

**TEKNOLOGIAN LEGO / Dacta OPPIMATERIAALIT JA
OPETTAJAN OPPAAT HOLISTISESSA TARKASTELUSSA**

Karo Gustafsson

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Kevät 2002

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Gustafsson Karo Raikas Petteri. 2002. Teknologian LEGO/Dacta oppimateriaalit ja opettajan oppaat holistisessa tarkastelussa. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitos. 92s. 1 liite.

Teknologinen osaaminen on muodostunut yhteiskunnassamme yhä merkittävämmäksi taidoksi. Teknologiakasvatuksen tehtävä perusopetuksessa on tarjota oppilaille teknologisia perustaitoja ja ymmärrystä teknologisista rakenteista. Samalla on alettu tajuta teknologisten ratkaisujen yhteiskunnallinen merkitys ja niitä vastaavien matemaattis-luonnontieteellisten ilmiöiden yhteyden ymmärtämisen tärkeys.

Olen arvioinut omassa tutkimuksessani neljä LEGO/ Dacta oppimateriaalisarjaa ja niitä vastaavat tehtävämonisteet ja opettajan oppaat. Olen arvioinut myös materiaaleihin läheisesti kuuluvat erilliset opettajan oppaat. Arvioinnissa olen keskittynyt materiaalien yhteiskunnallisen ja matemaattis-luonnontieteellisen taustan ja innovaatio- ja oppimisprosessin sekä opetussuunnitelmaneuvojen esiintymiseen.

Tutkimukseni on luonteeltaan laadullinen oppimateriaalin arviointitutkimus. Olen arvioinut materiaalin arviointilomakkeen avulla, jossa on käytetty numeerista kolmiluokkaista arviointiasteikkoa ja sanallista sisällön kuvailua. Tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi olen käyttänyt triangulaatiota siten, että oman arvioinnin tueksi olen saanut asiantuntijapalautteen niin aineiston keruuvaiheessa, kuin analysointivaiheessakin.

Tutkimukseni osoittaa, että tutkimieni materiaalien taustalla on huomioitu voimakkaimmin innovaatio- ja oppimisprosessi. Yhteiskunnallinen ja matemaattis-luonnontieteellinen tausta on myös huomioitu, mutta aihealueiden käsittely on sekavaa ja epä johdonmukaista. Opetussuunnitelmaneuvo on tutkituissa materiaaleissa kaikkein heikoiten huomioitu. Toisaalta erillisissä opettajan oppaissa opetussuunnitelman huomiointi on hyvää tasoa, joten niiden avulla koko materiaalin keskiarvo nousee. Tutkimusmateriaali soveltuu teknologian opetukseen hyvin, mutta opettajalle jää silti vastuu muodostaa henkilökohtainen ja riittävän laaja näkemys teknologiasta, ennen kuin hän aloittaa materiaalien käytön.

Avainsanat: Teknologia, yhteiskunta, matemaattis-luonnontieteellisyys, teknologiakasvatus, teknologiakompetenssi, holismi, laadullinen oppimateriaalitutkimus.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	6
2 HOLISTINEN TEKNOLOGIAKASVATUS.....	8
2.1 Taustaa teknologia -käsitteen teoreettiselle määrittelylle.....	8
2.1.1 Teknologia etymologisena käsitteenä.....	10
2.1.2 Teknologia, historiallinen mitättömyys.....	11
2.1.3 Teknologia yhteiskunnassa - väline vai järjestelmä?.....	11
2.1.4 Luonnontiede, matematiikka ja teknologia	14
2.1.5 Teknologinen yleissivistys ja teknologiakompetenssi.....	17
2.1.6 Teknologia koulussa - teknologiakasvatus.....	19
2.1.7 Legot opetusvälineenä.....	22
2.2 Teknologia, matemaattis-luonnontieteelliset aineet ja käsityö opetussuunnitelman perusteissa.....	25
2.2.1 Teknologia, luonnontiede ja matematiikka opetussuunnitelmassa.....	26
2.2.2. Käsityö ja teknologia opetussuunnitelmassa.....	28
2.3 Perusteluja teknologian holistiselle tarkastelulle.....	30
2.3.1 Teknologiakompetenssin tasot.....	30
2.3.2 Teknologisen sivistyksen holistinen perusta.....	32
2.3.3 Teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisyyden didaktinen suhde.....	34
2.3.4 Innovaatio-, suunnittelu-, tiedostamis- ja oppimisprosessi teknologiassa ja koneenrakennuksessa.....	36
2.4 Tutkimusmateriaalin matemaattis-luonnontieteellisen tausta.....	39
3 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSONGELMAT.....	40
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	42
4.1 Tutkimuksen rajaus.....	42
4.2 Tutkimuksessa käytetty materiaali.....	43

4.3 Tutkimusmenetelmät.....	45
4.3.1 Tutkimuksen yleisiä piirteitä.....	45
4.3.2 Oppimateriaalitutkimuksen merkitys ja traditio.....	46
4.3.3 Laadullisen tutkimuksen peruspiirteitä tutkimukseni kontekstissa.....	47
4.3.4 Tarkennettu kvalitatiivinen tutkimusote LEGO/Dacta oppimateriaalien arviointia varten.....	49
4.3.5 Aineiston kerääminen arviointilomakkeen avulla.....	50
4.3.6 Tutkimusaineiston analysointimenetelmät.....	51
4.4 Tutkimuksen luotettavuus.....	52
4.5 Tutkimustulosten raportointi.....	54
5 NELJÄN LEGO/ Dacta OPPIMATERIAALISARJAN JA OPETTAJAN OPPAIDEN ARVIOINNIN TULOKSET.....	55
5.1 Tulosten käsittelyn erityispiirteitä.....	55
5.2 Yhteiskunnallinen tausta tutkitussa materiaalissa.....	55
5.2.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu.....	55
5.2.2 Yhteenveto aineiston yhteiskunnallisesta taustasta.....	59
5.3 Matemaattis-luonnontieteellinen tausta tutkitussa materiaalissa.....	60
5.3.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu.....	60
5.3.2 Yhteenveto aineiston matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta.....	64
5.4 Innovaatio- ja oppimisprosessin huomiointi tutkitussa materiaalissa.....	65
5.4.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu.....	65
5.4.2 Yhteenveto aineiston innovaatio- ja oppimisprosessin huomioinnista....	71
5.5 Opetussuunnitelmalliset neuvot tutkitussa materiaalissa.....	72
5.5.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu.....	72
5.5.2 Yhteenveto aineiston opetussuunnitelmaneuvoista.....	75
6 POHDINTA.....	76
LÄHTEET.....	81
LIITTEET.....	86

Liite 1: Arviointilomake.....86

1 JOHDANTO

Jokainen meistä kohtaa teknologisen maailman arkipäivässään miltei kaikissa tilanteissa. Laajasti ajateltuna teknologiaa ovat kaikki ihmisen tuottamat välineet, eivätkä vain korkean teknologian sovellukset, kuten teknologia suppeasti ottaen käsitetään. Teknologian levinneisyydestä huolimatta, suuri osa ihmisistä on huonosti valmistautunut elämään yhä nopeammin teknistyvässä maailmassa. (Carelse 1988, 102)

Koulutuksen avulla voimme parantaa tulevien sukupolvien kykyä kohdata teknologisen yhteiskunnan ongelmat ja antaa heille valmiudet selviytyä tulevaisuuden haasteista (Cheek 1992,1). Samankaltaiseen johtopäätökseen päätyy myös Parikka (2000). Hänen mukaansa tasapuolisen ja tasa-arvoisen koulutuksen avulla takaamme sen, että kaikki saavat samanlaisen teknologisen yleissivistyksen. Tulevaisuudessa teknologinen kehittyminen saattaa johtaa siihen, että osa ihmisistä syrjäytyy yhteiskunnasta, tai tulee ainakin yhä enemmän riippuvaisiksi muiden ihmisten toiminnasta ja päätöksistä. (Parikka, Rasinen & Kantola 2000, 11) Vaikka teknologialla tarkoitetaan laajasti ottaen kaikkia ihmisen keksimiä apuvälineitä, on informaatioteknologialla suuri merkitys nykyaikaisen ihmisen elämässä. Parantaaksemme ihmisten osaamista ja ymmärrystä tälläkin teknologian alueella, on ihminen ja inhimillisyys tuotava aikaisempaan voimakkaammin mukaan osaksi teknologista maailmaa (Isomäki & Marttunen 2001, 14).

Teknologiakasvatus on nykyisellään muodostunut käsitteeksi, jonka avulla teknologista osaamista kouluissa opetetaan. Teknologiakasvatus ei ole oma oppiaineensa, vaan lähinnä aihekokonaisuus, jonka sisältöjä voidaan ottaa opetuksen sisällöiksi peruskoulun oppiaineiden tunneille. Meillä teknologiakasvatus on perinteisesti liittynyt osaksi teknisen opetusta.

Teknologian ja yhteiskunnan välinen suhde on teoreettisesti monimutkainen, kuten myös teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisyys suhde. Teknologialla on vuorovaikutus molempiin ja omassa tutkimuksessani olen rajautunut tarkastelemaan tätä suhdetta teoreettisesti. Teknologian ja yhteiskunnan suhteesta seuraa se, että teknologia tulee huomioida myös koulussa. Matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta seuraa puolestaan se, että teknologia ja matemaattis-luonnontieteelliset aineet sisältävät runsaasti

yhteisiä piirteitä. Teknologiakasvatuksen rooli on luoda mahdollisuus näiden asioiden holistiselle tarkastelulle, jotta teknologinen yleissivistys saisi pohjaa muodostumiselleen.

Teknologia-oppiaineen puutteesta johtuen teknologiaan liittyvät asiat pitää siis käsitellä muiden aineiden tunneilla. Teknologian oppimiselle suunnatut oppimateriaalit pitäisikin tästä syystä laatia siten, että ne sisältäisivät holistisen oppimisnäkömyksen mukaisesti oppisisältöjä olemassa olevien oppiaineiden aloilta. Tutkimuksen päämääränä on ollut selvittää kuinka LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjoissa 73200 (hammaspyörät), 73210 (vivut), 73220 (väkipyörät) ja 73230 (pyörät ja akselit) on huomioitu yhteiskunnallinen näkökulma ja toisaalta matemaattis-luonnontieteellinen tarttumapinta teknologisen käsitteen taustana. Perustan arvioinnin luomaani teoreettiseen viitekehykseen ja sen mukaisesti laatimaani tutkimusasetelmaan.

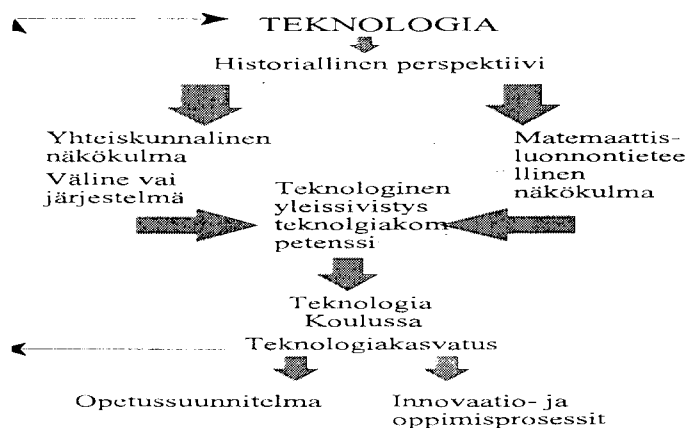
Tutkimuksen teoreettisen moninaisuuden vuoksi tutkimuksen laatiminen on ollut erittäin haasteellinen tehtävä. Olen laatinut tutkimusraporttini siten, että teoriaosuudessa edetään tutkimuksen kannalta yleiskäsitteistä erityiskäsitteisiin. Metodiosassa esitellään tutkimustehtävä, tutkimusongelmat, tutkimusmateriaali sekä tutkimusmenetelmät. Viimeisissä luvuissa keskitytään tutkimuksen tuloksiin ja pohdintaan.

2 HOLISTINEN TEKNOLOGIAKASVATUS

Omassa tutkimuksessani keskityn arvioimaan pohjautuuko teknologiakasvatuksen LEGO/Dacta -oppimateriaalit ja opettajan oppaat holismiin matemaattis-luonnontieteellisessä ja yhteiskunnallisessa viitekehyksessä. Ennen keskittymistä tutkimukseni metodiseen ja empiiriseen osioon luon katsauksen niihin perusteisiin, jotka ovat tutkimukseni kannalta merkityksellisiä. Tarkoitukseni on selvittää peruskäsitteistöä ja luoda näin pohjaa tutkimusongelmani kokonaisvaltaiselle ymmärtämiselle.

