulukko 3.1. Kognitiivisia testejä, joissa sukupuolieroja on havaittu.

<b>Testit, joissa naiset ovat parempia:</b>	<b>Testit, joissa miehet ovat parempia:</b>
Synonyymien tuottaminen	Verbaaliset analogiat
Puheen tuottaminen	Matemaattinen ongelmanratkaisu
Laskeminen	Mentaaliset rotaatiot ja tilataju
Anagrammit	Aika-avaruus -havainnointi

### 3.1.4. Aivo-organisaatio vai ajattelun strategiat

Aivo-organisaation eroista voidaan johtaa myös lievennetty biologinen hypoteesi, jonka mukaan erot johtuvat naisten ja miesten erilaisista ajattelun strategioista. Tämän teorian mukaan vähäisetkin sukupuolierot kyvyissä johtavat siihen, että miehet suosivat visuaalisia strategioita ja naiset verbaalisia. Erityyppisissä avaruudellisen hahmottamiskyvyn testeissä on havaittu sukupuolten välillä eroja siinä, miten suuri hajonta ryhmän tuloksissa on. Joissakin testeissä miesten ryhmässä hajonta on suurempi, toisissa taas naisten ryhmässä. Tämä tukee hypoteesia, jonka mukaan naiset ja miehet käyttäisivät eri strategioita tehtäviä ratkoessaan. (Halpern, 1992)

### 3.1.5. Lisää todisteita

Vastasyntyneillä tehdyssä tutkimuksessa todettiin tyttö- ja poikavauvojen reagoivan kevyeseen stressiin niin eri tavoin, että sukupuolet olivat sen kokeen perusteella tunnistettavissa (Davis & Emory, 1995). Eläinkokeissa on havaittu uros- ja naarasrottien käyttävän labyrinttitehtäviä ratkoessaan erilaisia strategioita (Berger-Sweeney ym., 1995).

<sup>19</sup>Halpernin (1992) mukaan

Vastasyntyneiden tai rottien käytökseen ei sosiaalisella ympäristöllä pitäisi olla merkitystä, joten tulokset tukevat hypoteesia, että osa sukupuolieroista on biologista alkuperää.

### **3.1.6. Hormonierot**

Sukupuolihormonit saavat aikaan murrosiässä sekundaariset sukupuoliominaisuudet. Näiden hormonien avulla on pyritty selittämään myös kognitiivisia kykyeroja, jotka voimistuvat samaan aikaan. Osa tutkimuksista tukee oletusta, että sukupuolihormonien tasolla ja myöhäisellä murrosiällä olisi yhteys hyvään avaruudellisen hahmottamisen kykyyn (Halpern, 1992; McKeever, 1995). Kuukautiskierron hormonivaihtelut vaikuttavat naisten mielialaan ja joitakin yhteyksiä kuukautiskierron ja kognitiivisten testien tulosten välilläkin on havaittu (McKeever, 1995).

Ympäristötekijät ja hormonit ovat ilmeisesti monimutkaisessa vuorovaikutussuhteessa. Siihen viittaavat Helsingin Sanomissa esitetyt tiedot, joiden mukaan sosiaaliset kokemukset vaikuttavat sukupuolihormonien tasoihin. Onnistumisen tai vallan tuntemukset nostavat mieshormoni(testosteroni)tasoa ja kun ihminen kokee epäonnistumisia tai alistamista, hänen testosteronitasonsa laskee ja naishormonitasonsa nousee. (Stenbäck, 1995)

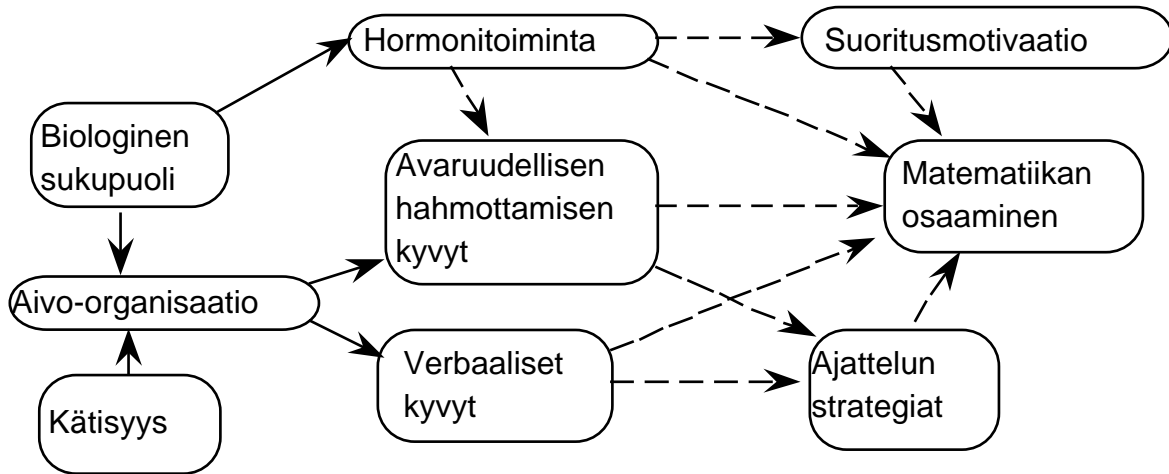
Hormonien yhteys matematiikan suoriin ei ole kovin voimakas. Jos yhteys on olemassa, niin sukupuolten väliset hormonierot eivät välttämättä edes ole suoritus- ja asenne-erojen syy, vaan ehkä jopa niiden seuraus.

### **3.1.7. Biologisen hypoteesin selitysvaiva**

Matematiikkaan liittyvien sukupuolierojen biologiaan pohjautuvia selitysmalleja on koottu kuvaan 3.1. Biologisen sukupuolen yhteyksistä joidenkin kykyjen sukupuolieroihin on vahvoja todisteita. Matematiikan osaamisessa havaittavien sukupuolierojen selittäminen näillä kykytekijöillä sen sijaan ei ole onnistunut vakuuttavasti, mikä kuvassa on osoitettu katkoviivoja käyttämällä.

Biologinen sukupuoli selittää avaruudellisen hahmottamiskyvyn testitulosten vaihtelusta 2–16 prosenttia ja matematiikan testien varianssista yhden prosentin. Biologinen sukupuoli on yksi matematiikan osaamiseen vaikuttava tekijä, jonka merkitys esimerkiksi kotitaustaan verrattuna on vähäinen. Biologiset mallit saattavat kuitenkin osittain selittää sen, että matemaattiset huippulahjakkuudet ovat enimmäkseen miehiä.

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?



Kuva 3.1. Matematiikan sukupuolierojen selittäminen biologisella hypoteesilla.

Biologiset selitysmallit edellyttävät ilmiöiltä vakautta, sillä ihmisen evoluutio on liian hidas havaittavaksi. Matematiikan osaamisen sukupuolierojen selkeä kaventuminen viime vuosikymmeninä onkin vahva osoitus biologisten tekijöiden vähäisestä merkityksestä. Toinen ympäristötekijöiden tärkeyttä korostava havainto on naisten määrän lisääntyminen matemaattista kykyä edellyttävillä koulutusaloilla ja ammateissa.

### 3.2. Ympäristövaikutuksia

Matematiikkaan liittyviä sukupuolieroja aiheuttavat ympäristövaikutukset voi ryhmitellä kolmeen luokkaan: (1) tyttöjen ja poikien erilainen kohtelu, (2) perinteisten roolimallien välittyminen sekä (3) aktiivisen tasa-arvo-otteen puuttuminen. Viimemainitulla tarkoitetaan tilanteita, joissa synnynnäisiä tai ympäristön aiheuttamia sukupuolieroja ei huomioida, jolloin näennäisen tasa-arvoinen kohtelu johtaa tyttöjen ja poikien jatkuvasti eriytyviin elämäkokemuksiin. (Lampela & Lahelma, 1996)

Ympäristöstä voidaan hahmottaa kolme keskeistä tekijää: koti, koulu sekä joukkotiedotus. Tämä kirja on suunnattu opettajille ja siksi tässä keskitytään pääasiassa koulun aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin. Sukupuolierojen synnyssä keskeinen tekijä on erilainen hakeutuminen matematiikan ja lähiaineiden (esim. fysiikan) valinnaisiin opintoihin. Pojat valitsevat näitä aineita tyttöjä useammin ja suorituserot poikien hyväksi ilmestyvät samoihin aikoihin kun valinnaisuutta alkaa olla. Osa sukupuolieroista voidaankin selittää yksinkertaisesti matematiikan (Meece ym. 1982) ja lähiaineiden (Willis, 1996a) kurssivalinnoilla.

Kotitaustan merkitystä ei kuitenkaan ole syytä vähätellä. Se selittää merkittävässä määrin juuri tyttöjen valikoitumista matematiikan kursseille (Lamb, 1996; Nummenmaa & Vanhalakka-Ruoho, 1985). Jopa vanhempien tasavertainen osallistuminen lastenhoitotyöhön ja yleisemminkin rooliasenteiden tasa-arvoisuus on yhteydessä tyttöjen parempiin matematiikan ja luonnontieteiden numeroihin (Updegraff, McHale & Crouter, 1996). Lamb (1986) kehoittaaakin suuntaamaan tutkimusta tyttöjen matematiikkaongelmasta matematiikkaongelmaisiin tyttöihin ja ongelmia synnyttäviin ympäristöihin.

### 3.2.1. Poikien ja tyttöjen erilainen kohtelu

Opettajan ja oppilaan väliseen vuorovaikutukseen vaikuttavat molempien persoonat. Opettajat yleensä kiistävät oppilaan sukupuolella olevan mitään vaikutusta opetuksessa: oppilasta kohdellaan yksilönä, ei sukupuolensa edustajana. Sukupuoli on kuitenkin erottamaton osa persoonallisuutta. Oppilaan sukupuoli vaikuttaa siihen miten opettaja tämän käyttäytymistä tulkitsee. Opettajien haastatteluista käy ilmi, että näennäisen sukupuolineutraaliuden alla piilee arvostuseroja. Tyttöjen osaaminen selitetään heidän tunnollisuudellaan ja ahkeruudellaan, mutta heidän lahjakkuuttaan epäillään, heikostikin menestyvillä pojilla sen sijaan uskotaan olevan kätkeytyä potentiaalia, edellytyksiä menestymiseen (Walkerdine, 1989)<sup>20</sup>. Tarmo (1991) nimittää ilmiötä opettajan sukupuolilinsseiksi. Samanlaisia havaintoja ohjaavia tekijöitä ovat oppilaan aikaisempi menestyminen matematiikassa ja oppilaan ulkoinen tyyli.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että tyttöjen ja poikien kokemukset matematiikantunneilla ovat erilaiset. Poikia sekä kiitetään että kritisoidaan enemmän ja heidän työtään tarkkaillaan enemmän kuin tyttöjen. Kaiken kaikkiaan pojilla on enemmän kontakteja opettajiensa kanssa. (Leder, 1995)

### 3.2.2. Opittu avuttomuus

Tytöt selittävät poikia enemmän matematiikan tehtävissä onnistumisiaan omalla yrittämislähtöisyydellä ja tehtävän luonteella, kun taas pojat käyttävät useammin selityksenä kyvykkyyttään. Epäonnistumisiaan tytöt puolestaan selittävät poikia enemmän tehtävän vaikeudella ja kykyjen puutteellaan. Onnistumisen syy on siis tytöillä epävakaampi ja epäonnistumisen syy vakaampi kuin pojilla. Tämä asenne-ero matematiikkaa kohtaan

---

<sup>20</sup>Walkerdine tutki nimenomaan matematiikan opettajia. Haastatelluista 39 opettajasta yksikään ei maininnut tyttöoppilasta, jolla olisi "kätkeytyä potentiaalia". Suomalaisia opettajia on haastatellut Tarmo (1991)



esiintyy selvimpänä hyvin menestyvien oppilaiden kohdalla. (mm. Frost, Hyde & Fennema, 1994; Hannula, 1996a; Wolleat ym., 1980)

Tällaista tilannetta, jossa epäonnistumisen syy on opittu mieltämään oman kontrollin ulkopuolelle, asiaksi johon ei voi vaikuttaa kutsutaan opituksi avuttomuudeksi.

Licht ja Dweck (1987) ovat esittäneet miten juuri tytöille kehittyy 'opittu avuttomuus' koulussa. Opettajat esittävät sukupuolesta riippumatta oppilaille yhtä paljon kiitosta ja kritiikkiä näiden älyllisistä suorituksista. Muista koulutyön piirteistä (työn siisteys, sosiaaliset taidot, yrittäminen) tytöt saavat enemmän kiitosta ja pojat enemmän kritiikkiä. Poikien saamista kritiikistä suurin osa kohdistuu koulutyön ei-älylliseen puoleen kun taas tyttöjen saama kritiikki kohdistuu miltei yksinomaan heidän älyllisiin suorituksiinsa. Näin tytöt oppivat etsimään selitystä epäonnistumisilleen aina älykkyydestään, poikien kokemushistoria ohjaa helpommin epäilemään syyksi muita tekijöitä. Vastaavasti pojat liittävät onnistumisen älykkyyteensä ja tytöt helpommin muihin tekijöihin.