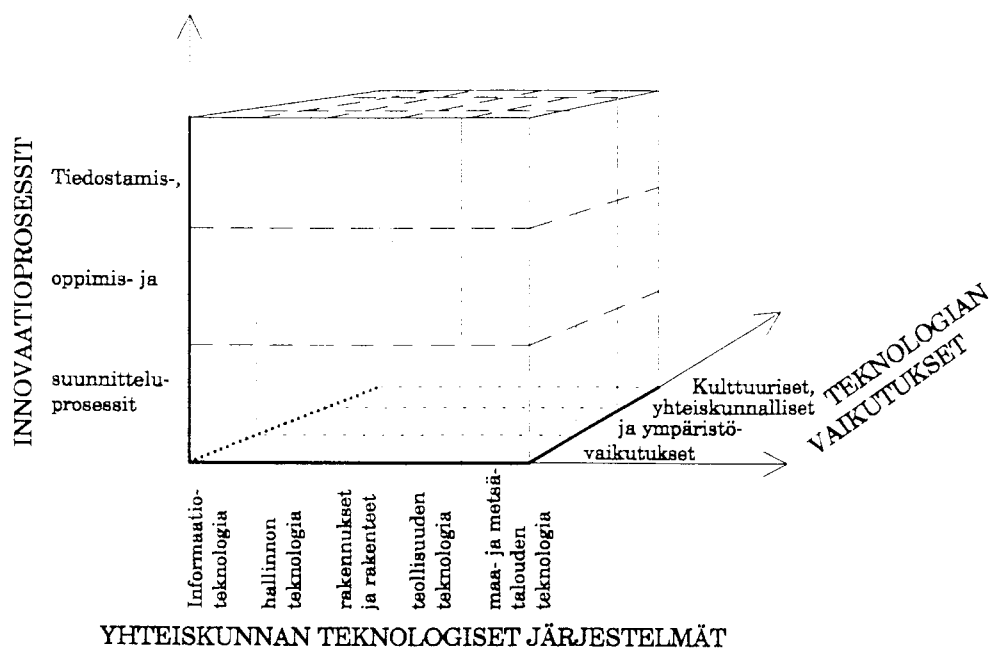
2.1 Taustaa teknologia käsitteen teoreettiselle määrittelylle

Teknologia käsitteen moninaisuudesta seuraa usein se, että määrittely saattaa muodostua liian laaja-alaiseksi, eikä riittävää teoreettista syvyyttä pääse syntymään. Luettuani alan kirjallisuutta ja tutustuttuani aiheeseen uusimpien tutkimusten avulla olen huomannut kuinka laajasti ja moniulotteisesti aihetta on käsitelty. Pitkällisen pohdiskelun lopputuloksena olen päässyt itseäni tyydyttävään rajaukseen. Seuraavassa kuviossa näkyy se etenemisjärjestys, jonka mukaan aion käsitellä teknologiaa. Käsitteilyjärjestykseni on deduktiivinen. Etenen tutkimuksessani yleiskäsitteistä tutkimukseni erityiskäsitteisiin. Samalla muodostuu kokonaisuus, joka selittää teknologian roolia ja kouluissa annettavan teknologiakasvatuksen tarpeellisuutta. Tutkimusongelmani huomioiden, kykenen kuvion avulla tarkentamaan oman tarkasteluni Lego/Dacta -oppimateriaalien ja opettajan oppaiden matemaattis-luonnontieteelliseen ja yhteiskunnalliseen näkökulmaan, sekä teknologiakasvatuksen näkökulmasta innovaatio- ja oppimisprosessin ja opetussuunnitelmaneuvojen tarkasteluun.



Kuvio 1. Tutkimuksen teorettinen rakenne

Teorettisesti tukeudun omassa teknologia -käsitteen määrittelyssä Parikan (1998) esittelemään teknologian määrittelyn kuutiomalliin (Parikka 1998, 72). Olen täydentänyt määrittelyä tutkimusongelmani huomioiden. Mallin mukaisesti tulen käsittelemään teknologian yhteiskunnallista olemusta ja teknologian innovaatioprosesseihin liittyen erityisesti teknologian tiedostamista. Oman tutkimusongelmani mukaisesti keskityn myös teknologian ja matemaattis- luonnontieteellisten aineiden suhteeseen.



Kuvio 2. Teknologian määrittelyn kuutiomalli (Parikka 1998, 72)

2.1.1 Teknologia etymologisena käsitteenä

Teknologiasta puhuttaessa on syytä selvittää, mitä kyseinen käsite tarkoittaa. Yleisesti ajatellaan, että teknologiaa ovat ne tekniset ratkaisut, joita ihminen on luonut tai joiden luomiseen hänellä on taitoa ja osaamista (von Wright 1987, 32). Teknologian perimmäisen tarkoituksen selvittäminen kuitenkin vaatii kyseisen käsitteen etymologista tarkastelua.

Teknologia käsite rakentuu kahdesta kreikan kielen sanasta *tekhne* ja *logos*. Sana *tekhne* tarkoittaa taitoa ja *logos* puolestaan asioiden merkitysten ja sisäisen järjestyksen ymmärtämistä. Teknologia tarkoittaa tekniikkaa, joka perustuu tieteelliseen tietoon. Tietoon *logoksesta*, joka on *tekhneen* pohjana. (Niiniluoto 1989, 48; von Wright 1987, 23, 32)

Suomessa teknologia on aikaisemmin käsitetty suppeasti ja sitä on pidetty oppina raaka-aineiden mekaanisesta tai kemiallisesta jalostuksesta, kuten metsäteknologiasta, lihateknologiasta jne. Nykyään teknologia käsitteellä viitataan myös teknisiin välineisiin ja artefakteihin, kuten urheilu- ja avaruusteknologiaan. Etymologisessa mielessä teknologia on kuitenkin ymmärrettävissä ennemminkin taito-opiksi. (Niiniluoto 1989, 52; Itkonen 1985)

Aikion (2000) mukaan teknologialla tarkoitetaan niitä tieteitä, jotka käsittelevät teknisiä järjestelmiä ja menetelmiä. Toisaalta teknologia on oppi työmenetelmistä, joita käyttäen raaka-aineita muokataan jalostustuotteiksi. Täsmälleen edellisen kaltaiseen määrittelyyn pohjautuu myös Turtian (1995) määrittely teknologiasta.

Etymologisesta yksiselitteisyydestään huolimatta teknologia esiintyy siis mitä moninaisimmissa yhteyksissä ja sen monimerkityksisyys tunnustetaan. Teknologia -käsite on niin moniulotteinen, että sen rajaus on vaikeaa, koska jopa kokeneilla tutkijoilla ja kirjoittajilla on asiasta erilainen näkemys. Yhteenvetona voidaan todeta, että teknologiaan kuuluvat toiminnan välineet - keinotekoiset esineet eli artefaktit. Samalla teknologiaan kuuluu myös näitä artefakteja koskevat tiedot, taidot ja menetelmät. (Lemola 2000, 10)

2.1.2 Teknologia. Historiallinen mitättömyys

Historiallisessa mielessä teknologia on yhtä vanha kuin ihminen itse, mutta vasta teollisen vallankumouksen katsotaan avanneen teknologian kehittymistä hillinneet portit. Teknologinen kehitys oli varsin kiivasta jo myöhäisellä keskiajalla. Tällöin keksittiin mm. tuulimyllyt, ruuti, kompassi ja kirjapaino. (Lemola 2000, 11) Teknologia itsessään on syntynyt kuitenkin jo paljon aikaisemmin, ennen matematiikkaa ja klassisia luonnontieteitä, kuten fysiikkaa, kemiaa ja biologiaa.

Ihmiskunta on kehittänyt historiansa aikana monenlaisia välineitä. Erityisissä historiallisissa olosuhteissa kehittyi toisenlainen kulttuuri, jota kutsutaan tieteeksi. Tiede on teknologiaa nuorempi, eikä se ole välttämätön ihmislajin säilymisen kannalta. Tiede on kuitenkin nopeuttanut teknologian kehitystä valtavasti ja avannut sille koko ajan lisää toiminta-alueita. Länsimainen tiede ja moderni teknologia ovat siis historiallisesti kaksi eri prosessia. Nykyaikana ne kuitenkin nivoutuvat yhteen mitä moninaisimmin suhtein. (Heinämaa 1999, 26)

Teknologian historian vaikuttaessa ihmisen menneisyyteen, on teknologian historiallinen merkitys kuitenkin jäänyt yllättävän vähälle huomiolle. Tähän on johtanut erityisesti se, ettei teknologialla ole ollut historian tutkimuksessa luonnollista paikkaa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen historiankirjoituksessa teknologian asema on erittäin marginaalinen ja sitä ei käsitellä juuri ollenkaan yhteiskuntaa muokkaavana voimana. Amerikkalaisten kirjoittama historia kertoo tarkasti demokratian synnystä ja liittovaltion muodostumisesta, mutta ei sisällä lainkaan kuvausta teknologiasta ja sen merkityksestä yhteiskunnalle ja yksilölle. (Michelsen 2000, 63)

2.1.3 Teknologia yhteiskunnassa, väline vai järjestelmä?

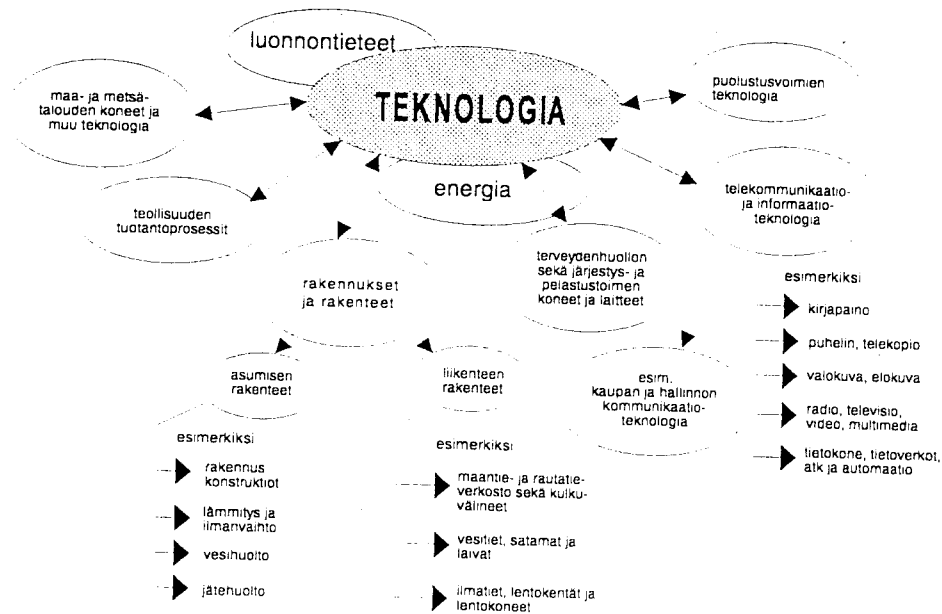
Teknologialla on sekä tieteellinen että yhteiskunnallinen ulottuvuutensa (Lattu 1999, 23). Ymmärtääksemme teknologiaa kunnolla meidän on asetettava se sosiaaliseen, kulttuuriseen ja ympäristön kontekstiin. Teknologia on vaikuttanut ja vaikuttaa edelleen voimakkaasti yhteiskuntaan, politiikkaan, talouteen ja meidän jokapäiväiseen elämäämme. (International Technology Education Association 2000, 56)

Teknologian käsitteellisestä moninaisuudesta huolimatta sen vaikutus yhteiskuntaamme on ollut koko ihmiskunnan historian ajan erittäin merkittävä. Teknologiasta on tullut väistämätön osa jokaisen ihmisen arkea ja sitä on mitä moninaisimmissa muodoissa kaikkialla elinympäristössämme (Kananoja, Kari & Parikka 1997, 31).

Teknologian mahtia ihmisen ja yhteiskunnan elämää säätelevänä voimana ei voida pitää uutena keksintönä. Viimeisten kahden vuosisadan aikana kyseinen käsitys on syöpynt syvälle kulttuuriimme. Teknologiadeterminismi eli käsitys teknologian autonomisesta kehittämisestä on muovannut voimakkaasti ajatteluamme. (Michelsen 2000, 69 - 70) Marxilaiset teoretikot olivat puolestaan sitä mieltä, että yhteiskunnalliset muutokset vaikuttavat teknologiseen kehitykseen. 80-luvulla deterministisen ja marxilainen mallin rinnalle nousi interaktiivinen malli. Tässä mallissa teknologia ei yksin muuta yhteiskuntaa, vaan yhteiskunnalliset muutokset vaikuttavat myös teknologiseen kehitykseen. Teknologia ja yhteiskunta siis elävät vuorovaikutuksessa. (Cranberg 1999, 37)

Yhteiskunnan ja teknologian välistä vuorovaikutusta kuvattaessa voidaan nojata jo edellä esittelemiini teknologiadeterminisimiin, marxilaisiin yhteiskunta malleihin tai interaktiiviseen vuorovaikutusmalliin. Kaikki nämä teoriat kuvaavat suhdetta omalla tavallaan. Lemola (2000) esittää kuitenkin yhteiskunnan ja teknologian suhteen monimutkaisemmaksi, kuin kyseisten teorioiden antamat totuudet. Lemolan mukaan suhdetta kuvaa paremminkin verkosto, vaikka senkin antama mielikuva on vaillinainen. (Lemola 2000, 11)

Yhteiskunnan kannalta teknologia voidaan nähdä myös kokonaisuuksina, eräänlaisina teknologiajärjestelminä. Tällaisia teknologisia järjestelmiä ovat mm. makroteknologioiksi kutsutut järjestelmät, telekommunikaatio- ja informaatioteknologiat, energiateknologiat, ympäristö- ja rakennusteknologiat. Yksittäisiä teknologisia välineitä, laitteita ja koneita sekä niiden taustalla olevia toimintaperiaatteita kutsutaan perusteknologioiksi. (Kananoja, ym. 1997, 31) Alla olevassa kuviossa on yksilöity yhteiskunnan kannalta keskeisimmät teknologiset järjestelmät.



Kuvio 3. Yhteiskunnan keskeiset teknologiset järjestelmät (Parikka 1998, 32)

Teknologia voidaan nähdä yhteiskunnan kannalta toisaalta edellisen kaltaisina järjestelminä tai toisaalta välineinä. Yhtäältä sitä pidetään itsenäisenä systeeminä, joka ei ole hallinnassamme. Toisaalta taas ajatellaan, että teknologia on joukko välineitä, joilla voimme tehdä mitä haluamme (Heinämaa 1999, 25). Heinämaan (1999) mukaan on kuitenkin liian yksinkertaista ajatella, että teknologia olisi vain pelkkä väline tai päinvastoin, että siitä seuraisi koko elämä. Teknologian järjestelmä- ja välineolemuksen kannattajien välillä on selkeä ero. Teknis-ekonomisesti orientoituneet ihmiset ajattelevat selkeästi teknologiaa enemmän välineellisestä näkökulmasta, kun taas humanistit ja filosofit ovat enemmän järjestelmien ja kokonaisuuksien kannalla. Ylä-Anttilan (1999) mukaan teknologia ei koskaan voi olla muuta kuin väline. Tällä tavoin osaamme suhtautua teknologiaan oikein ja kehittää sitä oikeaan suuntaan. (Ylä-Anttila 1999, 34) Michelsen (2000) puolestaan painottaa voimakkaasti teknologian järjestelmällistä ulottuvuutta.

Teknologiaan liitetään hänen mukaansa koneiden ja laitteiden lisäksi myös henkilöt, instituutiot ja organisaatiot. (Michelsen 2000, 74)

Yhteiskunnan ja teknologian vuorovaikutuksen tutkimisen kautta pääsemme koulumaailmaan, koska koulun tulee elää kiinteässä yhteydessä ympäröivän todellisuuden kanssa. Suomalaisissa kouluissa teknologiaa ei vielä opeteta omana oppiaineenaan. Meillä opetus on pitkälle hoidettu integroidusti tekniseen työhön tai luonnontieteeseen, mikä onkin erittäin hyvä lähtökohta teknologian kokonaisvaltaiselle ymmärtämiselle (Kananaja, 1991a, 1).

Ennen siirtymistä teknologiaan koulussa ja teknologiakasvatukseen käsittelemme teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden suhdetta. Tutkimuksen rajauksen kannalta on erittäin oleellista nähdä teknologian, luonnontieteen ja matematiikan välinen monitahoinen suhde.

2.1.4 Luonnontiede, matematiikka ja teknologia

Historiallisesta näkökulmasta katsottuna luonnontieteen ja teknologian nähtiin olevan kehityksellisesti kaksi toisistaan eroavaa prosessia. (Kananaja 1991b, 111) Teknologisia järjestelmiä tai välineitä osattiin luoda jo paljon aikaisemmin, ennen kuin ensimmäiset tieteelliset teoriat kyseisistä teknologisista ratkaisuista syntyivät. (Fensham & Gardner 1994, 159 - 169) Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää mm. höyrykoneiden keksimistä. James Watt kykeni rakentamaan termodynamiikan lakien mukaisen toimivan höyrykoneen, vaikka hänellä ei ollut minkäänlaista käsitystä edes yksinkertaisimmista modernin lämpöopin perusteista. (Hughes 1965, 66 - 76) Tätä taustaa vasten on todettava, että vaikka matemaattis-luonnontieteellinen tieto ja teknologinen osaaminen ovatkin tiiviissä vuorovaikutuksessa, ei teknologia todellakaan ole luonnontieteellisen tutkimuksen epäitsenäinen jatke. (Michelsen 2000, 67 - 68)

Matemaattis-luonnontieteellisten tieteiden ja teknologian välinen suhde on nähty eri aikakausina hieman erilaisena. Toisen maailmansodan aikana puhuttiin lineaarisesta innovaatioketjusta, jossa luonnontieteellinen perustutkimus tuotti teknologisia ratkaisuja erityisesti sotateknologiaan. Nykyisellään innovaatioketjun kaltainen ajattelumalli on hylätty, koska sen nähdään pohjautuvan liaksi uusklassiseen taloustieteeseen. (Michelsen 2000, 67 - 68) Matemaattis-luonnontieteellisten tieteiden ja tekniikkaan perustuvien

teknologisten tieteiden välinen alisteisuus on teoreettisesti ongelmallinen asia. Suhdetta selvittää ehkä hieman kyseisten tieteenalojen jakaminen akateemisiin ja abstraktiivisiin tieteisiin. Akateemiset tieteet paljastavat luonnonvoimia ja abstraktiiviset tieteet valjastavat niitä (Kankare 1997, 49).

Pragmaattisemmin teknologian ja luonnontieteiden välinen suhde voidaan nähdä eräänlaisena symbioosina. Teknologia soveltaa tieteen tuloksia ja tuottaa koneita, laitteita ja materiaaleja myös tieteen edistämiseksi. Itsenäisenä tieteen alana teknologian olemassaolo on kyseenalainen. Teknologian ja luonnontieteiden itsenäisyys on kuitenkin hyvin suhteellista, koska eri tieteenalojen väliset rajat ovat katoamassa ja uusia tieteitä syntyy koko ajan. (Kankare 1997, 49) Hughes (1991) esittää mallin, jonka mukaan teknologian ja luonnontieteiden erottaminen toisistaan on keinotekoisia, sillä luonnontieteilijät ja insinöörit ovat käyttäneet hyväkseen kaikkea mahdollista tietoa päästäkseen eteenpäin ja ratkaistakseen ongelmia. Sekä luonnontieteissä että teknologisessa tutkimuksessa on tehty niin perustutkimusta, kuin tekniseen tutkimukseen kuuluvia sovelluksiakin. Näin ollen rajanveto tuntuu tarpeettomalta. (Hughes 1991, 7 - 26)

Teknologian ja luonnontieteiden eroavuus toisistaan kehityshistoriallisesti ja myös tieteellisesti on tosiasia. Tästä huolimatta nämä aineet sisältävät väljästi määriteltyinä tiedonaloina runsaasti samankaltaisia aineksia. Teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden välillä on selvä yhteys. Esimerkiksi fysiikan perustutkimus ei enää onnistuisi ilman teknologisia ratkaisuja. (Kananoja, Kari & Parikka 1997, 61) Selventääkseni vielä lisää kyseistä suhdetta kuvaan teknologian ja tieteen välistä suhdetta Rasisen (2000) väitöskirjassaan käyttämän Duggerin (1993) kaavion mukaisesti.

Taulukko 1. Teknologian, luonnontieteiden ja matematiikan vertailua (Dugger 1993, 178 - 181)

Teknologia	Luonnontieteet	Matematiikka
Käsittelee ihmisen luomaa maailmaa	Käsittelee luontoa (natural world)/maailmankaikkeutta	Käsittelee säännönmukaisuuksia ja niiden suhteita

Kiinnostunut siitä "miten"	Kiinnostunut siitä "mitä on"	Kiinnostunut analysoimaan ja selvittämään
Luo tietoa ja luo olevaista	Etsii tietoa tai etsii olevaista	-
Osallistuu suoraan käytännön elämään	Luo tietoa omiin tarkoituksiinsa	Toimii abstraktilla tasolla
Yritys- ja erehdysjohteista tai konkreetista johdettuja taitavia (skilled) lähestymistapoja	Hypoteesijohteista, teoriasta johdettua	Analyysijohteista, logiikkaan perustuvaa
Kiinnostunut ongelmien ratkaisusta ja tiedon soveltamisesta tietyissä ratkaisuissa	Kiinnostunut todellisuudesta ja sen perustarkoituksesta	Kiinnostunut tarjomaan ratkaisuja teoreettisiin ongelmiin
Teknologian yhteydessä käytetään sanoja: soveltaminen, vaikuttavat periaatteet (instrumental principles), työkalut, havaittuihin tarpeisiin vastaaminen, tuotteet (artifacts), käytäntö, tehokkuus, empiiriset laitteet, keksiminen, innovatiivisuus	Luonnontieteiden yhteydessä käytetään sanoja: Teoria, teoreettiset periaatteet, tutkimus, teoriasta johdetut yleistyksiset	Matematiikan yhteydessä käytetään sanoja: Analyysi, numerot, muodot, spatiaaliset suhteet, symboli-logiikka, tutkimus, esitys, muuntaminen, ratkaisu, soveltaminen, todistaminen, laskeminen, arvioiminen

Sen menestymiseen tai epäonnistumiseen vaikuttavat yleensä yhteiskunnallinen hyväksyntä ja menestyminen markkinoilla	Sen menestymiseen ei vaikuta yhteiskunnallinen käyttöarvo	Sen menestymiseen ei tarvita sosiaalista hyötyä
Toiminta orientoitunut ja vaatii interventioita	Tutkimus- / teoriaorientoitunut	Täsmällisyys- ja ennustettavuusorientoitunut
Asioita tehdään	Asioita ymmärretään	Asioita analysoidaan
Filosofinen suhde: pragmatismi	Filosofinen suhde: realismi	-
Riippuvainen luonnontieteistä ja matematiikasta	Riippuvainen teknologiasta ja matematiikasta	Riippuvainen teknologiasta ja luonnontieteestä

Taulukon perusteella on helposti nähtävillä ne erot ja toisaalta yhtäläisyydet, jotka tieteen, matematiikan ja teknologian välillä vallitsevat. Erityisen tärkeänä pidän viimeistä kohtaa, jossa teknologian, luonnontieteiden ja matematiikan symbioosi näkyy selvästi. Yksikään kyseisistä aloista ei tule toimeen ilman toista, vaan kaikki elävät läheisessä suhteessa toisiinsa ja saavat vaikutteita toisistaan. Yhteenvetona voidaan sanoa, että tiede on oppi siitä miksi luonnonilmiöt tapahtuvat ja miten ne tapahtuvat. Teknologia puolestaan pyrkii tuottamaan luonnonvoimavarat hyödykkeiksi ja palveluiksi, joita yhteisö tarvitsee. (Hacker & Barden 1988, 3)

2.1.5 Teknologinen yleissivistys ja teknologiakompetenssi

Nykyisellään teknologinen maailma tunkeutuu esiin miltei kaikkialta. Kodinteknologia, viestintäteknologia, ympäristöteknologia, terveysteknologia - listaa voisi jatkaa miltei

rajattomasti. Kaikki ihmisen luomat mekaaniset ja tekniset apuvälineet ovat osana sitä teknologista maailmaa, jonka varaan länsimaisten yhteiskuntien sivistys nojaa. Teknologian tunkeutuessa kaikkialle teknologinen osaaminen ja ihmisten elämisentaidot tulevat yhä lähemmäs toisiaan. Selvitäksemme elämästä teknologisessa ympäristössä tarvitsemme tietyn määrän teknologista yleissivistystä (Parikka, Rasinen & Kantola 2000, 9).

Elämässä selviytymisen ohella joudumme yhä enenevässä määrin tekemään itseämme koskevia teknologiaan liittyviä päätöksiä ja arvovalintoja. Elämässä tarvittavien taitojen ohella teknologisen yleissivistyksen rooli on luoda oppilaille realistinen kuva teknologiasta ja siitä, että kaikki teknologiset valinnat ovat jonkinlainen kannanotto teknologiaa kohtaan. Teknologista yleissivistystä luotaessa olisi nähtävä yhteiskunnan ja teknologian vuorovaikutus aikaisempaa selvemmin (Lattu 1999, 23 - 24). Latun (1999) mukaan tällä tavoin teknologiaa kohtaan voisi muodostua kriittisiä ja jopa radikaaleja mielipiteitä.

Teknologisen yleissivistyksen luomiselle antaa vankan teoreettisen pohjan teknologiakompetenssin ja teknorealismien käsitteet. Kestävän teknologisen yleissivistyksen saavuttamiseen vaaditaan riittävää teknologiakompetenssia. Teknologiakompetenssilla tarkoitetaan teknologista kelpoisuutta, pätevyyttä, osaamista ja kykyä hoitaa esimerkiksi jokin tehtävä, toimenpide tai vaikkapa virka. Peruskouluissa ja lukioissa saatava riittävä teknologiakompetenssi luo pohjaa elämässä myöhemmin opittaville uusille teknologisille taidoille ja teknologiselle yleissivistykselle. (Parikka 1998, 75). Teknologiakompetenssin käsite tarkentuu tutkimuksen kannalta järkevällä tavalla teoreettisen määrittelyjakson lopussa, jossa selvitän teknologiakompetenssin eri tasojen olemusta.

Teknorealismi puolestaan tarkoittaa teoreettisesti suhtautumista teknologiaan aikaisempaa harkitummin ja tasapainoisemmin. Yleistäen voidaan sanoa, että suhtautumisemme teknologiaan tulisi olla sellaista, että ymmärtäisimme ja osaisimme soveltaa sitä sopusoinnussa inhimillisten arvojen kanssa. Teknorealismi painottaa voimakkaasti teknologian ja informaation merkitystä kontekstissaan. Teknologiakompetenssin ja teknologisen yleissivistyksen kannalta tärkeä huomio on, että jokainen teknologia on sinällään vaikuttamassa niin sosiaalisesti, poliittisesti kuin taloudellisestikin. Teknologisen osaamisen tulee myös kuulua osaksi globaalia kansalaisuutta. Valtavassa informaatiovirrassa siitä on tullut yhä merkittävämpi sosiaalinen tekijä ja välttämätön edellytys valvutuneelle kansalaisuudelle. Kasvatuksen näkökulmasta

teknorealismi tarjoaa myös mielenkiintoisen lähestymistavan. Teknologisessa maailmassa vallitseva valtava informaation määrä ei sinänsä ole niin tärkeää, kuin se, kuinka muuttaa tuo informaatio hyödynnettäväksi tiedoksi ja elämää sääteleväksi viisaudeksi. Teknologisesta kehittämisestä huolimatta esimerkiksi tietokoneet eivät voi korvata kognitiivisia peruskykyjämme; havainto-, päättely ja arviointikykyä. (Rahkonen 2000, 54 - 56).

Teknologisen yleissivistyksen saavuttamisessa teknologiakompetenssi ja teknorealismi ovat hyviä lähtökohtia sille, että saavutettava yleissivistys on käyttökelpoista. Teknologiakompetenssin riittävä aikaansaaminen on merkittävä haaste kouluopetukselle. Kuinka opettaa lapset ymmärtämään ja käyttämään teknologiaa valistuneemmin ja kuinka kouluttaa heistä osaajia ja innovaattoreita tulevaisuuden maailmaan? Peruskoulun opetussuunnitelmassa (1994) puhutaan jokapäiväisessä elämässä tarvittavista käytännön taidoista ja arkielämän taidoista. Opetussuunnitelmassa siis puhutaan perusvalmiuksista, joiden varassa jokainen meistä voisi selviytyä teknologisen yhteiskunnan jäsenenä. (Parikka 1998, 75)

2.1.6 Teknologia koulussa - teknologiakasvatus

Teknologisen yleissivistyksen, teknologiakompetenssin ja teknorealistenten ajattelutavan syntymisessä kouluopetuksen rooli on aiemmin ollut melko vähäinen. Nykyisellään tilanne on kuitenkin muuttumassa ja teknologisen tietämyksen tarve on tiedostettu myös koulumaailmassa.