Opittu avuttomuus suoritusorientaation osana ohjaa oppilasta tietyn tyyppisiin tehtäviin. Matematiikan vaatimukset vastaavat parhaiten poikien ja kieltenopiskelun vaatimukset tyttöjen tyypillistä suoritusorientaatiota. (Dweck & Licht, 1980)

Tyttöjen tilannetta heikentää vielä se, että he ovat poikia herkempiä omaksumaan toisten esittämät selitykset omalle epäonnistumiselleen (Dweck & Bush, 1976)<sup>21</sup>. Kun asiaan kiinnitetään huomiota, niin oppilaat kyllä poisoppivat avuttomuutensa ja oppivat yrittämään epäonnistumisten jälkeen entistä kovemmin, jolloin myös onnistumisten määrä lisääntyy (Licht & Dweck, 1987).

### 3.2.3. Sukupuolistereotyyppien<sup>22</sup> ohjaava vaikutus

*"Pidin matematiikasta, mutta sukuni mielestä se ei ollut naisellista. Tyttö, joka opiskelee matematiikkaa ei kuulemma ollut 'naitettavissa', mitä nyt korkeintaan matematiikan opettajalle. Minä hankkisin vain itselleni vaikeuksia."*

Cardinal (1981). Ote omaelämäkerrallisesta romaanista.

<sup>21</sup>Jones & Smartin (1995) mukaan.

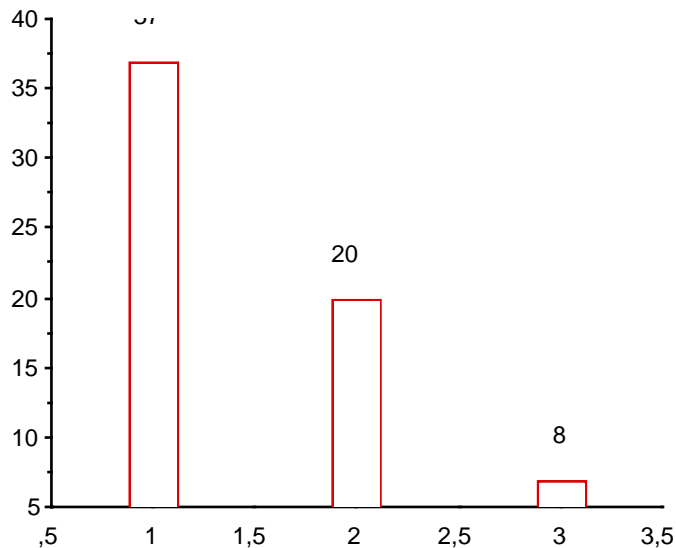
<sup>22</sup>Stereotypia = ominaisuusjoukko, joka kuvaa tyypillisen käsitteen alaan kuuluvan olion. Heinämaa (1989)

<sup>23</sup>Stereotypia = ominaisuusjoukko, joka kuvaa tyypillisen käsitteen alaan kuuluvan olion. Heinämaa (1989)

<sup>24</sup>Stereotypia = ominaisuusjoukko, joka kuvaa tyypillisen käsitteen alaan kuuluvan olion. Heinämaa (1989)

Historiallisesta näkökulmasta katsottuna koulutus ja erityisesti korkeamman matematiikan opinnot ovat olleet tarjolla naisille vasta varsin lyhyen ajan. Erilaisten koulutusmahdollisuuksien vuoksi miesten ja naisten matematiikan osaamisessa oli todella suuria eroja, mikä heijastui miehen ja naisen stereotyyppioihin. Nämä puolestaan vaikuttivat uusien sukupolvien asenteisiin matematiikkaa kohtaan, kurssi- ja ammatinvalintoihin. Tämän noidankehän vuoksi yhtäläisten mahdollisuuksien tarjoaminen matematiikan opintoihin on vain hitaasti tasoittanut sukupuolten eroja matematiikan osaamisessa ja siihen liittyvissä uskomuksissa. (Leder, 1995)

Tilanne näkyy selvästi katsottaessa naisten osuuden vähenemisessä sitä mukaa mitä pidemmälle matematiikassa edetään (kuva 3.2.). Havaitaan, että jo ylioppilaskirjoituksissa laajan matematiikan suorittaneiden joukko on selvästi miesvaltainen, miehiä on miltei kaksinkertainen määrä naisiin verrattuna. Yliopistojen matematiikan opiskelijoista naisia on enää viidennes ja laitosten henkilökunnista naisia on vielä vähemmän. Matematiikan professuurin haltijaksi on Suomessa kautta aikojen yltänyt vain yksi nainen, Turun yliopiston sovelletun matematiikan professori Ulla Pursiheimo.



Kuva 3.2. Naisten osuus kolmessa matematiikan suhteen valikoituneessa joukossa:

- 1) Vuoden 1994 ylioppilaskirjoituksissa matematiikan laajan oppimäärän suorittaneet (af Heurlin, 1995).
- 2) Matematiikan opiskelijat suomalaisissa yliopistoissa 1992/1993 (European Comission, 1996).

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

3) Helsingin yliopiston matematiikan laitoksen henkilökunta (ei kirjasto eikä hallinto)  
(Luukkainen, 1996)

Toinen näkökulma matematiikan rakenteelliseen sukupuoleen voidaan todeta katsomalla vanhempien osallistumista lastensa kotitehtävien avustamiseen. Matematiikan tehtävissä sai apua äidiltään 29 % oppilaista, isältään 56 %, kun taas äidinkielessä (englannissa) apua saatiin useammin äidiltä (57 %) kuin isältä (46 %) (Kelly & al. 1982). Perheiden sisäisessä työnjaossa matematiikka määritellään siis miesvaltaiseksi alueeksi ja äidinkieli aavistuksen verran enemmän naisten alueeksi.

Samanlaisia perusteluja voi esittää kaikille tieteenaloille, ei yksin matematiikalle. Miksi muutostahti matematiikassa on ollut hitaampaa kuin esimerkiksi kielissä ja lääketieteessä? Voidaan väittää, että naisten suuntautuminen lääketieteen aloille on luonteva laajennus perinteisesti naisille kuuluneelle hoivatyölle. Yhtä hyvin voitaisiin kuitenkin väittää matematiikan tieteenä olevan luonteva laajennus naisten arjessa tarvittaville matemaattisille taidoille. Esimerkiksi kuvion suunnitteleminen ja kutominen neuleeseen tai kankaan leikkaaminen ja ompeleminen vaatteeksi – aina oikean kokoisiksi – edellyttävät matemaattisia taitoja.

Feministifilosofit (Keller, 1988; Lloyd, 1984; Merchant, 1983)<sup>25</sup> ovat esittäneet, miten länsimaisessa tieteen filosofiassa tiede nähdään maskuliinisen subjektin toimintana. Platon valaisi myöhäisissä dialogeissaan tiedon subjektin ja tiedon kohteen välistä suhdetta vertaamalla sitä homoseksuaaliseen rakkauteen. Eroksen johdattamana rationaalinen järki yhtyy rationaaliin ideoihin, kuten poikarakkauden harjoittaja lemmittyynsä. Vertailukohtana oli nimenomaan kahden samaan yhteiskuntaluokkaan kuuluvan kasvokkainen kohtaaminen. Platonin tietoteoriassa naisellinen luonto oli irrationaalista ja aistimaailmaan liittyvät mielenliikkeet vain luuloja ja haihtuvia uskomuksia. Modernin luonnontieteen perusfilosofi Francis Bacon käsitti myös luonnon irrationaalisen ja kaoottisena. Toisin kuin Platon, hän halusi saattaa sen tiedon piiriin. Hänen esittämässään sukupuolisessa metaforassa luonto on nainen, jonka "salaisimpiin kammioihin" järki kuljettaa ja joka halutaan kesyttää: "Totisesti minä luovutan sinulle morsiameksi luontoäidin kaikkine lapsineen, jotta sinä valjastaisit hänet palvelukseesi ja tekisit hänestä orjasi."

---

<sup>25</sup>Heinämaan (1989) mukaan.

Sekä antiikin filosofiassa, että modernissa luonnontieteessä matematiikka on rationaalisen ajattelun keskiössä. Antiikin aikana matematiikkaa arvostettiin sen "puhtauden" vuoksi, modernissa luonnontieteessä kielenä, jolla luonnon lait on kirjoitettu.

Rationaalisuus liittyy käsitejärjestelmässämme luonnon ylittämiseen. Luonto taas liitetään naiseen. Näin naiseudesta tulee se, joka on ylitettävä tavoiteltaessa rationaalista tietoa tai itse rationaalisuutta. Identiteettiongelma on ilmeinen: ollakseen tiedemies, naisen on lakattava olemasta nainen. (Heinämaa, 1989)

Koulun luonnontieteiden oppimateriaali välittää edelleen stereotyyppisiä roolimalleja ja naisten elämänpiiri on näkymättömissä (Lahelma, 1986). Tytöiltä puuttuvat menestyvän naisen roolimallit. Matematiikan historia on miesten dominoimaa (Hassi, 1986). Koulukursseissa olisi syytä tuoda esille myös matematiikassa menestyneitä naisia: Hypathia ja Emmy Noether ovat jääneet vaille ansaitsemaansa huomiota.

### 3.2.4. Matematiikka tyttökulttuurissa

*"And on the eight day God created mathematics. He took stainless steel, and he rolled it out thin, and he made it into a fence forty cubits high, and infinite cubits long. And on this fence, in fair capitals, he did print rules, theorems, axioms and pointed reminders. 'Invert and multiply.' 'The square of the hypotenuse is three decibels louder than one hand clapping.' 'Always do that's in the parentheses first.' And when he was finished, he said 'On one side of this fence will reside those who are good at math. And on the other will remain those who are bad at math, and woe unto them, for they shall weep and gnash their teeth.'*

*Math does make me think of stainless steel wall – hard, cold, smooth, offering no handhold, all it does is glint back at me. Edge up to it, put your nose against it, it doesn't give anything back, you can't put a dent in it, it doesn't take your shape, it doesn't have any smell, all it does is make your nose cold. I like the shine of it – it does look smart, intelligent in an icy way. But I resent its cold impenetrability, its supercilious glare."*

Naisopiskelija<sup>26</sup>

Alaluokilta lähtien pojat ovat pääasiassa keskenään ja tytöt keskenään. Selitystä tälle ilmiölle on etsitty sekä kasvatuksesta että sukupuolten synnynnäisestä erilaisuudesta. Oli alkuperäinen syy mikä hyvänsä, niin viettäessään aikaa erillään tytöille ja pojille kehittyi erilainen näkemys maailmasta ja erilaiset toimintatavat. Voidaan puhua tyttö- ja

---

<sup>26</sup>Buerk (1982), s. 19

poikakulttuurista, vaikka näiden väliset erot ovatkin lientyneet siitä mitä ne ovat olleet esimerkiksi viisikymmentä vuotta sitten. Kiinnostavan ja elämänmakuisen kuvan tyttökulttuurista antaa Sari Näreen ja Jaana Lähteenmaan (1992) toimittama "Letit liehumaan; Tyttökulttuuri murroksessa". Se on kiinni omassa ajassaan 1980-luvun lopulla, mutta tuo esille paljon sellaista tyttöjen maailmasta, mikä opettajalta usein jää tavoittamatta.

Matematiikkaa (ja muita luonnontieteitä) pidetään vaikeana, sinnikkyyttä ja uhrautumista vaativana alana. Alan tutkijat mielletään objektiivisiksi, loogisiksi, ei-tunteellisiksi ja yksinään työskenteleviksi (Whyte, 1986). Luonnontieteiden ja tekniikan maailma on jäänyt tyttö- ja naiskulttuurille vieraaksi, eikä esimerkiksi naiskirjailijoiden tieteis- ja utopiaromaaneissa niille juurikaan anneta painoa (Wagner, 1986).

Maskuliinisella alalla menestyminen on usein ristiriidassa tytön oman naiskäsityksen ja -roolin kanssa (Duncan, 1989). Tytöt eivät luokittele matematiikkaa yhtä voimakkaasti miesten alueeksi kuin pojat (Frost, Hyde & Fennema, 1994). Kuitenkin he saattavat pelätä muiden reaktiota matematiikassa menestymiseen. Pelko ei ole aivan aiheeton, vaan on näyttöä, että odotukset tyttöjen matematiikassa menestymisen suhteen laskevat ja kielteinen suhtautuminen tyttöjen menestykseen lisääntyy tyttöjen tullessa murrosikään (Fennema & Petersen, 1985). Mikäli tyttö mieltää matematiikan miehiseksi elämänalueeksi ja hänen sukupuoliroolinsa on kovin ahdas, hän ehkä joutuu valitsemaan matematiikassa menestymisen ja oman naisellisuutensa rakentamisen välillä<sup>27</sup>.