Koulujen vastaus teknologisen tietämyksen lisääntyvään tarpeeseen on teknologian ottaminen mukaan koulujen opetussuunnitelmiin. Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa teknologiaa ei vielä huomioitu omana oppiaineena, mutta viittauksia aiheeseen on löydettävissä. Kouluopetuksessa opettajien tulisi huomioida teknologia edellä esittelemästäni, yhteiskunnallisesta ja matemaattis- luonnontieteellisestä näkökulmasta.

Teknologian puuttuessa ainevalikoimasta teknologian opettaminen on sisällytetty kuulumaan osaksi puutyötä, metallityötä ja tekstiilityötä (Kananoja 1991a, 2). OECD:n vuonna 1989 Floridassa pitämässä konferenssissa teknologian opetusta määriteltiin Kananojan mukaan seuraavasti:

“Teknologia on oppiaine, joka perustuu vanhalle käsityön opetukselle, joka sisältää johdatuksen teknologiaan ja moderniin teknologiaan, joka vastaa vanhaa koviin materiaalien käsityönopetusta ja joka kuuluu matemaattis- luonnontieteelliseen oppiaineryhmään.”

Teknologiaopetuksen kolme olennaista sisältöä ovat:

1. Teknologiaopetus sisältää modernia teknologiaa.
- 2. Teknologiaopetuksen teoreettisen perustan tulee olla matemaattis-luonnontieteellinen.**
3. Puu- ja metallityöperinne on mukana teknologiaopetuksen sisällöissä.

Sittemmin teknologiaopetuksen ja oppiaineen nimestä on muotoutunut teknologiakasvatus. Parikan, Rasisen ja Kantolan vuosina 1992 - 2000 toteuttama teknologiakasvatuskokeilu tuotti teknologiakasvatuksen sisältöihin huomattavan määrän lisäyksiä. Samalla itse teknologiakasvatuksen käsite määrittyi riittävällä tarkkuudella. Seuraavassa on tiivistelmä teknologiakasvatuksen määritelmistä. Olen ryhmitellyt Parikan, Rasisen ja Kantolan (2000) määritelmälistauksen mielekkäiksi kokonaisuuksiksi.

Teknologiakasvatus:

1. Mitä se on?

- * Se on teknologisesti kehittyneiden yhteiskuntien edellyttämää, teknologian ymmärtämistä edistävää kasvatustyötä.
- * Se on teknologisia ilmiöitä koskevan tietoisuuden heräämistä.
- * Se on luovaa käytännön keksimistöimintää, joka perustuu toiminnallisuuteen.
- * Se on sovellettua filosofiaa.

2. Mitkä ovat sen tavoitteet:

- * Siinä painotetaan, miten teknologia vaikuttaa oppilaan maailmankuvan ja maailmankatsomuksen muodostumiseen.

- * **Sen tarkoituksena on rakentaa opiskelijoiden tietämystä teknologiasta, sen kehittymisestä, systeemeistä, teknologioiden hyödyntämisestä sekä sen sosiaalisesta ja kulttuurisesta merkityksestä.**
- * **Se etenee matemaattis-luonnontieteellisen tietämyksen sovellutuksista teknologisiin systeemeihin.**
- * Siinä opitaan muotoiluprosesseja, ennakointia, arviointia, tuottamista ja markkinointia.
- * Siinä opitaan kriittisyyttä teknologiaa kohtaan.
- * Siinä oppijat orientoituvat teknologiaa soveltavaan ammatilliseen ja tieteelliseen koulutukseen (insinööritieteet).
- * Siinä painottuvat ekonomiaan ja yrittäjyyteen liittyvät asenteet ja taidot eli laatuajattelu.
- * Sen tavoitteena on parantaa sukupuolten tasa- arvoa.
- * Se sisältää ympäristökasvatusta ja ympäristöystävällistä tuotesuunnittelua.

3. Millainen ihminen on teknologisesti sivistynyt?

- * Teknologisesti sivistynyt ihminen ymmärtää teknologiaa ja osaa käyttää sitä ongelmien ratkaisussa.

(Parikka, Rasinen & Kantola 2000, 24)

Kuten tummennetut kohdat osoittavat, molempia määritelmiä yhdistää matemaattis-luonnontieteellisen tausta teorian huomioiminen. Parikan ym. (2000) määritelmässä teknologian kulttuurinen, yhteiskunnallinen ja historiallinen näkökulma on myös huomioitu. Kyseisen kaltaisen tieteellisen, teknologisen ja kulttuurisen lähestymistavan eli niin kutsutun STS-mallin (Science, technology and society) esittelee myös Solomon (1994, 11 - 18). Edelleen tarkasteltaessa teknologiakasvatuksen järjestämis- ja painotusvaihtoehtoja niin yhteiskunnallinen, kuin matemaattis-luonnontieteellinenkin näkökulma on huomioitu (Parikka 1998, 126).

Teknologiakasvatuksen tarpeellisuudesta teknologisen yleissivistyksen saavuttamiseksi ollaan monta mieltä. Modernin teknologian konstruktiot, kuten robotit ja automaattit ovat jääneet vain ammattilaisten hallittaviksi, säädeltäviksi ja kehitettäviksi. Keskeinen osa niin arki- kuin työelämäämme jää siis opetuksen ja oppimisen ja sitä kautta vaikuttamisemme ulkopuolelle. Tästä johtuu, että niin arkielämässä, kuin työssä käytetyn

teknologian suhteen koetaan ahdistusta tai jopa avuttomuutta. (Toivonen 1998, 74) Toisaalta huomioitaessa teknologia kokonaisvaltaisesti, teknologiakasvatus tarjoaa otollisen maaperän kehittää oppilaiden valmiuksia selviytyä teknologisessa ympäristössä sen taloudellisesta, tuotannollisesta, sosiaalisesta, kulttuurisesta ja luonnonympäristön näkökulmasta. (Alamäki 1997, 484 - 485)

Teknologian muodostuessa koko ajan kiinteämmäksi osaksi yhteiskuntaa, on teknologiakasvatuksen tavoitteena parantaa jokaisen ihmisen selviytymistaitoja teknistyvässä maailmassa (Järvinen 2001, 7). Tulevien päättäjien on ymmärrettävä, millaisia teknologisia mahdollisuuksia heillä on valittavanaan ja millaisia vaikutuksia teknologioilla on. Tulevaisuuden yhteiskunnassa teknologinen osaaminen muodostuu yhä tärkeämmäksi osaksi poliittista päätöksentekoa ja vallankäyttöä. (Kurjanen, Parikka, Raiskio & Saari 1995, 11)

2.1.7 Legot opetusvälineenä

Edellä olen osoittanut teoreettisesti teknologian riippuvuuden matemaattis-luonnontieteellisyydestä ja toisaalta teknologian ja yhteiskunnan välisen monimutkaisen suhteen. Edelleen olen käsitellyt teknologisen yleissivistyksen tarpeellisuutta osana elämässä selviytymistä. Kuinka sitten teknologiakasvatuksessa voitaisiin päästä teknologisesti yleissivistävään opetukseen, jossa mainitsemani holistinen näkökulma olisi huomioitu?

Omassa tutkimuksessani keskityn tarkastelemaan valmiiden Lego/Dacta-oppimateriaalisarjojen tarjoamia mahdollisuuksia tässä teoreettisessa viitekehityksessä. Tutkimusongelmani mukaisesti rajaudun tarkastelemaan matemaattis-luonnontieteellisten oppiaineiden ja yhteiskunnallisten näkökulmien painokkuutta teknologiakasvatuksen oppimateriaaleissa. Seuraavassa esittelen muutamia valitsemiani tutkimuksia, joissa LEGO/Logo -oppimisympäristöjä on hyödynnetty teknologiakasvatuksessa teknologisista ja kognitiivisista lähtökohdista. Valitsemiani tutkimukset antavat samalla myös yleiskuvan teknologiakasvatuksen alalla tehdyistä LEGO -tutkimuksista.

Legoja teknologiakasvatuksen oppimateriaalina on käytetty mm. Hämeenlinnan normaalikoulussa (1998) tehdyssä haitek-projektissa. Kokeilu tapahtui teknologiapohjaisessa Lego/logo-ympäristössä. Kokeilun tavoitteena oli

teknologiakasvatuksen edistäminen ja kehittäminen sekä monimutkaisten tuotesuunnittelutaitojen oppiminen. Projekti toteutettiin yhteistyössä paikallisen metallialan suuryrityksen Rautaruukin kanssa. Edelleen perehdyttiin nykuteknologian toimintaperiaatteisiin omakohtaisen tekemisen avulla ja lisättiin oppilaiden työ- ja yritys-elämän tuntemusta. (Toivonen 1998, 75)

Haitek-projektin käytännön osuudessa oppilaat tutustuivat mm. Logo-writer ohjelmointiin, Lego/logo-oppimisympäristöön ja Rautaruukin ohutlevytehtaaseen. Oma tuotoksenaan oppilaat suunnittelivat tehdasvierailulla valitseman kohteen, josta he laativat käsitteellisen mallin ja piirustukset kyseiselle laitteelle. Tämän jälkeen he aloittivat ohjelmoinnin ja korjasivat mahdollisia virheitä prosessin aikana. Valmiit projektit julkistettiin virallisessa julkistamistilaisuudessa Rautaruukilla. Samalla oppilaat saivat palautetta kyseisen yrityksen insinööreiltä. (Toivonen 1998, 77 - 78)

Kokeilun tulokset olivat monessa suhteessa rohkaisevia. Projektin avulla onnistuttiin kehittämään pitkäjännitteistä ja kärsivällistä ongelmanratkaisutaitoa. Oman tutkimukseni kannalta mielenkiintoinen huomio on, että kyseinen projekti tarjosi mahdollisuuden matemaattis-luonnontieteellisen ajattelutavan ja aineenhallinnan kehittymiselle. Edelleen tutkimukseni kannalta mielekäs havainto oli se, että projekti suuntautui koulun ulkopuolelle, ympäröivään yhteiskuntaan. Samalla teknologian, yhteiskunnan ja koulutuksen riippuvuus tulee osoitetuksi. (Toivonen 1998, 80)

Vuosina 1995 - 1996 toteutettiin Haapaveden kirkonkylän ja Vattukylän ala-asteilla kokeiluprojekti, jossa käytettiin Lego/logo-oppimisympäristöjä. Projektissa sovellettiin sosiaaliseen konstruktivismiin pohjautuvaa opetusmetodia. Kokeilussa pyrittiin selvittämään kyseisen opetusmetodin soveltuvuutta teknologiakasvatukseen. Oman tutkimukseni kannalta kokeilun kiintoisampi puoli oli oppilaiden työskentelyssään käyttämien matemaattis-luonnontieteellisten tilanteiden ymmärtäminen ja ratkaisu. (Järvinen 1997, 10)

Kokeilun tavoitteina oli tutustuttaa oppilaat automaatiotekniikkaan ja ohjelmointiin ja antaa heille mahdollisuuksia soveltaa omaa tietämystään henkilökohtaisista tarpeista nousevien teknologisten ongelmien ratkaisuun. Jälleen oman tutkimukseni kannalta tärkeä kohta tavoitteissa oli, että oppilaat pitäisi saada käsittelemään työskentelyssään matemaattis-luonnontieteellisiä käsitteitä ongelmien ratkaisemiseksi. Käytännön työskentely projektissa tapahtui siten, että projekti jaettiin kolmeen kuuden tunnin jaksoon.

Projektitunteina käytettiin mm. teknisen- ja tekstiilityön tunteja, matematiikan tunteja sekä äidinkielen- ja englannintunteja. Ensimmäisellä kuuden tunnin projektijaksolla tutustuttiin Lego/logo-ympäristöön ja rakennettiin mahdollisimman toimiva mäkiauto. Toinen jakso käytettiin vierailuun ja sieltä nousevien teknologisten ongelmien kehittelyyn. Vierailu tehtiin Haapaveden turvevoimalaan. Kolmas jakso käytettiin ongelmanratkaisuun. Oppilaiden tuli suunnitella tietty teknologinen ratkaisumalli. Ongelmanasettelu oli avoin ja oppilaat saivat melko vapaasti hakea ratkaisunsa ongelmaan. (Järvinen 1997, 11 - 12)

Mitä kokeilulla sitten saavutettiin? Teknologiakasvatuksen laajemmassa kontekstissa Lego/logo-oppimisympäristöt osoittautuivat melko kapea-alaisiksi. Teknologisten mallien rakentaminen oli näppärää ja helppoa, mutta valmiit mallit rajoittivat omien ja luovien ratkaisujen syntymistä. Kokeilun aikana oppilaat osoittivat runsaasti luovuutta, mutta silti heidän ideansa jäivät niin sanotusti "Legon vangiksi". Projektin ongelmakohtiksi muodostuivat oppilaiden ongelmanratkaisuprosessin ohjaaminen ja ohjelmointikielen hallinta. Kokeiluun käytetyn ajan ja käsitteillä olleiden modernien teknologisten ratkaisujen puitteissa Lego/logon voidaan kuitenkin tulkita toimineen vähintäänkin kohtuullisesti. Oppilaiden voidaan omalta pieneltä osaltaan tulkita jatkaneen ihmiskunnan teknologisen toiminnan ketjua. (Järvinen 1997, 15)

Suomala (1999) on tutkinut legojen käyttöä opetuksessa erityisesti ongelmanratkaisun näkökulmasta. Hän on käyttänyt kahden edellisen tutkimuksen mukaisesti Lego/logo oppimisympäristöjä tutkiessaan oppilaiden ongelmanratkaisutaitoja. Tutkimus muodostui kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa Suomala tutki oppilaiden kognitiivisia taitoja Piaget'n kehitysopillisen teorian pohjalta laaditun luokituksen mukaisesti. Toisessa osassa tutkittiin, kuinka oppilaiden ongelmanratkaisuprosessi etenee Lego/logo-oppimisympäristöissä. Suomala päätyi tutkimuksessaan siihen, että Lego/logon kaltainen oppimisympäristö tukee oppilaiden ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä, mutta on riippumatonta iästä, sukupuolesta, koulumenestyksestä ja ohjelmointikokemuksesta. Tutkimuksessa päädyttiin myös johtopäätökseen, että oppilaan rooli työskentelyssä tulisi olla melko itsenäinen ja opettajan tulisi tarjota apuaan vain ongelmanratkaisun kannalta keskeisissä ja vaikeissa kohdissa. (Suomala 1999, 120)

Legojen käyttöä opetusvälineenä on tutkittu suhteellisen runsaasti. Esittelemissäni tutkimuksissa yhtenevä piirre oli se, että ne kaikki keskittyivät esittelemään Legoja opetusvälineenä. Tutkimusten pääpaino oli siis se mitä kyseisen välineen käytön avulla

opitaan ja miten opitaan. Tutkimuksessani arvioimani LEGO/Dacta -oppimateriaali tarjoaa teknologisen lähestymistavan teknologiakasvatuksen opiskeluun. Mutta kuinka hyvin valmistaja on huomionnut ne teknologiassa oleelliset asiat, jotka teoreettisesti kuuluvat oppimateriaalien ja opettajan oppaiden taustaksi, riittävän teknologiakompetenssin synnyttämiseksi ja teknologian holistisen olemuksen huomioimiseksi?

2.2 Teknologia, matemaattis-luonnontieteelliset aineet ja käsityö opetussuunnitelman perusteissa

Opetussuunnitelman perusteet vuodelta 1994 nosti perussivistyksen yhdeksi osatekijäksi teknologian ymmärtämisen. Koulussa on perinteisesti kiinnitetty paljon huomiota luonnonympäristön tarkasteluun, mutta ihmisen rakentaman teknologisen ympäristön huomioiminen on aikaisemmin jäänyt melko vähäiseksi. Teknologisen osaamisen nostaminen opetussuunnitelmassa esille on kuitenkin muuttanut tilannetta. Vaikka teknologia ei olekaan meillä omana oppiaineenaan, antaa teknologiakasvatus yhteistyössä erityisesti matemaattis-luonnontieteellisten ja yhteiskunnallisten aineiden kanssa hyvän tarttumapinnan teknologiakompetenssin muodostumiselle. (Lattu 1999, 22)

Oman tutkimukseni ongelmanasettelun mukaisesti keskityn tarkastelemaan opetussuunnitelmaa teknologian, matematiikan, luonnontieteiden ja yhteiskunnan kannalta. Millaisen tuen opetussuunnitelma antaa näiden tekijöiden holistiselle tarkastelulle? Keskityn opetussuunnitelma-analyysissäni arvioimaan myös, kuinka käsityön opetuksen ja teknologian välinen sidoksisuus on huomioitu. Tämä sen vuoksi, että teknologiakasvatus on meillä yhdistetty perinteisesti teknisen työn opetukseen. Opetussuunnitelma-analyysin merkitys tutkimukseni kannalta on oleellinen, koska valtakunnallinen opetussuunnitelma luo ne raamit joissa teknologiakasvatusta kouluissamme toteutetaan ja samalla luodaan pohjaa oppilaiden teknologisen yleissivistyksen muodostumiselle.

2.2.1 Teknologia, luonnontiede ja matematiikka opetussuunnitelmassa

Luonnontiede jakautuu opetussuunnitelmassa ala-asteen osalta ympäristö- ja luonnontietoon ja yläasteella fysiikkaan, kemiaan, biologiaan ja maantietoon. Matematiikka on molemmilla tasoilla omana oppiaineenaan. Kuten olen aiemmin teoreettisesti esittänyt, kyseiset aineet ovat voimakkaasti vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Selventääkseni vuoden 1985 ja 1994 opetussuunnitelmien tilannetta olen laatinut kaavion luonnontieteiden ja matematiikan viittauksista teknologiaa kohtaan. Kaavio on laadittu Lattu (1999,24) käyttämää kaaviota mukaillen ja täydentäen.

Taulukko 2. Teknologia ja matemaattis-luonnontieteelliset aineet opetussuunnitelmassa (Lattu 1999, 24)

Oppiaine	OPS 1985 tavoite tai asiasisältö	OPS 1994 tavoite tai asiasisältö
matematiikka	Antaa oppilaille yksilön ja yhteiskunnan kannalta tarkoituksenmukaisesti valitut matemaattiset taidot . Sisällön valinnassa huomioitava taloudelliset ja yhteiskunnalliset näkökohdat.	Matematiikka voidaan nähdä tieteellisen tiedon ja modernin teknologian perustana. Oppilaiden tulee saada kuva matematiikan merkityksestä ennen ja nyt sekä sen osuudesta kulttuurimme muokkaajana.
ympäristö- ja luonnontieto	-	Oppilailla mahdollisuus sukupuolesta riippumatta tutustua fysiikkaan ja kemiaan ja niiden teknisiin sovellutuksiin.

fysiikka	-	Rakenteet, järjestelmät, vuorovaikutukset, energia, prosessit.
kemia	-	Rakenteet, järjestelmät, vuorovaikutukset, energia, prosessit. Oppilas omaksuu terminologiaa, jonka avulla hän voi keskustella luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevista kysymyksistä.
biologia	-	Oppii arvioimaan omien valintojensa merkitystä. Ihminen luonnonvarojen käyttäjänä ja ympäristömuutosten aikaansaajana.
maantieto	-	Ihmisen ympäristövaikutukset.

Kaavion perusteella voidaan selkeästi nähdä, että viittaukset teknologian huomioimiseen ovat lisääntyneet. Tästä huolimatta kokonaisuus vaikuttaa melko epäyhtenäiseltä ja opetussuunnitelmissa olevat viittaukset ovat hyvin yleisesti ilmoitettuja. Vuoden 1994 opetussuunnitelmassa on kuitenkin pyritty huomioimaan myös teknologisen osaamisen merkitys yleissivistyksessä. (Lattu 1999,22) Edelleen voidaan huomata, ettei teknologiaa ole huomioitu omana oppiaineenaan, vaan se on integroitu osaksi matematiikkaa ja luonnontieteitä.

Oman tutkimukseni kannalta tämä on merkittävä huomio, koska tutkimuksessani arvioimieni teknologiakasvatuksen oppimateriaalien, tulisi tukeutua näihin aineisiin, matemaattis-luonnontieteellisyyden ja teknologian välisestä teoreettisesta yhtenevyydestä johtuen.

2.2.2. Käsiyö ja teknologia opetussuunnitelmassa

Käsiyön opetuksen ja teknologian huomioiminen on opetussuunnitelma-analyysissä tärkeää, vaikka en tutkimuksessani keskity kyseiseen aihealueeseen. Aihe on tärkeä, koska suomalaisessa ja koko pohjoismaalaisessa koulujärjestelmässä teknologia on kytketty erittäin voimakkaasti osaksi käsiyön opetusta. Asiaan on vaikuttanut se historiallinen ja kulttuurinen tosiasia, että maamme elinkeinoelämä on pitkään ollut pienten käsiyöläisyritysten varassa, jolloin käsiyöperinne on muodostunut merkittäväksi yhteiskunnalliseksi tekijäksi. Teknologian liittäminen osaksi käsiyön opetusta on tapahtunut käsiyön opettajien aloitteesta, vaikka edelleen puhuminen teknologiasta osana käsiyötä herättää vastustusta. Käsiyön perinne vaikuttaa siis vahvasti kulttuurissamme. (Kananaja 1994, 45 - 58)

Taulukko 3. Teknologia ja käsityö opetussuunnitelmassa

Oppiaine	OPS 1985 tavoite tai asisisältö	OPS 1994 tavoite tai asisisältö
Käsityö (Tekninentyö ja tekstiilityö)	<p>*Kehittää oppilaan myönteistä asennetta tekniikkaan.</p> <p>*Harjoitustehtävien lähtökohtana mm. luonto, teknologia, elinympäristö.</p> <p>*Taidollisella tasolla harjaannutetaan motoriikkaa ja kolmiulotteista hahmottamista, jotka ovat työtaitojen ja teknologian hallinnassa perustavan tärkeitä.</p> <p>* Luokkakohtaisissa ohjeissa runsaasti viittauksia teknisiin välineisiin ja teknologisiin järjestelmiin.</p> <p>*Kuntakohtaisesti tutustutaan paikalliseen elinkeinoelämään, energiatekniikkaan ja teknologiaan.</p>	<p>* Oppilas oppii selviytymään teknisessä ympäristössä.</p> <p>* Oppilas hankkii oma-aloitteisesti sekä perinteeseen että nykyaikaiseen teknologiseen materiaali-, työväline-, työtuntemukseen liittyviä tietoja ja taitoja.</p>

Edellä voidaan nähdä, että aikaisempi vuoden 1985 opetussuunnitelma sisältää huomattavasti enemmän liittymäkohtia teknologiaan, verrattuna vuoden 1994 opetussuunnitelmaan. Teknologian roolin määrittely on aikaisemmassa opetussuunnitelmassa huomattavasti tarkempaa ja jäsentyneempää.

Parikka (1998) arvioi väitöskirjatyössään sekä perusopetuksen, että lukiotason opetussuunnitelmia. Hänen mukaansa opetussuunnitelmissa korostetaan teknologian kasvavaa merkitystä yhteiskunnassamme, mutta silti opetussuunnitelman tarjoama lähtökohta on teknologiaa suppeasti lähestyvä ja ristiriitainen. Niin ikään opetussuunnitelmasta puuttuvat maininnat teknologiakasvatuksen roolista aihekokonaisuutena ja kytkeytymisestä projekteihin muiden aineiden kanssa. (Parikka 1998, 132)

2.3 Perusteluja teknologian holistiselle tarkastelulle

Teoreettisen viitekehyksen kolmantena vaiheena käsittelen sitä, millaiset teoreettiset lähtökohdat ovat teknologian yhteiskunnallisen ja matemaattis-luonnontieteellisyyden taustana kouluopetuksessa. Tutkimukseni kannalta on oleellista nähdä juuri näiden kahden tekijän vaikuttavuus teknologisen osaamisen ja teknologiaan asennoitumisen taustalla. Aikaisemmin määrittelemäni teknologiakompetenssi luo pohjaa teknologiselle yleissivistykselle. Seuraavassa tarkastelen teknologiakompetenssin rakennetta oman tutkimukseni rajauksen mukaisesti. Edelleen perustelen teoreettisesti, miksi yhteiskunnallinen tausta olisi huomioitava kasvatuksessa ja mihin matemaattis-luonnontieteellisiin ilmiöihin omassa tutkimuksessani käyttämät materiaalit nojaavat. Käsillä oleva teoreettisen osan viimeinen luku yhdistää sen, mitä olen edellä käsitellyt. Samalla se luo myös pohjan tulevan tutkimukseni empiirisen osan toteuttamiselle, antaen teoreettisesti tarvittavat tiedot arvioinnin suorittamiselle.

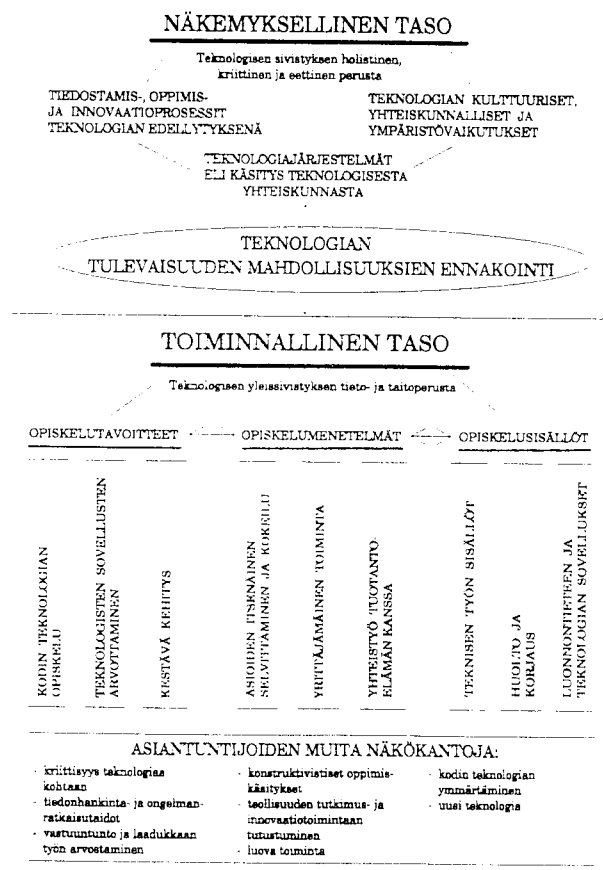
2.3.1 Teknologiakompetenssin tasot

Teknologisen yleissivistyksen muodostumiselle luo pohjaa kouluopetuksessa saatava riittävä teknologiakompetenssi. Tutkimukseni kannalta Parikan (1998) väitöskirjassaan käyttämään teknologiakompetenssin rakennekaavio antaa teoreettisen pohjan, tutkimukseni rajaukselle myös didaktisesti.

Teknologiakompetenssi on jaettu kahteen, näkemykselliseen ja toiminnalliseen, tasoon. Tutkimuksessani näkemyksellistä tasoa edustaa teknologian holistinen, yhteiskunnallinen

näkökulma. Näkemyksellisen tason tulisi olla teknologiakasvatuksen taustana, koska se luo kontekstin aiheen käsittelylle. Myös valmiit oppimateriaalit, jotka on luotu teknologiakasvatuksen tarpeisiin ja näin ollen teknologiakompetenssin rakennusaineiksi, tulisi nousta niin sanotusti elävästä elämästä.