Joissakin avaruudellisen hahmottamisen testeissä on havaittu, että tehtävän otsikoinnillakin on vaikutusta sukupuolierojen suuruuteen<sup>28</sup>. Kun osalle testattavista testillä ilmoitettiin mitattavan soveltuvuutta taistelulentäjäksi, toisille soveltuvuutta sisustussuunnittelijaksi, niin edelliseen joukkoon kuuluvat miehet menestyivät testissä parhaiten (Sharps, Price & Williams, 1994). Samoin jo se, että testillä ilmoitettiin mitattavan avaruudellista hahmottamiskykyä riitti tuottamaan sukupuolieroja, joita toisin otsikoidulla testillä ei esiintynyt (Sharps, Welton & Price, 1993). Vastaavassa tutkimuksessaan Richardson (1994) tosin ei havainnut tehtävän otsikoinnilla olevan vaikutusta..

Sukupuoliroolilla on biologista sukupuolta voimakkaampi yhteys oppilaan kouluaineissa menestymiseen (Burke, 1989)<sup>29</sup>. Voidaan siis sanoa, että oppilaan sosiaalinen sukupuoli

<sup>27</sup>Tätä dilemmaa on pohtinut perusteellisemmin Samuel (1983).

<sup>28</sup>Crawford, Chaffin & Fittonin (1995) mukaan

<sup>29</sup>Pollardin (1993) mukaan,

selittää biologista paremmin oppilaan koulumenestystä. Se ei kuitenkaan riitä selittämään kaikkia sukupuolten välisiä suorituseroja (Hamilton, 1995; Signorella & Jamison, 1986; Weebes, Zaidel & Zaidel, 1995).

Kunkin oppilaan kotikasvatus ja elämäkokemukset vaikuttavat siihen millaiseen rooliin hän itseään yrittää sovittaa. Esimerkiksi vanhempien korkea koulutustaso tukee tyttöjen hakeutumista matematiikan kurssille lukiossa (Sysiharju, 1977; Hannula & Tiainen, 1995) sekä miesvaltaisiin ammatteihin (Nummenmaa & Vanhalaka-Ruoho, 1985). Oppimateriaalin stereotyyppiset sukupuoliroolit ja kouluhenkilökunnan sukupuolten mukaan jakautunut työnjako ovat osa oppilaan roolia muokkaavaa koulun piilopetussuunnitelmaa (Acker, 1994). Useat tutkimukset osoittavat, että sosiaaliset taustatekijät vaikuttavat yleensä enemmän tyttöjen kuin poikien asenteisiin ja menestymiseen matematiikassa ja luonnontieteissä (Duncan, 1989; Eccles & Blumenfeld, 1985; Farmer, 1987; Hannula & Tiainen, 1995; Välijärvi & Tuomi, 1995; Zhao, 1993).

Nuoret itse ovat melko sokeita kulttuurinsa sukupuolistereotyyppien vaikutukselle itseensä. Bem (1993) kutsuu ilmiötä sukupuolilinsseiksi (kts s. 31). Kun nuorilta kysytään heidän näkemyksiään tasa-arvokysymyksistä, esittävät he kannattavansa tasa-arvoa ja väittävät, ettei sukupuoli rajoita heidän omaa toimintaansa. Kuitenkin konkreettisissa valinnoissa nuoret noudattavat hyvin perinteisiä sukupuolirooleja. Ilmeisesti tasa-arvokysymys on jäänyt nuorten maailmankuvan sivurakenteeksi, asiaksi jonka yhteyksiä arkipäivään ei havaita. (Rauste-von Wright, 1984; Turunen, 1991)

### **3.2.5. Vastuurationaalisuus**

Miesten ja naisten käyttäytymisen erilaisuutta on onnistuneesti selitetty myös vastuurationaalisuuden käsitettä käyttäen. Kehityopsykologisissa teorioissa psyykinen kehitys kuvattiin aikaisemmin yksilinjaisena lapsuuden epätasa-arvoisuudesta ja epäitsenäisyydestä kohti aikuisen tasa-arvoisuutta ja riippumattomuutta. Naisten voimakkaampi sitoutuminen toisiin ihmisiin tulkittiin minän kehittymättömyydeksi. Gilligan (1982) toi esiin kaksi kehityslinjaa, joista toinen on naisille tyypillinen, toinen miehille ja joissa kummassakin päädytään yksilöön, jonka itsenäisyyteen kuuluu kyky säilyttää yhteys toisiin ihmisiin. Miehisessä kehityslinjassa syntyy ensin riippumaton minä ja vasta myöhemmin uudelleen minän yhteys toisiin. Naisille tyypillisessä kehityslinjassa riippuvuudesta kehittyy vastavuoroisten riippuvuuksien verkko, jossa minä aikanaan kasvaa itsenäiseksi. Gilligan puhuu kehityslinjoihin liittyen kahdesta erilaisesta moraalisesta – välittämisen ja oikeudenmukaisuuden moraalisesta. Naisellinen välittämisen moraal

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

hahmottaa moraaliongelmia kilpailevien velvollisuuksien ristiriitoina. Moraalin kehittämisessä keskeistä on vastuullisuus ihmissuhteissa. Maskuliininen oikeudenmukaisuuden moraaliksi keskittyy yksilöön ja näkee ristiriidat kilpailevien oikeuksien välisinä.

Naisille tyypillisempää kehityskulkua on käytetty selityksenä naisten uhrautuviin ja epäitsekäisiin ratkaisuihin yksityiselämässä, perheessä ja yhteiskunnassa. Naisilla ja työillä työn sisäiset tekijät - työn sisältö, sosiaaliset suhteet ja altruistiset auttamisarvot - ovat ammatinvalinnassa keskeisemmässä asemassa kuin miehillä ja pojilla, jotka yleisemmin korostavat ulkoisia palkkioita ja uralla etenemistä (Rauste-von Wright, 1984; Nummenmaa & Vanhalakka-Ruoho, 1985; Nummenmaa, 1992).

Viimeaikaiset tulokset osoittavat asenne-eron kaventuneen. Naiset arvostavat edelleen työn sisäisiä tekijöitä enemmän kuin miehet, mutta asettavat urakehitykselle ja palkkioille yhtä tiukat vaatimukset kuin miehetkin (Marini, Fan, Finley & Beutel, 1996). Nykynaisen elämänasennetta voidaan kutsua altruistiseksi individualismiksi, joka tarkoittaa vasturationaliteetin läpäisemää yksilöllisyyttä, jossa pyritään oman elämän hallintaan vahingoittamatta ympäristöä ja mahdollisesti jopa edistämällä sen hyvinvointia (Näre & Lähteenmaa, 1992).

Poikien ja tyttöjen suhtautumista matematiikkaan voidaan tutkia vasturationalisuuden kautta. Matematiikka on tyypillisesti kouluissa yksin puurtamista laskutehtävien parissa. Tällainen toiminta on palkitsevampaa sille, joka kokee itsensä autonomisena, muista riippumattomana yksilönä, kuin sille, joka määrittelee itsensä suhteessa muihin. Ne ammatit, joihin välittämisen moraaliksi ja yhteisöllisyys naisia ohjaa eivät ole matemaattisesti painottuneita. Poikkeuksina lääketieteelliset alat, jotka ovatkin voimakkaasti naisistuneet viime vuosikymmeninä.

### **3.3. Aktiivisen tasa-arvo-otteen puuttuminen**

Naisten tullessa perinteisille miesten aloille on opettajien suhtautumisessa voinut Räsänen (1989) mukaan erottaa kolme vaihetta:

1. Tytöt eivät kuulu tänne! Nämä oppiaineet eivät sovi tytöille.
2. Kaikin mokomin tyttöoppilaita, mutta he eivät tule saamaan mitään erityiskohtelua. (Kääntäen: mikään ei muutu vain sen vuoksi, että oppilaina on myös tyttöjä. Tytöt saavat sopeutua.)

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

3. Kehitämme pedagogiikkaa, jotta sekä naiset että miehet hyötyisivät yhtä lailla opetuksesta."

Kuulemieni tarinoiden perusteella sukupolvi sitten ensimmäisessä vaiheessa olevat opettajat eivät olleet mitenkään harvinaisia. Nyt matematiikan opettajien valtaosa on uskoakseni siirtymässä kolmanteen vaiheeseen, jolloin opetukseen sisältyy aktiivinen tasa-arvo-ote.

### 3.3.1. Erilaiset sukupuolet

Tytöt ja pojat ovat erilaisia. Edellä puhuttiin jo tyttö- ja poikakulttuureista samoin kuin poikien ja tyttöjen erilaisista koulukokemuksista. Myös biologinen kehitys kohtelee tyttöjä ja poikia eri lailla. Jo tyttövauvat kehittyvät poikia nopeammin ja alaluokilla tytöt ovat kehittyneempiä. Tytöt saavuttavat myös puberteetin 1-2 vuotta ennen poikia. Useat lahjakkuuserot ilmestyvät tai voimistuvat tässä iässä ja eräänä selityksenä on tarjottu kehitystahdin eroja, jota koulujärjestelmä ei ota huomioon. (Levander, 1993)

On myös esitetty, että tytöt oppisivat poikia paremmin ala-asteen matematiikan opetusta hallitsevan algoritmien opettelun. Siksi tytöillä olisi poikia suuremmat vaikeudet päästä siellä tehokkaaksi havaitsemastaan oppimistyylistä eroon, kun matematiikan opiskelu yläasteella alkaa vaatia muitakin oppimistekniikoita. (Woodrow, 1984; s. 7.)<sup>30</sup>

### 3.3.2. Opetustyylin vaikutus

Tytöt ja pojat ovat erilaisia oppimistyyteiltään. Ei tietenkään ole poikien oppimistyyliä ja tyttöjen oppimistyyliä. Ensinnäkin oppimistyyliä on enemmän, toiseksi oppilas voi käyttää useampia oppimistyyliä ja kolmanneksi kaikkia oppimistyyliä käyttävät sekä tytöt että pojat. Sukupuolierot näkyvät siinä, että ainakin osa oppimistyyleistä on toiselle sukupuolelle 'luontevampia' kuin toiselle.

Suoran suosimisen ja syrjinnän lisäksi tai sijasta opettajan valitsemat opetusmenetelmät voivat syrjiä tai suosia toista sukupuolta. Opettajalla ja hänen valitsemillaan opetusmenetelmillä on voimakkaampi yhteys luokan tyttöjen kuin poikien matematiikan osaamisen ja itseluottamuksen tasoon. Tytöillä eri opetusryhmien välisestä itseluottamuksen vaihtelusta jopa 60% voidaan selittää koulu- ja opettajakohtaisilla muuttujilla, missä keskeisenä on yhteistyön ilmapiiri (Hannula & Malmivuori, 1996).

---

<sup>30</sup>Willisin (1996) mukaan



Runsas kahdenkeskinen opetus ilman avointa kritiikkiä on yhteydessä tyttöjen itseluottamukseen ja matemaattisen suoritustason kasvuun. Kilpailunomainen ilmapiiri ja julkinen kritiikki sen sijaan heikentävät tyttöjen itseluottamusta. Opettajan antamat kehu ja kiitokset kohottavat itseluottamusta vain mikäli ne olivat yhteydessä opettajan korkeisiin odotuksiin oppilaan suhteen. (Eccles & Blumenfeld, 1985)

Opettajan näkemyksellä matematiikan luonteesta on yhteys tyttöjen itseluottamukseen. Sovellusten merkityksen voimakas painottuminen on yhteydessä luokan tyttöjen heikompaan itseluottamukseen. Kun opettajan matematiikkakäsityksessä matematiikan prosessi- ja systeemiluonne<sup>31</sup> saavat suuremman painoarvon, on luokan tyttöoppilaiden itseluottamus korkeampi. Voidaan tulkita, että ensinmainittu matematiikkanäkemyks on maskuliininen ja jälkimmäinen feminiininen, ja tällä olisi vaikutus tyttöoppilaiden suhtautumiseen aineeseen. (Hannula, 1996a)

Opettajan sukupuoli sen sijaan ei ole selittävä tekijä. Mies- ja naisopettajat tosin ovat erilaisia vuorovaikutuksessaan oppilaiden kanssa (mm. Brophy, 1985; Leder, 1992). Sekä nais- että miesopettajien käytökseen vaikuttaa oppilaan sukupuoli ja osaamisen taso. Opettajan sukupuoli ei kuitenkaan näytä vaikuttavan luokassa esiintyvien sukupuolierojen suuruuteen (Hannula & Malmivuori, 1997). Ilmeisesti sekä nais- että miesopettajat 'syrjivät' tyttöjä yhtä voimakkaasti, joskin eri tavoin .