Toiminnallinen taso on koulujen arkea, sitä miten teknologia kouluissa määritellään ja käsitellään. Näkemyksellisenä tausta vaikuttajana on yhteiskunta. Koulujen ja opiskelun arjessa teknologia kytketään toiminnallisesti matemaattis- luonnontieteellisyteen. Parikan (1998) malli on huomattavasti laajempi kuin esittelemäni jako. Olen kuitenkin tutkimustehtäväni ja ongelmani huomioiden rajautunut käsittelemään teknologiakompetenssin rakennetta ja sitä kautta teknologisen yleissivistyksen muodostumista näistä lähtökohdista.



Kuvio 4. Teknologiakompetenssin rakenne (Parikka 1998, 111)

Tutkimukseni rajauksen mukaisesti olen aiemmissa kappaleissa selvittänyt teknologian ja yhteiskunnan ja toisaalta teknologian ja matemaattis- luonnontieteellisyyden suhdetta. Opetussuunnitelma-analyysi loi sillan yhteiskunnan ja koulun välille. Nyt todentuu se teoreettinen tausta, joka rajauksellani on pyrittäessä opetuksen keinoin parantamaan oppilaiden teknologiakompetenssia ja sitä kautta teknologista yleissivistystä

2.3.2 Teknologisen sivistyksen holistinen perusta

Edellä olevasta kuvioista voimme selkeästi havaita teknologiakompetenssin näkemyksellisen tason rakenteen. Näkemyksellinen taso jakautuu useisiin eri alatasoihin, joista keskityn tarkastelemaan teknologisen sivistyksen holistista luonnetta ja sitä kautta yhteiskunnallista merkitysvyyttä. Tällä luvulla pyrin selventämään kyseisen kaltaisen holistisen kasvatustieteellisen näkemyksen merkitystä ja samalla perustelen didaktisesti tulevan oppimateriaali arviointini rajauksen.

Holismi käsitteenä on melko laaja ja kirjallisuutta hakiessani törmäsin holismiin mitä erilaisimmissa merkityksissä. Laajasti ajateltuna holismi perustuu filosofiaan, jonka mukaan kaikki on osa laajempaa kokonaisuutta (Miller 1988, 17). Pyrin kuitenkin rajaamaan käsitteen vain kasvatukseen ja kasvatukseen ja yhteiskunnan suhteeseen.

Hirsjärvi (1983) määrittelee holismin oppimisen strategiaksi, jossa pyritään ensi sijassa luomaan asioista kokonaiskuva. Holistinen oppiminen voidaan nähdä myös oppimisena, joka luo yhteyksiä aineiden välille ja ajattelun ja intuition välille (Miller, Cassie & Drake 1990, 1). Vastakohtana holistiselle oppimiselle muodostaa atomistinen oppiminen, jossa oppiminen keskittyy opittavien asioiden yksityiskohtiin. (Hirsjärvi 1983, 19, 58) Skinnari (1999) esittää, että oppimisstrategiaa, jossa oppijan pyrkimys on muodostaa selkeä kokonaiskuva asiasta ja joka painottaa keskeisiä ajatuksia, nimitetään holistiseksi. Atomistisesti ajatteleva ihminen puolestaan keskittyy yksityiskohtiin ja hänen on vaikea ymmärtää opiskelemaansa. Kyseisten äärimuotojen välillä on useita erilaisia variaatioita. (Skinnari 1999, 493)

Holistinen oppiminen voidaan määritellä myös kasvattavaksi oppimiseksi, jossa pyritään kokonaisen ihmisen kasvattamiseen, kokonaiseen maailmaan. Oppimisesta puhuttaessa keskitytään kuitenkin helposti vain tiedollisten asioiden oppimisen holistiseen

huomioimiseen. Tiedollisten pyrkimysten ohella olisi otettava huomioon myös oppijan valmiudet ja arvomaailma. (Skinnari 1999, 493)

Teknologiakompetenssin rakennetta tarkasteltaessa voidaan havaita, että holismi luo pohjan edellisen määrittelyn perusteella teknologian kokonaisvaltaiselle ymmärtämiselle. Yhteiskunnan kokonaisvaltainen huomioiminen kasvatuksessa tarkoittaa yksilön juurtumista ympäröivään todellisuuteen (Skinnari 1999, 502). Tällä juurtumisella voidaan tarkoittaa myös yhteiskuntaan sosiaalistumista. Antikainen (1993) määrittelee yhteiskuntaan sosiaalistumisen sosiaalisen todellisuuden rakentamisena. Sosiaalisen todellisuuden muodostuminen on eräänlainen vuorovaikutusprosessi, jossa yksilö todellisten kokemusten perusteella jäsentää todellisuutta uudelleen (Antikainen 1993, 89). Yhteenvetona voidaan sanoa, että holistisen, kokonaisvaltaisen kasvatuksen ja oppimisen eräs merkittävä ominaisuus onkin, että se pyrkii vahvistamaan oppijan ja ympäröivän yhteisön suhdetta (Miller 1988, 24).

Peruskoululaissa vaaditaan, että oppilaat kasvatettaisiin yhteiskunnan jäseniksi (Lekman 1990, 153). Kurtakko (1990) esittelee kontekstisidonnaisen pedagogiikan teoreettisen mallin. Tässä A-R-K (Interaction, reflection, knowledge) opetusmallissa pyritään siihen, että yhteys elävään elämään ja konkreettiin ympäristöön on sisään rakentuneena koulutyön käytäntöön. Malli rakentuu kolmesta osasta:

1. Interaction: Opiskeltavien aiheiden ja kohteiden kanssa ollaan välittömässä vuorovaikutuksessa.
2. Reflection: Vuorovaikutuksen perusteella tehtäville johtopäätöksille ja tulkinnoille ei aseteta ennalta rajoituksia, vaan pyritään pohtimaan vuorovaikutuksen seurauksia ilman ennakoitua lopputuloksesta.
3. Knowledge: Pyritään tehtyjen johtopäätösten perusteella muuttamaan omaa toimintaa ja vaikuttamaan ympäristöön.

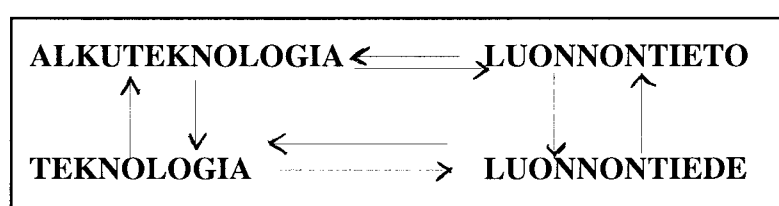
Merkittävä huomio on, että opetuksessa tehtyjen johtopäätösten perusteella pyritään muuttamaan omaa toimintaa ja vaikuttamaan ympäristöön. (Kurtakko 1999, 85) Jälleen on syytä luoda katsaus teknologiakompetenssiin. Näkemyksellisessä tasossa painotetaan holismia, kokonaisvaltaisuutta, mutta myös kriittistä ja eettistä suhtautumista teknologiaan. Kontekstisidonnainen ja yhteiskunnan huomioiva oppiminen tarjoaa mahdollisuudet koko näkemyksellisen tason toteuttavaan oppimiseen.

Kuten olen jo edellä todennut ympäröivä yhteiskuntamme, todellisuutemme on voimakkaasti riippuvainen teknologiasta. Kasvatuksessa ja opetuksessa teknologian ja yhteiskunnan välinen vuorovaikutus tulisi huomioida, jotta lapset ja nuoret saisivat paremmat edellytykset yhteiskuntaan sosiaalistumiselle ja kasvamiselle yhteiskunnan jäseniksi. Teknologian opiskelussa käytettävät materiaalit olisi myös kytkettävä holistisesti ympäristöönsä, kuten edellä olen osoittanut. Empiirisessä osiossa tukeudun vahvasti tähän yhteiskunnan, teknologian ja oppimisen holistiseen tarkasteluun oppimateriaaleissa.

2.3.3 Teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisyyden didaktinen suhde

Toiminnallinen taso jakaantuu näkemyksellisen tason tavoin useisiin alatasoihin. Rajaudun jälleen tarkastelemaan vain yhtä, opiskelusisältöihin kuuluvaa tasoa, luonnontieteen ja teknologian välistä suhdetta. Edelleen luon kyseiseen alatasoon tarkan teoreettisen katsauksen, jotta pystyisin arvioinnissa keskittymään oleellisimpiin asioihin. Tarkastelen ensin asiaa teknologian näkökulmasta ja sitten matemaattis- luonnontieteellisestä näkökulmasta. Luvun tarkoituksena on teoreettisesti todentaa kyseisten aihealueiden didaktinen suhde.

Kananoja (1991a) esittää teknologian ja luonnontiedon välisen suhteen ymmärtämiseksi opetuksen käytännössä seuraavanlaista teoreettista mallia.



Kuvio 5. Alkuteknologia, teknologia, luonnontieto ja luonnontiede (Kananoja 1991a, 118)

Kulttuurihistoriallisesti sekä luonnontiede, että teknologia ovat saaneet alkunsa alkuteknologiasta, joka on kehittynyt ihmisen työnteon kautta. Kuten olen jo aikaisemmin esittänyt, luonnontiede ja teknologia sisältävät runsaasti samoja aineksia, vaikka ne ovatkin käyneet itsenäisen historiallisen kehityskulun. Kananoja (1991a) mukaan teknologian ja

luonnontieteen kehittymisen pitäisi välittyä jokaiselle lapselle, sillä se sisältää kuvauksen myös ihmisen ja yhteiskunnan kehittymisestä. Kyseinen malli antaa mahdollisuuden noudattaa myös kasvatopsykologista peruseriaatetta yleisestä erityiseen, yksinkertaisesta monimutkaiseen. (Kananaja 1991a, 117) Käytännön opetuksessa eri oppiaineiden tulisi limittyä mielekkääksi kokonaisuudeksi, varsinkin jos tavoitellaan holistisen oppimisen peruseriaatteita. Kananajan (1991a) mallissa alkuteknologia kuvastaa yhteiskunnassa jo olevia keksintöjä, kuten esimerkiksi vasaraa. Luonnontieto yleistää vasaran vivuksi, luonnontiede teoretisoi vivun matemaattisiksi kaavoiksi ja teknologia muodostaa sovelluksia esimerkiksi erilaisia koneistoja, joko teorioista tai suoraan alkuteknologiasta. Kananajan malli soveltuu erittäin hyvin didaktiseksi taustateoriaksi omalle tutkimukselleni, koska se todentaa yhteiskunnan, luonnontieteen ja teknologian riippuvuuden.

Edellä esitetty malli toimii teknologian näkökulmasta katsottuna. Laajentaakseni tarkastelukulmaa on syytä katsoa myös kuinka teknologia ja yhteiskunta on huomioitu matemaattis-luonnontieteellisestä näkökulmasta.

Luonnontieteen ja teknologian välistä yhteyttä tieteen näkökulmasta kuvaa parhaiten oppimiseen ja tieteelliseen tutkimukseen kytkeytyvät empiirisen tieteen perusprosessit. Niin oppiminen, kuin tutkimuskin ovat prosesseja, joissa luodaan uutta tietoa. Oppimisessa tämä tiedon luominen tapahtuu yksilötasolla, tutkimuksessa yleisellä tasolla. Tätä taustaa vasten siis niin tutkija, kuin oppijakin luovat uutta luonnontieteellistä tietoa. Tiedon luomisprosessi voidaan jakaa luonnontieteellisestä näkökulmasta katsottuna kahteen osaan. Tiede vastaa miksi? -kysymyksiin, kun taas mitä hyötyä? -kysymykset vastaavat teknologisiin kysymyksiin. Luonnontieteellisellä tiedon luomisprosessilla on siis niin tieteellinen, kuin teknologinenkin ulottuvuutensa. (Kurki-Suonio & Kurki-Suonio 1994, 143 - 145). Tieteellisestä prosessista käytetään myös nimitystä empiirinen prosessi, jossa luonto ja ympäristö ovat ensisijainen tiedonlähde ja josta tieto hankitaan havainnoimalla. Yksinkertaisestakin kohteesta tehdyt havainnot ovat voimakkaasti henkilökohtaisia. Havainnot muodostuvat sellaisiksi, kuin haluamme ne nähdä. Joku havainnoi ympäristöään emootioiden kautta, joku taiteellisesti. Oman tutkimukseni kannalta merkittävä huomio on se, että ympäröivä todellisuus jäsentyy myös matemaattis- luonnontieteellisesti ja teknologisesti. (Ahtee, Kankaanrinta & Virtanen 1994, 56 - 57)

Luonnontieteessä oppiminen perustuu siis uuden tiedon luomiseen ja prosessointiin. Koska oppimisprosessi jakaantuu sekä luonnontieteelliseen, että teknologiseen puoleen, voidaan

todeta, että luonnontieteen ja teknologian välillä on runsaasti myös didaktista tarttumapintaa, jota tulisi hyödyntää teknologian oppimateriaaleissa. Teknologia on kytkettävissä didaktisesti myös muihin aineisiin, mutta teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden välinen erityissuhde mahdollistaa näiden aineiden kytkennän muita aineita luonnollisemmin (Layton 1988, 14).

2.3.4 Innovaatio-, suunnittelu-, tiedostamis- ja oppimisprosessi teknologiassa ja koneenrakennuksessa

Tutkimuksen teoreettisuudesta johtuen saattaa sen merkitys jäädä käytännön koulutyöstä liian kauas. Vaikka olenkin edellä käsitellyt mm. matemaattis-luonnontieteellisten aineiden ja teknologian välistä didaktista suhdetta ja pyrkinyt myös kuvaamaan teknologian roolia opetussuunnitelmassa on syytä kuitenkin keskittyä riittävän teknologiakompetenssin muodostumiseen tarvittavaan oppimis- ja innovaatioprosessiin.

Tutkimukseeni valitsemat LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjat ovat perusmekaniikkaa ja kuvaavat yksinkertaisia koneita tai koneenosia. Teknologisessa mielessä niiden yksi merkittävä rooli on kuvata koneenrakennuksen perusteita. (LEGO/Dacta 1998, 3) Seuraavassa esittelen teknologian ja koneenrakennuksen kannalta erittäin oleellisten innovaatio- ja oppimisprosessien luonnetta ja merkitystä.

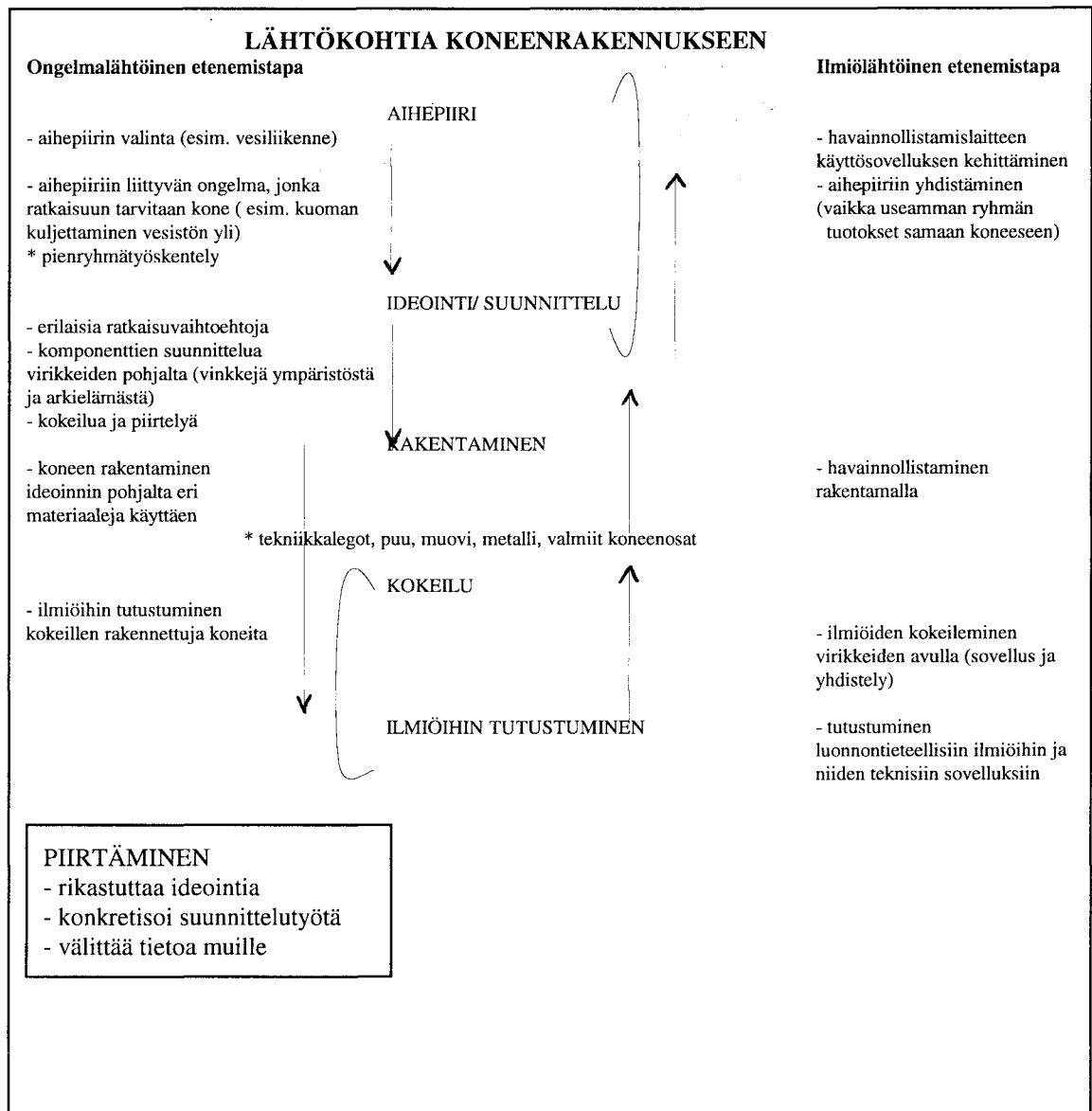
Kaikki teknologia on aluksi osa ihmisen tai ihmisten mielissä olevaa ajatusprosessia. Tarvitaan ajattelua ja ajatuksia, ennen kuin teknologia voi syntyä. Teknologia on siis ajattelu- ja suunnitteluprosessi. Edelleen teknologia on tiedostamis- ja oppimisprosessi, koska siihen sisältyy aikaisemmin keksityn teknologian ymmärtäminen ja uusien keksintöjen ja innovaatioiden rakentuminen niiden varaan. Innovaatioprosessi muodostaa yläkäsitteen edellisille. Innovaatioprosessi tarkoittaa teknologista keksimistöimintää, jossa korostuvat tiedostamis-, oppimis- ja suunnitteluprosessit. (Parikka 1998, 66 - 68) Oman tutkimukseni kannalta mielekäs huomio Parikan (1998) tutkimuksessa on se, että innovaatioprosessi itsessään sisältää luonnontieteellisen näkökulman.

Teknologinen tiedostamis- ja oppimisprosessi poikkeaa kouluopetuksen oppimistöiminnasta. Teknologian tiedostamisen ja oppimisen taustalla on usein jonkin koneen tai rakenteen toiminnan ymmärtäminen. Edelleen tiedostamis- ja oppimisprosessi tähtää selkeästi oppijan oman innovatiivisuuden herättämiseen. Suunnitteluprosessi

puolestaan tarkoittaa tietyn tarpeen mukaan suunnitellun tuotteen suunnittelua ja toteuttamista. (Parikka 1998, 66 - 68) Teknologian määrittelyn kuutiomalli kuvastaa innovaatio- ja oppimisprosessin osuutta osana teknologian kokonaisuutta (kts. kuvio 2)

Oppimisprosessin kokonaisvaltaisen hallitsemisen kannalta on erittäin oleellista, että oppiminen etenee jonkin ennalta valitun teorian mukaisesti. Seuraavassa kuviossa esittelen kone- ja sähköopin didaktisessa seminaarissa syksyllä 2.11.2001 esitetyn mallin siitä, kuinka oppimis- ja innovaatioprosessi koneenrakennuksessa etenee. Kyseinen kuvio luo myös pohjan tämän aihealueen arvioinnille.

Kuvio jakaantuu kahteen lähtökohtaan; ongelmalähtöiseen ja ilmiölähtöiseen. En arvioi kummankaan paremmuutta, tyydyn vain esittelemään molemmat etenemistavat. Ongelmalähtöisessä etenemistavassa lähdetään liikkeelle laajahkosta aihepiiristä, joka tarkentuu ideoimisen kautta rakentamiseen, kokeiluun ja spesifiin ilmiöön. Ilmiölähtöisessä etenemistavassa on puolestaan aluksi spesifi ilmiö, joka kokeilun ja rakentelun kautta yleistetään osaksi laajaa aihepiiriä. (Kone- ja sähköopin didaktinen seminaari syksy 2001) Kyseisen mallin kohdalla voidaan puhua induktiivisesta ja deduktiivisesta lähestymisestä koneenrakennukseen. Ongelmalähtöinen malli, jossa edetään yleisestä erityiseen on mallin deduktiivinen puoli, kun taas ilmiölähtöinen malli edustaa induktiivista suuntausta etenemällä erityisestä yleiseen. Arvioinnissa tarkastelen innovaatio- ja oppimisprosessia näistä lähtökohdista.



Kuvio 5. Lähtökohtia koneenrakennukseen (Kone- ja sähköopin didaktinen seminaari Jyväskylän yliopisto /OKL, syksy 2001)

2.4 Tutkimusmateriaalin matemaattis-luonnontieteellisen tausta

Ennen siirtymistäni metodiosuuteen haluan esitellä tutkimukseni kannalta viimeisen teoreettisesti merkittävän aihealueen. Kyetäkseni tekemään matemaattis-luonnontieteellisen arvioinnin luotettavasti, olen ottanut selvää tutkimusmateriaalini taustalla olevasta matemaattis-luonnontieteellisistä käsitteistä. Seuraavassa taulukossa käyvät ilmi käsitteet ja asiat, jotka pitäisi huomioida valmiin oppimateriaalin taustaksi, matemaattis-luonnontieteellisen tarttumapinnan aikaansaamiseksi.

Taulukko 4. Tutkimusmateriaalin matemaattis-luonnontieteellinen tausta (Norman, Cubitt, Urry & Whittaker 1995, 413 - 442; Kurjanen, Parikka, Raiskio & Saari 1995, 46 - 73).

LEGO/ Dacta rakennussarjojen teknologiat	Taustalla oleva matemaattis-luonnontieteelliset käsitteet
Vivut	Vipu. Kuorma. Vipuvoima. Tukipiste. 1. asteen vipu: tukipiste kuorman ja vipuvoiman välissä. 2. asteen vipu: kuorma tukipisteen ja vipuvoiman välissä. 3. asteen vipu: vipuvoima tukipisteen ja kuorman välissä.
Pyörät ja akselit	Pyörä. Akseli. Pyörän keskipiste. Pyörivä massa. Pyörimisenergia.
Hammaspyörät	Hammaspyörä. Hammasvälitys. Käyttöratas. Voima ja kuorma. Hampaiden lukumäärä. Välityssuhde. Pyörimissuunta. Pyörimisnopeus. Voimansiirto.

Väkipyörät	Väkipyörä. Voima. Kuorma. Pyörien lukumäärän ja säteiden vaikutus tarvittavaan voimaan ja vedettävään matkaan. Väkipyörä vivun sovelluksena.
------------	--

Taulukon perusteella tutkittavien oppimateriaalien taustalla olevat matemaattis-luonnontieteelliset käsitteet ovat helpommin ymmärrettävissä ja arviointi muodostuu luotettavammaksi. Taulukossa on yksilöidysti esitelty tutkittavien oppimateriaalien teknologiat ja niitä vastaavat matemaattis-luonnontieteelliset käsitteet.

3 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSONGELMAT

Oppimateriaalitutkimus painottuu voimakkaasti oppikirjojen arviointiin. Etsinnöistä huolimatta en ole löytänyt yhtään tutkimusta, jossa olisi tehty oppimateriaalitutkimusta legoihin liittyen. Kaikki legoihin liittyvät tutkimukset ovat lähinnä opetuskokeiluja tai oppimispsykologisiin teorioihin pohjautuvia tutkimuksia legojen avulla, tästä esimerkkinä mm. Suomalain 1999 tekemä tutkimus Students` problem solving skills in the Lego/logo learning environment. Tästä huolimatta olen pyrkinyt tekemään työtä, joka toiminee jonkinlaisena päänavaajana legoihin kohdistuvan oppimateriaalitutkimuksen saralla. Tutkimuksen merkitys uudenaikaisena lähestymistapana avanee uudenaikaisia ja mielekkäitä näkökulmia oppimateriaalitutkimukseen ja saa toivottavasti työhön tutustuvan opettajan miettimään aikaisempaa huolellisemmin myös omaa suhdettaan teknologiaan ja sen opettamiseen.

Tutkimustehtävä nousee tutkimukseni tausta-ajatuksesta, jonka mukaan kaikki ihmiset tulisi saattaa osaksi teknologista yhteiskuntaa, antamalla koulutuksen avulla heille riittävät valmiudet teknologian käyttämiseen ja toisaalta teknologian vaikutusten arviointiin. Voidaan ajatella, että ihmiset voisivat paremmin teknologiaa ymmärtäessään tehdä valistuneempia teknologiaan liittyviä päätöksiä. Oma tutkimustehtäväni on tietenkin

voimakkaasti rajautuneempi, mutta periaatteessa se pyrkii vastaamaan juuri kyseiseen haasteeseen. Olen muotoillut oman tutkimustehtäväni seuraavaan muotoon.

”LEGO/Dacta oppimateriaalit tarjoavat teknologisen lähestymistavan teknologiakasvatuksen opiskeluun, mutta kuinka hyvin valmistaja on huomionnut ne teknologiassa oleelliset asiat, jotka teoreettisesti kuuluvat oppimateriaalien ja opettajan oppaiden taustaksi, riittävän teknologiakompetenssin synnyttämiseksi ja teknologian holistisen olemuksen huomioimiseksi. Holistisen teknologisen yleissivistyksen muodostumiseksi tulisi kouluissa annettavan teknologiakasvatuksen huomioida teknologian sekä yhteiskunnallinen että matemaattis-luonnontieteellinen olemus. Tästä seuraa, että myös teknologian opiskelussa käytettävät oppimateriaalit tulisi laatia näiden perusteiden mukaisesti, jotta ne opastaisivat niin opettajat, kuin oppilaatkin ajattelemaan teknologiaa kokonaisvaltaisemmin.”

Tutkimustehtävän ja tutkimuksen teoreettisen rajauksen pohjalta olen laatinut seuraavat tutkimukseni pää- ja alaongelmat, joihin pyrin hakemaan vastausta tutkimuksen empiirisessä osiossa.