### 3.3.3. Opettaja ei tartu ongelmiin

Kouluhenkilöstö (opettajat, rehtorit, koulutoimenjohtajat, opetuspäälliköt) pitää tasa-arvotavoitetta itsestään selvänä, eikä näe sen suhteen ongelmia. Useimmat esittävät, ettei oppilaan sukupuolella ole merkitystä heidän työskentelyssään, kuitenkin haastatteluissa nousevat esiin opettajien perinteiset roolimallit ja arvostuserot. (Lampela & Lahelma, 1996; Tarmo, 1991)

Oppilaiden keskinäisissä kontakteissa pojat ovat lähes aina tyttöjen suhteen hallitsevassa asemassa (Reay, 1990). Pojat ottavat tilan ja materiaalit haltuunsa. Tytöille jää marginaali, josta pojat eivät ole kiinnostuneita.

Opetusharjoitteluaikani pääsin seuraamaan tyyppiesimerkkiä tällaisesta tilanteesta. Opettaja toi fysiikan tunnille ääntä analysoivan mittalaitteen, joita oli koko koulussa vain

---

<sup>31</sup>Matematiikan prosessiluonteella tarkoitetaan sitä näkemystä, jonka mukaan matematiikan merkitys on sen jatkuvassa kehittämisessä ja systeemiluonteella sitä näkemystä, jonka mukaan matematiikan merkitys on tarkoissa todistuksissa.

yksi. Oppilaat kutsuttiin kokeilemaan sitä, ja ensimmäisinä paikalle ryntäsivät pojat. Yksi pojista otti mikrofonin käkeensä ja kokeili erilaisia ääniä. Toiset olivat piirissä hänen ympärillään ja seurasivat mittarin näyttöä. Tytöt yrittivät kurkkia poikien takaa, mutta kukaan heistä ei kunnolla nähnyt mittaria. Opettajan kehoituksesta toinen oppilas pääsi kokeilemaan laitetta. Toinen poika. Poika toisensa jälkeen sai kokeilla laitetta, tytöt kiertelivät ympärillä kunnes pääsivät näkemään mittarin tai kyllästyneinä palasivat paikoilleen edes näkemättä sitä. Yksikään tyttö ei päässyt kokeilemaan omaa ääntään.

Toinen tyttöjen ongelma on paradoksaalisesti heidän parempi sopeutumisensa koulun sääntöihin. Sekaryhmissä tyttöjen rooliksi jää usein rauhoittaa villimpiä poikia. Tästä on hyötyä opettajalle ja pojille, mutta tyttöjen oma edistyminen hidastuu.

Matematiikan sukupuolikysymystä koskeva tutkimustieto välittyy opettajille melko hitaasti. Esimerkiksi Grevholmin (1995) Ruotsissa haastattelemista yläasteen opettajista vajaa puolet tiesi, että tytöillä on yleensä poikia alhaisemmat odotukset mahdollisuuksistaan matematiikassa.

Skeema
ajattelua ja havaitsemista ohjaava sisäinen malli jonka avulla käsittelemme, tulkitsemme ja järjestellemme informaatiota.

Bemin (1981; 1993) teoria sukupuolilinsseistä tarjoaa kognitiopsykologiaan pohjautuvan selityksen opettajien hitaalle oppimiselle. Tietomme sukupuolten välisistä eroista muodostaa skeeman, joka ohjaa havaintojamme ja tulkintojamme. Informaatio, joka ei sovi skeemoihin jää havaitsematta, unohtuu tai muuttuu helpommin kuin skeemaan sopiva. Tällaisten sukupuolilinsien kautta suodattava arkikokemus luonnollisestikin vahvistaa opettajan omia käsityksiä, eikä tutkijoiden tuottama tieto hänen mielestään vastaa todellisuutta.

Opettajien aktiivisen tasa-arvo-otteen puuttumista on selvitetty myös haastattelemalla opettajia. Yksi opettajien esittämä selitys on oppilaan yksilöllisyyden kunnioittaminen. Oppilaiden huomioiminen yksilöinä onkin hankalasti yhteensovitettavissa ryhmään (tyttöihin) kohdistuvien toimien kanssa<sup>32</sup>. Osa opettajista ei usko, että he voisivat enää vaikuttaa. He selittävät sukupuolille tyypillisiä käyttäytymistä joko biologisilla tekijöillä tai sitten kotikasvatuksen vaikutuksilla: "Kun he tulevat kouluikään, on jo liian myöhäistä."

<sup>32</sup>Skeltonilla ja Hansonilla (1989) on empiiristä näyttöä ala-asteen opettajien lapsikeskeisen opetusnäkökulman ja tasa-arvokysymysten yhteensovittamisongelmista.

Vastuun siirtäminen yksinomaan koulun ulkopuolisten tekijöiden varaan, on tyypillisempää vanhemmille, koulun hierarkiassa asemansa saavuttaneille opettajille. (Riddell, 1992)

Osa opettajista näkee tasa-arvotoiminnan vaarana koulun poliittiselle neutraalisuudelle. Näiden opettajien mielestä koulun tulisi tarjota 'arvovapaa' ympäristö oppilaan itsensä toteuttamiselle. (Riddell, 1992; Whyte, 1986)

### **3.4. Tutkimustulosten harha**

Tutkimukset eivät koskaan anna täysin tarkkaa kuvaa todellisuudesta. Erityisesti sukupuolieroja mittaavien tutkimusten kohdalla on useita systemaattista virhettä aiheuttavia tekijöitä. (Halpern, 1992)

Ensinnäkin sukupuolieroja mittaavien tutkimusten otokset ovat usein jossain suhteessa vinoutuneita. Tyypillisin vinouma on poikien runsaampi osallistuminen matematiikan tai lähiaineiden valinnaiskursseille.

Toiseksi sukupuoleen liittyvää tutkimusta ohjaa erojen, ei yhtäläisyyksien etsintä. Tutkimukset, joissa eroja löytyy päätyvät todennäköisemmin julkaistaviksi ja tunnetuiksi kuin tutkimukset, jotka eivät havaitse sukupuolten välillä eroja. Kuitenkin sukupuolten kesken on enemmän yhtäläisyyksiä kuin erottavia tekijöitä. Näin on kyse myös matematiikan oppimisessa ja siihen liittyvissä asenteissa. Tutkimustulosten välittämä kuva on siis vääristynyt korostaen sukupuolia erottavia tekijöitä.

Kolmanneksi otoskoot ovat useissa tutkimuksissa niin suuret, että hyvinkin pienet ja käytännössä merkityksettömät erot osoittautuvat tilastollisesti merkittäviksi. Kun kirjallisuudessa todetaan, että sukupuolten välinen ero tietyssä suhteessa on vakuuttavasti todettu, se ei vielä tarkoita että tuolla erolla olisi merkitystä. Tässä kirjassa erojen merkitsevyyttä kuvataan poikien ja tyttöjen keskiarvojen erolla suhteessa keskihajontaan. Suurimmillaan ero on avaruudellisen hahmottamisen testeissä, missä keskiarvojen ero on miltei yhtä suuri kuin keskihajonta. Tällöinkin on 24 % mahdollisuus, että satunnaisesti valituista lapsista tyttö on poikaa parempi.

### **3.5. Yhteenveto biologisista ja ympäristöllisistä selitysmalleista**

Markku Hannula: Mitä matematiikan opettajan tulee tietää tytöistä ja pojista?

Sukupuolten välillä on joitakin biologisperäisiä eroja suhteessa matematiikkaan. Avaruudellisen hahmottamisen kyvyn yhteys biologiseen sukupuoleen on melko vakuuttavasti todistettu. Tämän kyvyn yhteyttä matematiikan osaamisen sukupuolieroihin sen sijaan ei ole osoitettu. Vaikka avaruudellisen hahmottamisen kyvyn ja matematiikan osaamisen välinen yhteys todettaisiinkin, on muistettava, että kykyä voi myös harjoittaa.

Biologiset tekijät saattavat selittää sen, että huippulahjakkuuksien joukossa tyttöjen osuus on vain murto-osa poikien määrästä. Muiden oppilaiden kohdalla sukupuolten väliset erot matemaattisissa kyvyissä eivät ole merkittäviä. Biologispohjaiset erot aivorakenteessa tosin saattavat osaltaan selittää sukupuolten välisiä eroja tavoissa oppia matematiikkaa ja ratkoa matemaattisia ongelmia.

Biologiset hypoteesit tarjoavat joitakin mielenkiintoisia mahdollisuuksia tulkita matematiikkaan liittyviä sukupuolieroja. Kaiken kaikkiaan niiden selitysvaikutus on kuitenkin heikko. Koti, koulu ja muu sosiaalinen ympäristö tarjoavat parempia malleja erojen selittämiseksi.

Tyttöjä ja poikia kohdellaan koulussa eri tavoin, mikä ilmeisesti johtaa tyttöjen opittuun avuttomuuteen ja erilaisiin kurssivalintoihin. Tytöt ja pojat eriytyvät kokemuksiltaan myös sen vuoksi, että he elävät kahdessa erilaisessa kulttuurissa. Tyttöjen pojista poikkeavaa arvomaailmaa voidaan kuvata vastuurationaaliseksi. Se johtaa yleensä sellaisiin ammattihaaveisiin, joissa matematiikka ei ole keskeisessä asemassa. Psykososiaalinen ympäristö välittää yleensä stereotyyppistä käsitystä sukupuolten rooleista. Sosiaalinen tausta vaikuttaa voimakkaasti siihen, millaisen sukupuolirooliin oppilas rakentaa itselleen. Matematiikka on historiallisesti ja mielikuvissamme maskuliinista aluetta, eikä matematiikassa menestyminen ole aina yhteensovittavissa naisen roolin kanssa.

Kouluun tullessaan tytöt ja pojat ovat erilaisia ja oppivat parhaiten erilaisissa oppimisympäristöissä. Tytöt ovat poikia herkempiä oppimisympäristön sopivuudelle. Opettajat eivät yleensä huomaa epätasa-arvoa omassa luokassaan tai eivät osaa puuttua ongelmiin. He eivät myöskään tunne sukupuolikysymystä koskevaa tutkimusta kovin hyvin.

#### 4. Toimenpiteistä, joilla ongelmaa on lähestytty

Kun tyttöjen heikko menestyminen matematiikassa alettiin kokea ongelmaksi, kohdistettiin toimenpiteet aluksi tyttöihin. Ajateltiin, että tytöissä on jokin "vika", joka täytyy korjata, jotta tytöt oppisivat matematiikkaa yhtä hyvion kuin pojatkin. Nämä ensimmäisen vaiheen ohjelmat saattoivat sisältää esimerkiksi avaruudellista hahmottamista tai itseluottamusta tukevia harjoituksia.

Useissa 1980-luvun matematiikan ja luonnontieteiden opetusta käsitelleissä toimintatutkimuksissa pyrittiin parantamaan tyttöjen osaamista, muuttamaan asenteita myönteisemmiksi sekä lisäämään kurssivalintoja. Oikein ajoitettuna, organisoituna ja toteutettuna ohjelmilla pystyttiin vaikuttamaan ainakin asenteisiin. Käytettyjä keinoja olivat mm. tyttöryhmille järjestettävä erillisopetus, naisluonnontieteilijöiden vierailut kouluissa ja opetuksen sisältöjen painottaminen uudella tavalla. (Leder, 1992; Whyte, 1985; 1986)

Nämä edustavat toista lähestymistapaa. Niissä on mukana "vikojen korjaamista", mutta opetuksen sisältöjen uudet painotukset ovat seurausta uudesta kysymyksenasettelusta. Siinä hyväksytään lähtökohdaksi, että tyttöjen ja poikien odotukset ja tarpeet ovat erilaiset. perinteinen matematiikan opetus on toiminut poikien ehdoilla, nyt tavoitteena on valita opetusmenetelmät ja oppisiällöt siten, että kaikki kokevat matematiikan oppimisen mielekkääksi.

Sosiaalikirittinen näkökulma katsoo tyttöjen matematiikkaongelmaa aivan toisin. Tämän näkökulman mukaan matematiikan oppisiällöt ja käytännöt ovat muotoutuneet valtarakenteita tukemaan ja ylläpitämään sosiaalista epätasa-arvoa. Koulun piilo-opetussuunnitelma opettaa tytöille, että matematiikka ei ole heidän alaansa. Sen jälkeen matematiikkaa käytetään keskeisenä jatko-opintojen ja ammatinvalinnan ohjauskeinona. Näin uusitaan yhteiskunnan sukupuolitettua työnjakoa. Vaihtoehtoisten opetusmenetelmien ja oppisisältöjen tarjoaminen ei riitä, sillä vain perinteisiä valintoja tehneet pääsevät etenemään halutuimmille paikoille. Ongelman ratkaiseminen ei voi olla helppoa, sillä yhteiskunnan rakenteet pyrkivät ylläpitämään ongelmaa. Matematiikan opettajan on tehtävä oppilailleen näkyväksi näitä alistavat rakenteet ja osoitettava, miten he voivat käyttää matematiikkaa omien etujensa ajamiseen. (Willis, 1996b)

##### 4.1. Erillisopetus

Tämän vuosisadan puoliväliin asti sukupuolen mukaan erotetut tyttö- ja poikakoulut olivat normi, ja yhteiskoulut poikkeuksia. Sittemmin erilliskoulut ovat vähentyneet ja ovat nykyään harvinaisia. Aikanaan erillisiä kouluja perusteltiin valmistamisena erilaisiin tarpeisiin ja järjestelmästä luopuminen on selvästi ollut askel kohti tasa-arvoa. Missä tyttö- ja poikakouluja vielä on, on tutkittu koulumuodon vaikutusta oppilaiden menestymiseen ja asenteisiin.<sup>33</sup> Tulokset ovat osin myönteisiä, mutta niihin on syytä suhtautua varauksellisesti, sillä nämä koulut ovat yleensä muutenkin poikkeavia kulttuuriltaan ja oppilasainekseltaan. Tyttökouluissa oppilaat valitsivat matematiikkaa hieman enemmän kuin tytöt sekakouluissa. Koulumenestyksen suhteen eri tutkimuksissa on saatu ristiriitaisia tuloksia: joidenkin mukaan sekaryhmissä opiskelevat tytöt ovat heikommassa asemassa, toisten mukaan sekaryhmissä opiskelevat menestyvät vähintään yhtä hyvin kuin tyttöryhmissä opiskelevat. Ristiriita saattaa olla näennäistä, ja 11-13 vuotiaiden tyttöjen kohdalla olisi tyttökoulu ja 14-16 -vuotiaille sekakoulu tuloksellisempi opiskeluympäristö (Smith, 1986; 1987).

Selityksenä erillisopetuksen hyödyistä juuri tuossa iässä voi olla tyttöjen varhaisempi murrosikä. Häiriöiden välttämiseksi opettajat ehkä toteuttavat opetuksen lapsellisempien poikien ehdoilla, eikä opiskelu tunnu tytöistä mielekkäältä. Erilliskoulut tarjoavat tytöille mahdollisuuden kasvuun ilman poikien dominointia ja häirintää (Heyward, 1995). Osittaisesta erillisopetuksesta on saatu hyviä kokemuksia useissa kokeiluissa (Esim. Reay, 1990; Whyte, 1986).

Australialaisessa koulussa kokeiltiin tyttöjen ja poikien opettamista matematiikassa erikseen kymmenennellä luokalla, siis pari vuotta 'liian myöhään'. Erillisiä opetussuunnitelmia tytöille ja pojille ei tehty. Kokeilu ei ilmeisesti vaikuttanut poikien ja tyttöjen osaamiseroihin, joskin pojat uskoivat oppineensa vuoden aikana enemmän kuin tytöt. Sukupuolille tyypilliseen tapaan pojat yliarvioivat ja tytöt aliarvioivat oman osaamisensa. Erillisopetuksesta huolimatta pojat siis lisäsivät itseluottamustaan suhteessa tyttöihin. Silti kokeilu kertoi paljon sukupuolten asemasta koululuokassa. Kokeiluvuoden jälkeen oppilaat valikoituivat tasaisemmin matematiikan eri kursseille. Useammat tytöt (73%) kuin pojat (25%) pitivät kokeilusta ja monet ehdottivat, että erillisopetus tulisi toteuttaa aikaisemmin. Tytöt pystyivät mielestään työskentelemään paremmin ilman roolipaineita ja poikien kiusaamista. Kun lukee tyttöjen ja poikien kokemuksia kokeilusta, käy ilmi tyttöjen rooli normaalissa luokassa. Tytöt ovat opetustilanteen rauhoittajia, opettajan apu kurin pitämisessä ja poikien seksiohjeita. (Forgasz & Leder, 1995)

---

<sup>33</sup>Katsauksen näihin tutkimuksiin on tehnyt Leder (1992)

## 4.2. Opetusmenetelmien uudistukset

Opetuksen muuttaminen tasa-arvoa aktiivisesti tukevaksi on syväältävaikuttava uudistusprosessi, joka edellyttää koko koulun kulttuurin uudistamista (Pollard, 1993). Esimerkiksi tyttöjen osallistumista matematiikan valinnaiskursseille on onnistuttu lisäämään eniten uudistusmyönteisissä kouluissa (Lamb, 1996)

Poikien on havaittu dominoivan tyttöjä normaalissa opetustilanteessa. Kokeiluopetuksessa (äidinkieli) on oppilaiden vuorovaikutuskultuuria saatu myönteisemmäksi käyttämällä palauteryhmiä. Ryhmässä luokkatoverit antavat oppilaalle tämän kirjoituksesta palautetta. Palautekeskustelua ohjataan säännöillä, joista tärkeimmät ovat: 1) palautteen antaja kommentoi tekstin myönteisiä asioita ja esittää tekstistä kysymyksiä, sekä 2) palautteen saaja huomioi kysymykset, mutta ei vastaa niihin keskustelun aikana. Vastauskiellolla pyritään välttämään vastakkainasetteluja. Keskustelun puheenvuorot on ennalta määrätty, jotta kukaan ei pääsisi liikaa dominoimaan. Menetelmää käyttänyt ja sitä tutkinut Hoel (1996) uskoo, että menetelmän ansiosta oppilaiden vuorovaikutus muissakin tilanteissa muuttuu rakentavammaksi ja positiivisemmaksi.

Yhteistominnallisuus tukee tyttöjen oppimista (Hannula & Malmivuori, 1996; Solar, 1995). Luokan vuorovaikutusilmapiirin kehittämistä on luultavasti hyötyä tyttöjen matematiikan opiskelulle. Ryhmätyöskentely ei kuitenkaan automaattisesti aina paranna tilannetta. Pienryhmissäkin puheliaat oppilaat dominoivat hiljaisempia ja joidenkin tutkimusten mukaan poikien dominointi olisi voimakkainta oppilaskeskeisissä tilanteissa (Einarsson & Hultman, 1984)<sup>34</sup>.

Luonnontieteiden ja tekniikan opetuksessa on etsitty tyttöjen erityistarpeet huomioivia opetusmuotoja. Tyttöpedagogiikassa fysiikka ja kemia liitetään ihmiskehoon, turvallisuutta painotetaan enemmän kuin vaaroja ja tekniikan vaikutuksista yhteiskuntaan keskustellaan. Oppilaille pyritään antamaan myös esteettisiä kokemuksia ja heidän mielikuvitustaan hyödynnetään. (Smail, 1984)

Matematiikan tutkimus on irtaantunut reaali maailmasta. Kehitystä kuvaa siirtymä euklidisen geometrian reaalista pisteistä ja suorista epäeuklidisen geometrian pisteen ja suoran määritelmiin. Matemaatikoita ei enää kiinnosta pisteen tai suoran olemus, vaan määriteltyjen abstraktioiden suhteet. (Sorvali, 1996)

---

<sup>34</sup>Metson (1992) mukaan

Matematiikassa tyttödidaktiikan yksi osa voisi olla matemaattisten rakenteiden ja reaali maailman yhteyksien korostaminen.

### **4.3. Järjestelmätason uudistukset**

Botswanassa valtion kouluissa sukupuolten väliset suorituserot matematiikassa ovat kaksinkertaiset yksityisiin yhteiskouluihin verrattuna (Duncan, 1989). Kiinassa vanhempien odotukset vaikuttivat enemmän tyttöjen menestymiseen tavallisessa koulussa kuin eliittikoulussa (Zhao, 1993). Unkarissa sukupuolten väliset erot ovat peruskoulutasolla pienet, mutta kasvavat erittäin suuriksi lukiossa (Báthory & Leimu, 1994). Nämä havainnot antavat aiheen olettaa, että koulujärjestelmällä on yhteys sukupuolierojen suuruuteen, vaikka selitys saattaa löytyä muualtakin.

Iso-Britanniassa uudistettiin vuonna 1988 luonnontieteiden ja matematiikan kansallisia arvosteluohjeita siten, että uudistuksen jälkeen muun muassa ryhmätyötaidot vaikuttivat arvosanaan. Tyttöjen kiinnostus luonnontieteiden valintaan kasvoi tuon jälkeen ja he alkoivat myös menestyä poikia paremmin. Hyvien arvosanojen määrän lisääntyminen nosti kritiikkiä arvostelun höllentymisestä ja vuonna 1994 ryhmätyön osuutta arvosteluohjeissa pienennettiin. (Harding & Parker, 1995)

Sammonsilla (1995) on kuitenkin havaintoja, joiden mukaan ajanjaksolla tyttöjen edistyminen suhteessa poikiin oli todellista, eikä vain muuttuneen arvostelun aiheuttamaa harhaa.

Australiassa hallituksen toimenpiteet matematiikan sukupuolikysymykseen tarttumiseksi ovat kenties laajimmat maailmassa. Uudistusten toteutusta on kritisoitu puolittaiseksi ja sirpaleiseksi, vanhan päälleliimaamiseksi. Toimet ovat kuitenkin tuottaneet tuloksia. Tyttöjen osallistuminen matematiikan valinnaiskursseille on lisääntynyt ja myös suoritukset ovat parantuneet (Blackmore ym. 1996). Australia on yksi niistä harvoista maista missä tytöt ovat matematiikassa menestyneet poikia paremmin, vaikka ero ei olekaan tilastollisesti merkitsevä (Lokan, Ford & Greenwood, 1996). Uudistuksista ovat hyötäneet myös pojat (Leder, 1996).

### **4.4. Ehdotuksia opetuksen uudistamiseksi**



Opettajat kokevat keskeiseksi tehtäväkseen oppitunnin hallitseminen tilanteena. Tämä nostaa opettajan keskeisiksi tavoitteiksi rutiinit ja ennakoitavuuden. Tällöin opetuksen uudistuksen käytännöllisyyden kriteereiksi nousevat a) instrumentaalisuus (tarvitaan ohjeita, ei periaatteita), b) yhteensopivuus vanhan käytännön kanssa sekä c) kustannushyöty (onko saavutettava tulos vaivannäön arvoinen). (Doyle & Ponder, 1977)<sup>35</sup>.

Tasa-arvo-ohjelmat harvoin täyttävät nämä ehdot. Tässä kappaleessa pyrin antamaan ainakin osittaisia vastauksia näille odotuksille. Onnistuakseen hyvin, uudistustyö edellyttää myös nykyistä runsaampaa opettajien yhteistyölle varattavaa aikaa sekä yhteistyötä ja uudistuksia tukevaa ilmapiiriä. (Hargreaves, 1984, Hatton, 1987)

Vastuu muutoksen aikaansaamiseksi on opettajien perus- ja täydennyskoulutuksella siltä osin, että sukupuolikysymyksen ongelmat tulevat opettajille tiedoksi. Vastuu on myös yksittäisillä opettajilla siinä, että he osallistuvat aiheesta järjestettävään täydennyskoulutukseen ja toimivat omien koulujensa muutosagenteina.

Kenties tärkein tehtävä opettajalla on tulla tietoisiksi kulttuurin välittämistä "sukupuolilinsseistä", jotka väistämättä vääristävät omia havaintoja. Sen jälkeen on mahdollista huomata omassa työssään ja työyhteisössään vallitsevat tavat ja normit, jotka ylläpitävät sukupuolia eriyttävää opetussuunnitelmaa. Kokeeksi voi pitää yksinkertaista kirjanpitoa muutaman tunnin ajan tyttöjen ja poikien tuntiosallistumisesta. Montako kertaa tytöt ja pojat vastaavat tunnin aikana, montako kertaa kysyvät, kuinka usein opettaja antaa kiitosta ja moitetta? Vielä parempi on, jos saat opettajakollegasi suorittamaan tämän tarkkailun.

Luokka-asteilla 5-7 kannattaa harkita matematiikan opetuksen eriyttämistä. Kansainväliset tutkimukset osoittavat, että tuossa iässä tyttöjen ja poikien erillisopetuksella on myönteisiä vaikutuksia tyttöjen matematiikan oppimiseen ja heidän matemaattisen minäkuvansa muotoutumiselle. Vaikka erillisiä tyttö- ja poikaluokkia ei matematiikkaan järjestettäisikään, kannattaa kokeilla opetuksen eriyttämistä luokan sisäisesti esimerkiksi teettämällä ryhmätöitä.

Oppikirjojen on todettu ylläpitävän perinteisiä roolimalleja. Varsinkin ala-asteella oppilaille tulee tarjota roolimalleja myös älyllisesti vahvoista naisista. Valmis oppimateriaali ei niitä välttämättä tarjoa, mutta kirjallisuutta aiheesta on jo saatavilla. Paitsi historiasta,

---

<sup>35</sup>Ackerin (1994) mukaan.

luonnontieteissä ja matematiikassa menestyneitä naisia voi etsiä myös ympäriltään: tutkimuksen ja teollisuuden piiristä.

Lukioon pyrkivät oppilaat kysyvät usein neuvoa matematiikan opettajaltaan pohtiessaan matematiikan kurssivalintaa. Opettajan on syytä huomioida neuvoja antaessaan, että tytöillä on usein taipumus aliarvioida omia kykyjään.

Opettajille on annettu mm. seuraavanlaisia ohjeita sukupuolten välisen tasa-arvon lisäämiseksi oppitunneilla:

- \* Ei stereotyyppisiä tehtävänantoja tytöille ja pojille. Anna kaikille mahdollisuus osallistua kaikkiin tehtäviin.
- \* Ole hyvänä mallina tasa-arvoisesta kohtelusta.
- \* Haasta sukupuoleen liittyvät väärinkäsitykset nostamalla aiheet luokkakeskusteluun.
- \* Järjestä luokat niin, etteivät oppilaat ryhmitä sukupuolen mukaan.
- \* Älä tue (vain) perinteisiä roolimalleja, vaan anna tilaisuuksia tutustua useisiin erilaisiin roolimalleihin.
- \* Tarkista oppimateriaalisi: onko se vinoutunut, tasa-arvoinen vai sukupuolen huomioiva.
- \* Osallistu koulun sääntöjen uudistamiseen ja varmista että ne ovat tasa-arvoiset.
- \* Rohkaise tyttöjä käyttämään välineitä, jotka tyypillisesti ovat vain poikien käytössä.
- \* Järjestä ryhmätyöt siten, että tytöillä on tasavertainen mahdollisuus osallistua.
- \* Tarjoa oppilaillesi tilaisuuksia yhteistoiminnalliseen oppimiseen.

(Scott & McCollum, 1993)

Havaitaan tyypillinen kasvatustieteen soveltamista vaikeuttava ongelma: eri tutkimusten perusteella päädytään esittämään osin ristiriitaisia suosituksia. Näissä ohjeissa kielletään oppilaiden ryhmittäminen sukupuolen mukaan ja vain hieman aikaisemmin erillisopetusta suositeltiin. On kuitenkin huomioitava se yhteys, jossa ohjeet annetaan. Sukupuolten eriytymisen välttäminen on yleisohje kaikille luokka-asteille ja kaikissa aineissa. Erillisopetusta suositellaan vain osassa aineista ja vain tiettyinä ikä kautena. Yleisperiaatteena pysyköön sukupuolten opettaminen yhdessä, mutta 11–13 vuotiaiden erillisopetusta matematiikassa kannattaa kokeilla.

Olen pro gradu -työni (Hannula, 1996a) perusteella etsinyt johtolankoja sellaisen opetuksen luomiseksi, joka saisi tytöt onnistumaan ja uskomaan kykyihinsä matematiikassa yhtä hyvin kuin pojat. Tässä joitakin ehdotuksia:

Matematiikka on jatkuvasti kehittyvä järjestelmä, joka perustuu tarkkoihin todistuksiin. Näissä ominaisuuksissa on matematiikan todellinen voima, joka vetoaa myös tyttöihin. Älä korosta liikaa sovellusten merkitystä matematiikassa.

Älä luota valmiiseen oppimateriaaliin. Oppikirjan opettajaopas on hyvä lähtökohta, mutta koulun omalla opetussuunnitelmalla ja koulussa tehtävällä materiaalilla tuloksia saa parannettua.

Luo opetuksesi perusyksiköksi 2-5 oppilaan pienryhmät. Pyri luomaan luokkaasi yhteistyökulttuuri. Vältä kilpailua ja julkista kritiikkiä. Käytä tietokoneita ja konkreettista materiaalia. Uudista opetustasi rohkeasti, ellet jo ole sitä tehnyt. Valitse oppikirja, joka tukee valitsemiasi opetusratkaisuja.

Huomaa tyttöjen osaaminen ja luo heille uskoa omiin kykyihinsä. Anna palaute mieluummin kahden kesken kuin julkisesti. Rohkaise heitä valitsemaan lukiossa laajan matematiikan kurssi, he kaipaavat ratkaisulleen tukea.

Esittämäni ohjeet ovat tarkoituksella instrumentaalisia ja siksi myös epätarkkoja. Uskon kuitenkin, että perusluonteeltaan opetus ei ole tiedettä, vaan "taidetta, eikä tiede milloinkaan luo taidetta itsestään. Tarvitaan välittävä luova mieli, joka ainutlaatuisuuttaan hyödyntäen soveltaa tietoa." (James, 1899, s 7–8)<sup>36</sup>. Opetus on aina sovitettava tilanteen mukaan käyttäen kaikkea kertynyttä tietoa ja kokemusta.

Opetuksen muotojen muuttaminen ei auta kovin pitkälle, jos ajatusmaailma taustalla pysyy ennallaan. Tekniikan, luonnontieteiden ja matematiikan tyttöprojekteja on syytetty siitä, että se on vain yksi uusi naisen alistamisen muoto. Kriitikot uskovat, että naiset halutaan valjastaa miehisen maailman käyttövoimasi, miesten ehdoilla. Sen vuoksi paketin sisältö on uusittava, ei vain käärettä. Satu Hassi (1996) kirjoitti fysiikan opetuksen uuden painotuksen tarpeesta<sup>37</sup>. Hieman muokattuna se soveltuu ohjeeksi matematiikan opetukselle: Matematiikan opetuksessa on painotettava ainakin kolme asiaa. Ensinnäkin sitä, että kyse on todellisuuden lainalaisuuksien ymmärtämisestä, eikä kaavoilla näpräämisestä. Toiseksi sitä, että matemaattiset lainalaisuudet eivät koske vain lukuja, vaan kaikkia olioita, myös eläviä. Kolmanneksi sitä, että matematiikan opiskelusta eivät hyödy vain matemaatikot ja insinöörit, vaan siitä on hyötyä kaikilla elämän aloilla, konserttisalista keittiöön.

<sup>36</sup>Husénin (1990) mukaan

<sup>37</sup>Hassi (1996): "Fysiikan opetuksessa on painotettava ainakin kolme asiaa. Ensinnäkin sitä, että kyse on luonnonilmiöiden ymmärtämisestä, eikä kaavoilla näpräämisestä. Toiseksi sitä, että nämä lainalaisuudet eivät koske vain koneita, vaan kaikkia olioita, myös eläviä. Kolmanneksi sitä, että fysiikan opiskelusta eivät hyödy vain insinöörit, vaan siitä on hyötyä kaikilla elämän aloilla, sirkusteltasta keittiöön"

#### 4.5. Tulosten yhteenveto

Pojat ja tytöt eroavat toisistaan matematiikan osaamisessa monin tavoin, mutta eivät kovin voimakkaasti. Tytöt ovat parempia nuorissa ikäluokissa ja laskutaitoa mittaavissa tehtävissä. Yli 15 vuotiaat pojat menestyvät tyttöjä paremmin ongelmanratkaisutehtävissä ja geometriassa. Sukupuolieron suuruus vaihtelee eri maiden välillä ja se on kaventunut viime vuosikymmeninä. Huippulahjakkuuksien joukossa poikien osuus on pysynyt moninkertaisena tyttöihin nähden, nämä tutkimukset ovat tosin rajoittuneet Yhdysvaltoihin.

Erot asenteissa ovat selvemmat kuin erot osaamisessa. Pojat pitävät matematiikkaa selvästi enemmän miesten alana kuin tytöt. Tytöt luottavat myös vähemmän omiin matemaattisiin kykyihinsä. Oletettavasti asenteiden kohdalla maiden väliset erot ovat suuremmat kuin osaamisessa vaikka tätä ei olekaan erikseen tutkittu.

Tyttöjen ja poikien erilainen aivotoimintojen organisointi on luultavasti merkittävä selittävä tekijä matematiikan huippulahjakkuuksien miesvaltaisuuksessa. Avaruudellisen hahmottamisen kykyerot selittänevät myös osittain poikien paremman menestyksen tietyissä tehtävätyypeissä, esimerkiksi geometriassa. Kykyjen sukupuolierot eivät kuitenkaan ole minkäänlainen este tyttöjen menestymiselle matematiikan opinnoissa.

Kirjallisuudesta löytyi useita vaikutusmekanismeja, joilla psykososiaalinen ympäristö voi tuottaa sukupuolieroja matematiikan osaamisessa ja siihen liittyvissä uskomuksissa ja asenteissa. Eri selitysmallit ovat osittain päällekkäisiä ja niiden keskinäinen vertailu on vaikeaa. Yhtenäistä teoriaa niistä en edes yrittänyt laatia. Keskeisiä ympäristöjä ovat koti, koulu ja tiedotusvälineiden luoma mediaympäristö. Tässä kirjassa on keskitytty lähinnä kouluympäristön vaikutuksiin. Eri teorioiden vaikutusmekanismit perustuvat oppilaan biologiseen tai sosiaaliseen sukupuoleen. Biologiseen sukupuoleen pohjautuvat mallit selittävät sukupuolierojen syntyä tyttöjen ja poikien erilaisella kohtelulla. Sosiaaliseen sukupuoleen pohjautuvat mallit puolestaan nostavat keskeiseksi oppilaan omat ratkaisut.

Matematiikan sukupuolierojen kaventaminen vaatii aktiivista tasa-arvo-otetta opetuksessa. Australian esimerkki osoittaa että määrätietoisella työllä tuloksia voi saavuttaa. Keskeisiä uudistustarpeita ovat tyttöjen rohkaiseminen matematiikan opintoihin, yhteistoiminnallisten menetelmien käytön lisääminen opetuksessa sekä positiivisten roolimallien esittäminen oppikirjoissa. Oppisisällöt olisi kriittisesti arvioitava naisnäkökulmasta lähtien.

Matematiikan ja sukupuolen välisistä yhteyksistä tiedetään jo varsin paljon. Aiheesta ei kuitenkaan ole rakennettu "yhtenäisteoriaa", joka yhdistäisi eri tiedonmurut

kokonaiskuvaksi. Tämäkään kirja ei sellaiseen pyri, mutta toivoakseni tämä kirja auttaa lukijaa luomaan aiheesta oman, henkilökohtaisen näkemyksen.

### Lähteet:

- Acker, S. 1994. Gendered education. Buckingham: Open university press.
- Ahonen, S. 1996. Historiatietoisuus oppimistuloksena. Teoksessa: Jakku-Sihvonen R., Lindström A. & Lipsanen S. (toim.) Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa. Opetushallitus. Yliopistopaino, 375–407.
- Annett, M. 1992. Spatial ability in subgroups of left- and right-handers. *British Journal of Psychology* 83, 493–515.
- Báthory & Leimu
- Becker, D. F. & Forsyth, R.A. 1994. Gender differences in mathematics problem solving and science: a longitudinal analysis. *International journal of educational research* 21 (4), 407–416.
- Becker, B. J. & Hedges, L. V. 1984. Meta analysis of cognitive gender differences: Comment on an analysis by Rosenthal and Rubin. *Journal of educational psychology* 76, 583–587.
- Bem, S.L. 1993. *The lenses of gender: Transforming the debate on sexual inequality*. New Haven Yale University Press.
- Benbow, C.P. 1986. Physiological correlates of extreme intellectual precocity. *Neuropsychologia* 24, 719–725.
- Benbow, C.P. 1988a. Sex differences in mathematical reasoning ability in intellectually talented preadolescents: their nature, effects and possible causes. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 169 - 183.
- Benbow, C.P. 1988b. Sex differences in precocious mathematical reasoning ability: Not illusory, not easily explained. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 189 - 194.
- Berger-Sweeney, J.; Arnold, A.; Gabeau, D. & Mills, J. 1995. Sex differences in learning and memory in mice: Effects of sequence of testing and cholinergic blockade. *Behavioral Neuroscience* 109 (5), 859–873.
- Blackmore, J., Kenway, J., Wills, S. & Rennie, L. 1996. Feminist dilemmas: an Australian case study of a whole-school policy approach to gender reform. *Journal of curriculum studies* 28 (3), 253–280
- Block, R.A., Arnott, D.P., Quigley, B. & Lynch, W 1989. Unilateral nostril breathing influences lateralized cognitive performance. *Brain and cognition*, 9, 181–190.
- Bohlin, C.F. 1994. Learning style factors and mathematics performance: Sex-related differences. *International Journal of Educational Research*. 21 (4), 387–398
- Brandon, P.R. & Jordan C. 1994. Gender differences favoring Hawai'i's girls in mathematics achievement: Recent findings and hypothesis. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* (1) 18–22.
- Buerk, D. 1982. Experience with some able women who avoid mathematics. *For the learning of mathematics*, 2 (3), 28–32.
- Burke, P.J. 1989. Gender identity, sex and school performance. *Social psychology quarterly* 52 n:o 2: 159–169.
- Cardinal, M. 1981. *Vapauttavat sanat*. Helsinki: KK kirjapaino.
- Crawford, M., Chaffin, R & Fitton, L. 1995. Cognition in social context. *Learning and Individual Differences*, 7 (4), 341–362

- Creemers, Bert P.M. & Knuver, Anja W.M. 1989. Country reports: the Neatherlands. In B. Creemers, T. Peters & D. Reynolds (ed.). Shool Effectiveness and Shool Improvement. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Damico, S.B. 1975. Sexual differences in the responses of elementary pupils to their classroom. *Psychology in the schools*. 12, 462–467.
- Davis, M. & Emory, E. 1995. Sex differences in neonatal stress reactivity. *Child Development*, 66 (1), 14–27.
- Doyle, W. & Ponder, G. A. 1977. The practicality ethic in teacher decision-making. *Interchange*, 8, 1–12.
- Duncan, W.A. 1989. Engendering School Learning. Science, Attitudes and Achievement among Girls and Boys in Botswana. Institute of International Education. University of Stockholm.
- Dweck, S. & Bush, E. 1976. Sex differences in learned helplessness: 1. Differential debilitation with peer and adult evaluators. *Developmental psychology* 12 (2), 147–156
- Dweck, C. S. & Licht, B. G. 1980. Learned helplessness and intellectual achievement. In J. Garber & M. Seligman (eds.) *Human helplessness; Theory and application*. New York: Academic Press.
- Eccles, J.S. 1986. Gender-roles and women's achievement. *Educational researcher*. 15 (6), 15–19.
- Eccles, J.S. & Blumenfeld, P. 1985. Classroom experiene and student gender: Are there differences and do they matter?. In L Wilkinson & C.B. Marrett (ed.) *Gender influences in classroom interaction*. Academic press.
- Eddowes, M., Sturgeon, S. & Coates, E. (1980). *Mathematics education and girls*. Sheffield: Sheffield city polytechnic.
- Einarson, J. & Hultman, T. 1984. *Godmorgon pojkar och flickor. Om språk och kön i skolan*. Stockholm. Liber förlag.
- Eisenstein, S. 1984. *Contemporary feminist thought*. London: Unwin.
- European Comission. 1996. *Key data on education in the European Union*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Fennema, E. & Carpenter, T. 1981. The second national assesment and sex-related differences in mathematics. *Mathematics Teacher*, 74(7), 554–559.
- Fennema, E. & Peterson, P. 1984. *Classroom prosesses and autonomous learning behavior in mathematics (Final report, National Science Foundation, SE8-8109077)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Fennema, E. & Peterson, P. 1985. Gender related differences in mathematics. In L Wilkinson & C.B. Marrett (ed.) *Gender influences in classroom interaction*. Academic press.
- Fennema, E. & Tartre, L.A. 1985. The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research of Mathematics Education* 16, 184-206
- Forgasz, H.J. & Leder, G.
- ~~~~~
- ~~~~~

- ~~~~~  
~~~~~  
~~~~~
- Wost, L. A., Hyde, J. S. & Fennema, E. 1994. Gender, mathematics performance, and mathematics related attitudes and affect: a meta-analytic synthesis. *International Journal of Educational Research* 21 (4), 373–385.
- Gilligan, C. 1982. *In a different voice*. Cambridge: Harvard.
- Golub, S. 1976. The effect of premenstrual anxiety and depression on cognitive function. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 99–104.
- Grant, L. 1982. Sex roles and statuses in peer interactions in elementary schools (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association). New York.
- Grevholm, B. 1995. Gender and mathematics education. Theory into practice. In E. Pehkonen (ed.) *NORMA-94 conference; Proceedings of the Nordic conference on mathematics teaching (NORMA-94) in Lahti 1994*, 78–84.
- Halpern, D.F. 1992. *Sex Differences in Cognitive Abilities*. London: Erlbaum.
- Hamilton, C.J. 1995. Beyond sex differences in visuo-spatial processing: The impact of gender trait possession. *British Journal of Psychology* 86, 1–20.
- Hampson, J. G., Hampson, J. & Money, J. 1955. The syndrome of gonadal agenesis (ovarian agenesis) and male chromosomal pattern in girls and women: psychological studies. *Bulletin of Johns Hopkins Hospital*, Vol. 97.
- Hanna, G. 1994. Cross-cultural gender differences in mathematics education. *International Journal of Education* 21 (4), 416–424.
- Hannula, M. 1996a. *Itseluottamusta etsimässä; Tytöt, pojat ja matematiikka peruskoulun päättöluokalla*. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, matematiikan laitos.
- Hannula, M. 1996b. *Tyttöjen ja poikien itseluottamus matematiikassa peruskoulun päättyessä*. Teoksessa: *Nautinnon lähteillä; Aineen opettaminen ja luovuus; Ainedidaktiikan symposiumi helsingissä 2.2.1996* (toim. Seppo Tella). Tutkimuksia 163. Helsingin yliopisto, opettajankoulutuslaitos. 319–326
- Hannula, M. & Malmivuori, M.-L. 1996. Feminine structures in mathematical beliefs and performances. In E. Pehkonen (ed.) *Current state of research on mathematical beliefs; Proceedings of the MAVI-3 workshop; August 23–26, 1996*. Research report 170. Department of Teacher Education, University of Helsinki.
- Hannula, M. & Malmivuori, M.-L. 1997. Gender differences and their relation to mathematics classroom context. *Julkaistaan teoksessa: Proceedings of the PME-21*.
- Hannula, M. & Tiainen, J. 1995. *Miksi tytöt valitsevat lukion laajan matematiikan harvemmin kuin pojat?* Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. (AD-seminaarityö, julkaisematon moniste).
- Harding, J. & Parker, L. H. 1995. Agents for change: policy and practice towards a more gender inclusive science education. *International Journal of Science Education*, vol 17, 4, 537–553.
- Harding, S. 1986. *The science question in feminism*. Milton Keynes: Open University Press.
- Hargreaves, A. 1984. Experience counts, theory doesn't: How teachers talk about their work. *Sociology of Education* 57, 244–254.
- Harshman, R.A. 1988. A variety of brains. *Behavioral and Brain Sciences* 11, 193–194.

- Hassi, S. 1986. Naiset ja tekniikka. Selvitys tasa-arvoasiain seminaarille Naiset Tekniikka ja luonnontieteet 26.–27.9.1986 Helsingissä. Tasa-arvoasiain neuvottelukunnan monisteita 6/1986
- Hassi, S. 1996. Saako luonnontieteilijä olla inhimillinen? *Ote-opetus ja teknologia* 4 (3), 2
- Hatton, E. 1987. Determinants of teacher work: Some causal complications. *Teaching and teacher education* 3, 55–60.
- Heinämaa, S. 1989. Tiedon kohteena: Imettävä akateemikko. Teoksessa: Heinämaa, S. (toim.) *Naisen tieto*. Helsinki. Art House. 59–71.
- Heister, G., Landis, T., Regard, M. & Schroeder-Heister, P. 1989. Shift of functional cerebral asymmetry during the menstrual cycle. *Neuropsychologia*, 27, 871–880.
- af Heurlin, M. 1995. Lukion laajan ja yleisen matematiikan oppimäärän valitsemiseen vaikuttaneista tekijöistä tytöillä ja pojilla lukion päättöluokalla. *Seminaarityö*. Helsingin Yliopisto, Opettajankoulutuslaitos. Julkaisematon moniste.
- Helve, H. 1992. Tyttöjen kriittinen maailmankuva. Teoksessa: Näre, S. & Lähteenmaa, J. (toim.) *Letit liehumaan. Tyttökulttuuri murroksessa*. Tietolipas 124. Helsinki. SKS, 246–256.
- Heyward, C. B. 1995. Catching up: gender values at a Canadian independent school for girls, 1978–93. *Gender and education* 7 (2), 189–204.
- Hines, M. 1990. Gonadal hormones and human cognitive development. In J. Balthazart (Ed.), *Hormones, brain and behavior in vertebrates; 1. Sexual differentiation, neuroanatomical aspects, neurotransmitters and neuropeptides*, (51-63). Basel:Karger.
- Hoel, T. L. 1996. Kjønn, interaksjon ob elevsamarbeid. *Nordisk pedagogik* 16 (1), 30–41.
- Hoeven-van Doorum, A.A. van der; Jungbluth, P. & Voeten, M.J.M. 1988. De betekenis van streefdoelen voor leerprestaties aan het einde van leerjaar 8 van de basisschool. Paper presented on the Dutch Educational Research conference, Leuven, Belgium. {The effect on aspiration levels set by teachers on achievement at the end of primary education}
- Husén, T. 1990. *Education and the Global Concern*. Oxford: Pergamon Press
- Hyde, J.S. 1981. How large are cognitive gender differences? *American Psychologist* 36, 892–901.
- Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. 1990. Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological bulletin* 107, 139–155.
- Hyde, J. S. & Linn, M. C. 1988. Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 104, 53–69.
- Imsen, G. 1987. Hvorfor velger jenter son de gjoer? *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 2, 82–90.
- Jakku-Sihvonen, R. 1996. Rehtoreiden arvioita opetuksen saavutettavuudesta ja tasa-arvosta. Teoksessa: *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa* (toim.) Jakku-Sihvonen R., Lindström A., Lipsanen S. Opetushallitus. Yliopistopaino 1996.
- James, W. 1899. *Talks to teachers on psychology*. London: Longmans, Green and Co.
- Johnston, S. 1994. Choosing mathematics: "You need it even if you don't want to do it". *Australian journal of education* 38 (3), 233–249
- Jones, L. & Smart, T. 1995. Confidence and mathematics. *Gender and education* 7 (2), 157–166
- Kangasniemi, E. 1989. Opetussuunnitelma ja matematiikan koulusaavutukset. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A 28*. Jyväskylä.
- Keller, E. F. 1988 (1985). *Tieteen sisarpuoli*. Tampere: Vastapaino.



- Kelly, A., Smail, B. & Whyte, J. (1981). Initial GIST survey: Results and implications. Manchester, Girls Into Science and Technology.
- Kelly, A. et al. 1982. Gender roles at home and school. *British Journal of Sociology of Education* 3 (3), 281–295.
- Komiteanmietintö 1988:17. Tasa-arvokokeilutoimikunnan mietintö. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Kosonen, P. 1983. Peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten uranvalinnan kehittyneisyys. Työvoimapolitiittisia tutkimuksia 44. Työvoimaministeriö, suunnitteluosasto. Helsinki.
- Kupari, P. 1983. Millaista matematiikkaa peruskoulun päättyessä osataan; Yhdeksäsluokkalaisten oppimistulokset keskeisessä matematiikassa. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuja* 342.
- Kupari, P. 1996. Miten peruskoululaisten matematiikan oppimiselle on käynyt säästöjen kourissa? Teoksessa: Jakku-Sihvonen R., Lindström A. & Lipsanen S. (toim.) *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa*. Opetushallitus. *Yliopistopaino* 436–450.
- Lahelma, E. 1987. Sukupuolten tasa-arvo koulussa. *Opetusministeriön suunnittelusihteeristön julkaisuja* 4/1987.
- Laine, E. & Pihko, M. 1991. Kieliminä ja sen mittaaminen. Jyväskylän yliopisto. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia* 47.
- Lamb, S. 1996. Gender differences in mathematics participation in Australian schools: some relationships with social class and school policy. *British educational research journal* 22 (2), 223–240.
- Lampela, K. & Lahelma, E. 1996. Tytöt ja pojat peruskoulussa – kouluhenkilöstön näkemyksiä tasa-arvosta. Teoksessa: Jakku-Sihvonen R., Lindström A. & Lipsanen S. (toim.) *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa*. Opetushallitus. *Yliopistopaino* 225–240.
- Lantz, A.E. & Smith, G.P. 1981. Factors influencing the choice of nonrequired mathematics courses. *Journal of educational psychology*. 73 (6). 825–837.
- Leder, G. 1992. Mathematics and Gender: Changing Perspectives. In D.A. Grouws, (ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan. 597–622
- Leder, G. 1995. Equity inside the mathematics classroom: Fact or artifact? In Secada, W.G., Fennema, E. & Adajian L.B (eds.) *New directions for equity in mathematics education*. Cambridge University Press.
- Leder, G. 1996
- Levander, S. 1993. Biologiska skillnader i intelligens mellan könen förstärks i den svenska skolan. Teoksessa: *Visst Är Vi Olika! Utbildningsdepartementet. Arbetsgruppen kvinnligt och manligt i skolan*. Tukholma: Norstedts.
- Licht, B. G. & Dweck, C. S. 1987. Sex differences in achievement orientations. In M. Arnot & G. Weiner (eds.): *Gender and the politics of schooling*. London: Unwin-Hyman.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. 1986. A meta-analysis of gender differences in spatial ability: Implications for mathematics and science achievement. In J. S. Hyde & M. C. Linn (Eds.) *The Psychology of gender: Advancec through meta-analysis* (67–101). The Johns Hopkins University, Baltimore, USA.
- Lloyd, G. 1984. *The man of reason: 'Male' and 'female' in western philosophy*. London: Methuen.

- Lokan, J., Ford, P. & Greenwood, L. 1996. Maths and science on the line: Australian junior secondary students' performance in the Third International Mathematics and Science Study. Melbourne, Australian Council for Educational Research.
- Luukkainen, Jouni (toim.) 1996. Department of Mathematics, University of Helsinki, Annual Report 1995.
- Marini, M. M., Fan, P.-L., Finley, E. & Beutel, A. M. 1996. Gender and job values. *Sociology of education* 69 (1), 49–65.
- Marsh, H. W. 1990. Influences of internal and external frames of reference on the formation of math and English self-concepts. *Journal of Educational Psychology* 82 (1), 107–116.
- Marsh, M.W. & Rowe, K.J. 1996. The effects of single-sex and mixed-sex mathematics classes within a coeducational school: A reanalysis and comment. In. *Australian journal of education* 40 (2), 147–161.
- McGuinness, D. 1976. Sex differences in the organisation of perception and cognition. Teoksessa Loyd, B. ja Archer, J. (toim.) *Exploring sex differences*. ss. 123–156. New York: Academic Press.
- McKeever, W. 1995. Hormone and hemisphericity hypotheses regarding cognitive sex differences: possible future explanatory power, but current empirical chaos. *Learning and Individual differences*, 7 (4), 323–340
- Meece, J. L., Eccles-Parsons, J., Kaczala, C. M., Goff, S. B. & Futterman, R. 1982. Sex differences in math achievement: Toward a model of academic choice. *Psychological Bulletin* 91, 324–448.
- Merchant, C. 1983. *The death of nature: Women, ecology and the scientific revolution*. San Francisco: Harper & Row.
- Metso, T. 1992. Yhdessä vai erikseen? Tytöt ja piilo-opetussuunnitelma. Teoksessa: Näre, S. & Lähteenmaa, J. (toim.) *Letit liehumaan. Tyttökulttuuri murroksessa*. Tietolipas 124. Helsinki. SKS, 270–283.
- Nummenmaa, A-R & Vanhalakka-Ruoho, M. 1985. Toisen sukupuolen ammattiin suuntautuminen: Ammatti, sukupuoli ja työmarkkinat tutkimusprojektin loppuraportti. *Työvoimapolitiittisia tutkimuksia* 55. Työvoimaministeriö, suunnitteluosasto. Helsinki.
- Nummenmaa, A-R. 1992. Toisen sukupuolen ammatti nuoren koulutusvalintana. työpoliittinen tutkimus 31. Työministeriö. Helsinki. Valtion painatuskeskus.
- Näre, S. & Lähteenmaa, J. (toim.) *Letit liehumaan. Tyttökulttuuri murroksessa*. Tietolipas 124. Helsinki. SKS
- Näre, S. & Lähteenmaa, J. 1992. Yhteenveto. Moderni suomalainen tyttöys: altruistista individualismia. Teoksessa: S. Näre & J. Lähteenmaa (toim.) *Letit liehumaan. Tyttökulttuuri murroksessa*. Tietolipas 124. Helsinki. SKS, 329–337.
- Pehkonen, E. 1995. Pupils' view of mathematics; Initial report for an international comparison project. Department of teacher education, University of Helsinki. Research report 152. Helsinki.
- Pehkonen, E. 1996. Peruskoulun oppimistuloksia tasa-arvonäkökuulmasta: tytöt, pojat ja matematiikka. Teoksessa: Jakku-Sihvonen R., Lindström A. & Lipsanen S. (toim.) *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa*. Opetushallitus. Yliopistopaino, 336–351.
- Pasanen, U-M. 1996. Englannin ja ruotsin kielen taidoista peruskoulun päättövaiheessa. Teoksessa: Jakku-Sihvonen R., Lindström A. & Lipsanen S. (toim.) *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa*. Opetushallitus. Yliopistopaino, 352–362.

- Plomin, R. ja Foch, T.T. 1981. Sex differences and individual differences. *Child Development*, 52, 383–385.
- Pollard, D. S. 1993. Gender and achievement. In S.K. Biklen & D.S. Pollard (ed.) *Gender and education. Ninety-second yearbook of the national society for the study of education*. The university of Chicago press.
- Puttonen, H. 1985. Nuorten tulevaisuuden perspektiivi peruskoulun päättyessä. Jyväskylän yliopisto, kasvatustieteiden laitos. Julkaisuja A6.
- Rauste-von Wright, M-L. 1982. Koulutuksen tutkimukseen ja suunnitteluun liittyvää pohdintaa kognitiivisen psykologian ja suomalaisten nuorten elämänprosessin valossa. Turun yliopisto, psykologian tutkimuksia 57.
- Rauste-von Wright, M-L. 1984. Näkökulmia tyttöjen ja poikien ihmis- ja maailmankuvaan. Teoksessa tytöt, pojat ja nuoruus. Tasa-arvoasiain neuvottelukunnan monisteita 7/1984.
- Reay, D. 1990. Girls' groups as a component of anti-sexist practise—one primary schools experience. *Gender and education* 2 (1), 37–48.
- Richardson, J.T.E. 1994. Gender differences in mental rotation. *Perpetual and Motor Skills* 78, 435–448
- Riddell, S.I. 1992. *Gender and the politics of curriculum*. London: Routledge.
- Robitaille, D.F. 1992. Characteristics of schools, teachers and students. In L. Burstein (ed.) *The IEA study of mathematics III: student growth and classroom processes*. Oxford: Pergamon.
- Rosenthal, R. & Rubin, D. B. 1982. Further meta-analytic procedures for assessing cognitive gender differences. *Journal of Educational Psychology* 74 (5), 708–712.
- Ruotsalainen, R. 1995. Kadotettu sukupuoli. *Tiede ja edistys* 20 (4), 310–317.
- Räsänen, L. 1989. Är lärarna intresserade av jämställdhetsförsök? BRYT AVAA. Yhteispohjoismainen BRYT-projekti tiedottaa. Marraskuu 1989. s.16.
- Sammons, P. 1995. Gender, Ethnic and Socio-economic Differences in Attainment and Progress: a longitudinal analysis of student achievement over 9 years. *British Educational Research Journal*, vol 21, 4, 465-486.
- Samuel, J. 1983. Mathematics and science – introduction. In Janie Whyld (ed.): *Sexism in the secondary curriculum*. London: Harper & Row.
- Sanders, B.; Soares M.P. & D'Aquila, J.M. 1982. The sex difference on one test of spatial visualization: A nontrivial difference. *Child development* 53, 1106–1110.
- Scott, E. & McCollum, H. 1993. Making it happen: Gender equitable classrooms. In S.K. Biklen & D.S. Pollard (ed.) *Gender and education. Ninety-second yearbook of the national society for the study of education*. The university of Chicago press.
- Sharps, M., Price, J. & Williams, J. 1994. Spatial cognition and gender: Instructional and stimulus influences on mental image rotation performance. *Psychology of Women Quarterly*, 18, 413–426
- Sharps, M., Welton, A. & Price, J. 1993. Gender and task in the determination of spatial cognitive performance. *Psychology of Women Quarterly*, 17, 71–83
- Signorella, M. L. & Jamison, W. 1986. Masculinity, femininity, androgyny and cognitive performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 100, 207–228.
- Skelton, C. & Hanson, J. 1989. Schooling the teachers: Gender and initial teacher education. In S. Acker (Ed.) *Teachers, gender and careers*. Lewes: Falmer press.
- Smail

- Smart, T. 1995. Confidence and mathematics: A gender issue? *Gender and Education* 7 (2), 157–166.
- Smith, S. 1986. *Separate tables? An investigation into single sex setting in mathematics.* London: Her Majesty's Stationery Office.
- Smith, S. 1987. *Separate beginnings?* Manchester Equal Opportunities Commission.
- Smolak, L. 1986. *Infancy.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Solar, C. 1995. An Inclusive Pedagogy in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics* 28 (3), 311–333.
- Sorvali, T. 1996. Esitelmä ainedidaktiikan symposiumissa Helsingissä 2.2.1996.
- Staberg, E–M. 1992. Olika världar – skilda värderingar; hur flickor och pojkar möter högstadiets fysik, kemi och teknik. Umeå Universitet.
- Strassberg-Rosenberg, G. & Donlen, T. 1985. Content influences on sex differences in performance and aptitude tests. Paper presented at the annual meeting of National Council for Measurement in Education, Washington, USA (March 1985).
- Sutherland, M. B. 1982. *Sex bias in education.* Oxford, Basil Blackwell.
- Sysiharju, A-L. 1977. Lukio opiskelupaikkana ensimmäisen luokan kokemusten valossa. Lukiotutkimus 1964–71: lukion aloittaminen. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuja 280. Jyväskylä.
- Tartre, L.A. 1990. Spatial skills, gender and mathematics. In E. Fennema & G Leder (ed.) *Mathematics and gender*, 27–59. New York: Teachers College
- Taube, K. 1988. *Reading acquisition and self concept.* Umeå: Umeå Universitet.
- Tarmo, M. 1991. Opettajan sukupuoliinssit. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja *Kasvatus*, 22 (3) 195–204.
- Tuomi, P. 1996. Peruskoululaisen minäkuva oppijana. Teoksessa: Jakku-Sihvonen, R., Lindström, A., Lipsanen, S. (toim.) *Toteuttaako peruskoulu tasa-arvoa?* Opetushallitus.
- Turunen, A-L. 1991. Jos olisin tyttö – jos olisin poika. Lasten ja nuorten käsityksiä sukupuolista. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja *Kasvatus*, 22 (3) 220–226.
- Updegraff, K. A., McHale, S. M. & Crouter A. C. 1996. Gender roles in marriage: What do they mean for girls' and boys' school achievement. *Journal of youth and adolescence* 25 (1), 73–88.
- Väljärvi, J. & Tuomi, P. 1995. Lukio nuorten valintojen ja oppimisen ympäristönä. Jyväskylän yliopisto, kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 60.
- Wagner, I. 1986. Voidaanko tekniikkaan ja luonnontieteisiin löytää naisnäkökulma? Seminaariraportissa: Varsa, H. (toim.) *Naiset, tekniikka ja luonnontieteet.* Tasa-arvoasiain neuvottelukunnan monisteita 8/1986.
- Walkerdine, W. 1989. Femininity as performance. *Oxford review of education* 15 (3), 267–279
- Webb, N. 1982. Interaction patterns: powerful predictors of achievement in cooperative small groups. (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association). New York
- Weebes, N.Y.; Zaidel, D.W. & Zaidel, E. 1995. Effects of sex and sex role attributions on the ear advantage in dichotic listening.
- Whyte, J. 1985. Girl friendly science and girl friendly school. In J. Whyte, R. Deem, L. Kant, & M. Cruickshank (ed.) *Girl friendly schooling.* Lontoo: Methuen.

- Whyte, J. 1986. *Girls into Science and Technology: the story of a project*. Lontoo: Routledge & Kegan Paul.
- Willis, S. 1996a. The power of mathematics: For whom? In Kenway, J & Willis, S. (ed.) *Hearts and minds: Self-esteem and the schooling of girls*.
- Willis, S. 1996b. Gender justice and the mathematics curriculum: Four perspectives. In L. H. Parker, L. J. Rennie and B. J. Fraser (eds.) *Gender, science and mathematics; Shortening the shadow*. Kluwer Academic. Dordrecht, The Netherlands.
- Wolleat, P.; Pedro, J.; Becker, A. & Fennema, E. 1980. Sex differences in high school student's causal attributions of performance in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11 (5), 356–366.
- Woodrow, D. 1984. Cultural impacts on children learning mathematics. *Mathematics in schools*, 13 (5), 5–7.
- Zhao, S. 1993. *Chinese Science Education; A Comparative Study of Achievement in Secondary Schools Related to Student, Home and School Factors*. *Studies in Comparative and International Education* 26, Institute of International Education, Stockholm University