Tutkimuksen pääongelmat ovat:

- 1. Missä määrin tutkittavissa Lego/Dacta- oppimateriaalisarjoissa ja opettajan oppaissa on huomioitu holistinen näkemys yhteiskuntaa kohtaan?*
- 2. Missä määrin matemaattis-luonnontieteellinen tausta ja tarttumapinta on huomioitu tutkittavassa materiaalissa?*

Alaongelmiksi olen nimennyt:

- Missä määrin materiaalissa on opetussuunnitelmallisia neuvoja?*
- Missä määrin koneenrakennuksen oppimis- ja innovaatioprosessi on huomioitu materiaalissa?*

Tutkimuksen teoreettinen osa on painottunut voimakkaasti pääongelmien suuntaisesti. Tutkimuksen empiirisessä osassa tulen kuitenkin käsittelemään alaongelmien avulla materiaalia kokonaisvaltaisemmin ja laajemmasta näkökulmasta. Tällä tavoin uskon saavani tutkittavasta materiaalista irti enemmän käyttökelpoista tietoa.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

4.1 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen riittävän teoreettisen syvyyden muodostumiseksi, tutkimuksen onnistunut rajaus on ensiarvoisen tärkeä osa onnistunutta tutkimusta. Tutkimuksen rajauksessa on syytä kiinnittää huomiota seuraaviin tekijöihin; tutkielman tulee rajautua siten, että säädetyssä laajuudessa toteutettu työ on teoreettisesti riittävän syvä ja perusteellinen, rajattu aihealue on sellainen, että kyseisestä aiheesta löytyy lähdekirjallisuutta, tutkielma kirjoitetaan aina alan asiantuntijoille, jolloin huolellisella aiheen rajauksella päästään käsittelemään teoreettisesti mielekkäitä asioita. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2001, 73 - 74)

Olen omassa tutkimuksessani pyrkinyt rajamaan aiheen siten, että tutkimuksen teoreettinen syvyys yhdistyisi riittävään laajaan tarkastelukulmaan. Tarkoitin tällä sitä, että suhteellisen tarkasta teoreettisesta rajauksesta huolimatta käsittelen aihettani laajemmassakin merkityksessä. Hirsjärvi ym. (2001) esittää, että kirjallisuuskatsauksen avulla aiheeseen tutustuminen kokoaa ajatuksia ja saattaa auttaa aiheen rajauksessa. Omassa tutkimuksessani tapahtui juuri näin. Aloitin työn rauhallisesti tutustumalla ja lukemalla kirjallisuutta ja vähitellen aihe alkoi hahmottua ja rajautua mielekkäällä tavalla.

Tutkimuksen nimen mukaisesti keskityn tarkastelemaan teknologian LEGO/Dacta-oppimateriaalisarjoja holistisen näkemyksen valossa, keskittyen kuitenkin yhteiskunnalliseen ja matemaattis-luonnontieteelliseen puoleen. Olen suorittanut kyseisen rajauksen noudattamalla Parikan (1998) väitöskirjassaan käyttämää teknologiakompetenssin rakennekaaviota. Kyseinen kaavio antaa tutkimuksen rajaukselle vankan teoreettisen pohjan. Kaavion mukaisesti rajaamani asiat ovat teknologiassa merkittäviä ja näin ollen niiden tutkiminen on merkityksellistä. Edelleen olen laajentanut tutkimuksen ongelmakenttää tarkastelemalla myös LEGO/Dacta oppimateriaaleja ja opettajan oppaita opetussuunnitelman ja innovaatio- ja oppimisprosessin näkökulmasta. Pelkkä pääongelmaan keskittyminen jättäisi tutkimuksen mielestäni liian käsitteelliselle ja teoreettiselle tasolle. Alaongelmien avulla pystyn tuomaan tutkimusaiheeni myös lähemmäksi käytännön toimintaa. Tutkimuksen rajauksessa olen pyrkinyt myös siihen, että

teoriassa käsittelemäni asiat olisivat suoraan hyödynnettävissä tutkimuksen empiirisen osan tueksi; tutkimusmittarin laadinnassa, tutkimusaineiston keruussa ja tutkimusaineiston analysoinnissa.

4.2 Tutkimuksessa käytetty materiaali

Tutkimusmateriaaliksi olen valinnut neljä LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjaa ja opettajan opasta. Näiden lisäksi tutkimusmateriaaliin kuuluu kaksi erillistä opettajan opasta, jotka ovat kuitenkin kyseisiin oppimateriaalisarjoihin läheisesti kuuluvia. Oppimateriaalisarjat ovat teknologiakasvatuksen alueeseen kuuluvia teknologisia perusrakenteita. Oppimateriaalisarjojen numerointi poikkeaa suomalaisen markkinoijan ja kansainvälisen valmistajan välillä. Olen päätenyt käyttämään suomalaista numerointia. Oppimateriaalisarja 73200 käsittelee hammaspyöriä ja se sisältää kaksi erillistä rakennusprojektia ohjeineen ja opettajan oppaan numero 73201, joka sisältää oppilastehtäviä. Oppimateriaalisarja 73210 keskittyy vipuihin ja sisältää myös kaksi rakennusprojektia ohjeineen sekä opettajan oppaan numero 73211 tehtävämonisteineen. Oppimateriaalisarja 73220 sisältää väkipyöriin liittyvät rakennusprojektit, rakennusohjeet, opettajan oppaan numero 73221 sekä oppilaan tehtävämonisteen. Oppimateriaalisarja 73230 sisältää edellisten tavoin rakennusprojektit pyöristä ja akseleista, niiden ohjeet, ja opettajan oppaan numero 73231 sekä tehtävämonisteen.

Mitä sitten valmistaja ja markkinoija sanovat omasta tuotteestaan? LEGO/Dacta A/S on osa LEGO-yhtymää ja erikoistunut tuottamaan opetusvälineitä, joiden avulla oppimisesta tulee hauskaa ja se tapahtuu leikkien. Suomessa LEGO/Dactaa markkinoi Iisalmelainen IS-VET. LEGO/Dacta oppimateriaalisarja on ennen kaikkea kokonaisuus, jonka lähtökohtana on jatkuvuus ja edistyminen. Aiemmin opittuja taitoja voidaan näin ollen käyttää myöhemmin hyödyksi. Tuotevalikoima sisältää opetusvälineet esi- ja alkuopetuksesta lukioon saakka. Arviointiin valitsemani materiaalisarja sijaitsee valmistajan mukaan esi- ja alkuopetuksessa, jolloin keskitytään luonnontieteen ja teknologian tutkimiseen (IS -VET SCIENCE 2001).

Valitsemieni sarjojen yleisissä opettajanoppaissa annetaan melko laaja kuvaus toiminnan myötä opittavista taidoista. Valmistaja on maininnut kielelliset taidot, sosiaaliset

ja tunne-elämän taidot, taiteelliset taidot ja fyysiset taidot. Luonnontiedon taidoista on erikseen mainittu havainnointi, ennustaminen ja soveltaminen. Matematiikan alueelta opittavia taitoja on tarkennettu seuraavasti; opitaan mittaamista, arvioimista, laskemista, lajittelua, vertailua, matemaattista kieltä ja avaruudellista hahmottamista. Teknologisista taidoista mainitaan seuraavat; yritys ja erehdys, syy ja seuraus, laitteiden toiminta, yksinkertaiset koneet, vakaus ja tasapaino, voimat ja rakenteet. (LEGO/Dacta 1998, 3)

Valitsemieni neljän oppimateriaalisarjan sisällöissä on yksilöity seuraavat asiat:

1. Tietoa aiheesta
2. Yksinkertaiset kokeilut aiheella.
3. Materiaalin sisältämien ratkaisujen piirustukset.

Kaikissa oppimateriaalisarjoissa on materiaalille yksilöity tehtävä, joka on kuitenkin kaikissa sarjoissa täsmälleen samanlainen: “*Mukana on erilaisia toiminnallisia tehtäviä, jotka on suunniteltu peruskoulun ala-asteen oppilaille: kokeiluja käsitteiden selvittämiseksi (s.3 -7) kokeiluja peruserätyöskyttyä tutkimiseksi (s. 9 -11) sekä ongelmanratkaisutehtäviä (s.12 - 15). Tehtävät suosivat ja vahvistavat kahden oppilaan ryhmissä tapahtuvaa yhteistoiminnallista oppimista (yksi rakennussarja ryhmää kohti).*”

Erilliset opettajan oppaat toimivat kyseisten sarjojen taustatukena, joten myös niiden arviointi on merkittävä osa tutkimusta. LEGO/Dacta “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja”, sekä LEGO/Dacta “Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja” sisältävät kyseisten oppimateriaalisarjojen mukana tulleita opettajan oppaita laajemman kuvauksen aihealueeseen kuuluvista asioista. Opettajan oppaat sisältävät myös oppilaille suunnattua materiaalia.

Edellä esittelemääni tutkimusmateriaalia koskeva tutkimusmenetelmien esittely on tutkimuksen metodiosan seuraava vaihe. Metodiosassa selvitän niitä teoreettisia perusteita, joiden varassa olen laatinut aineistonkeräämiseen laatimani arviointilomakkeen ja valinnut tutkimusaineiston analysointikeinot.

4.3 Tutkimusmenetelmät

4.3.1 Tutkimuksen yleisiä piirteitä

Tutkimuksen metodisten välineiden valinta on suhteellisen vaativa tehtävä. Omassa tutkimuksessani olen muodostanut oman tutkimuksellisen lähestymistavan laadulliseen tutkimukseen, sillä en ole kirjallisuuteen tutustuttuani löytänyt täysin sopivaa kvalitatiivista tutkimusotetta. Kirjallisuuden avulla olen tutustunut laadulliseen tapaustutkimukseen, etnografiaan, fenomenologiaan.

Tutkimukseni on luonteeltaan *kvalitatiivinen oppimateriaalin evaluointitutkimus*, jossa on myös kvantitatiivisia piirteitä. Olen suorittanut aineiston keräämisen laatimani arviointilomakkeen pohjalta. Lomakkeen laadinta on ollut monivaiheinen prosessi, jossa on yhdistynyt tutkimuksen teoreettisesta taustasta ja tutkimusongelmista ja toisaalta tutkimusmateriaalista nousseet ideat. Niiden avulla olen laatinut arviointilomakkeen, joka soveltuu valitsemani tutkimusmateriaalin laadulliseen arviointiin. Arviointilomaketta laatiessani olen useasti turvautunut asiantuntija apuun ja saanut vahvistuksen lomakkeen toimivuudesta. Arviointi on suoritettu numeerisesti asteikolla 1-3:

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin.

Kvantitatiivisen arvioinnin tukena olen käyttänyt aineistoa kvalitatiivista aineiston keräämismenetelmää. Olen suorittanut sekä numeerisen, että sisältöä sanallisesti kuvailevan arvioinnin, jotta materiaalista saataisiin mahdollisimman tarkka kuva.

Analyysivaiheessa numeerisesta arvioinnista muodostuu aineiston sisältöä keskiarvojen avulla kuvaava analyysi. Sisällön laadullisen kuvailun avulla keskiarvoihin

perustuva analyysi saa tuekseen tutkimusmateriaalia laadullisesti kuvailevan analyysin. Analyysivaiheessa pyrin muodostamaan synteessin teorian ja empirian välille vertaamalla tutkimukseni teoreettisia lähtökohtia empiirisestä aineistosta nousseisiin huomioihin.

Seuraavissa luvuissa keskityn selvittämään niitä teoreettisia perusteita, jotka vallitsevat valitsemieni aineiston keruu- ja analysointikeinojen taustalla. Pyrin perustellen selvittämään miksi valitsemani keinot ovat sopivimmat tutkimusmateriaalini ja tutkimusongelmani huomioiden.

4.3.2 Oppimateriaalitutkimuksen merkitys ja traditio

Tutkimukseni tieteellisen merkityksen vuoksi on ensin syytä tarkastella oppimateriaalitutkimuksen teoreettisia lähtökohtia. Kappaleen tarkoitus on selvittää lukijalle millaisista näkökulmista oppimateriaalitutkimusta tehdään ja miksi kyseinen tutkimus on tarpeellista.

Oppimateriaalitutkimuksen suosio on vaihdellut runsaasti aikojen saatossa. 1970-luvulla oppimateriaalitutkimusta tehtiin runsaasti, mutta 1980-luvulla tutkimus oli suhteellisen vähäistä. Oppimateriaalitutkimuksen painopistealueet ovat myös muuttuneet ajan kuluessa. Aikaisemmin oppimateriaalitutkimuksessa keskityttiin lähinnä kirjallisen oppimateriaalin tarkasteluun opetussuunnitelman näkökulmasta. 1980-luvulle tultaessa tilanne muuttui kuitenkin siten, että tutkimusten painopiste muuttui enemmän oppimateriaalin ja opetusprosessin välisen suhteen tarkasteluksi. (Kari 1987, 7)

LEGO/ Dacta oppimateriaalitutkimus sijoittuu oppimateriaalitutkimuksen historiallisessa mielessä siis vaiheeseen, jossa tutkittiin lähinnä materiaalin sisältöä suhteessa teoriaan. Kappaleessa 2.1.7 esittelemäni tutkimukset puolestaan perustuivat oppimateriaalin ja oppimisprosessin välisen suhteen tarkasteluun. Tällainen moniulotteinen oppimateriaalitutkimus lienee kaikkein paras ja monipuolisin tapa saada tietoa oppimateriaalien toimivuudesta ja siitä mihin suuntaan niitä tulisi kehittää.

Oppimateriaalitutkimuksen luonne ja painotukset vaihtelevat myös sen mukaan millaisessa kulttuurisessa vaikutuspiirissä oppimateriaalitutkimuksia on laadittu. Oppimateriaalien laadinnassa kulttuurisella ja yhteiskunnallisella taustalla on suuri merkitys myös siksi, että oppilaan yhteiskuntaan sosiaalistumisen edistämiseksi oppimateriaalit on laadittava kyseiseen kontekstiin nojautuen. (Kari 1987, 10)

Suomalaisessa oppimateriaalitutkimuksessa ollaan vähitellen siirrytty pinnallisesta materiaalien piirre arvioinnista tarkastelemaan yhä enenevässä määrin materiaalien toimivuutta käytännön oppimistilanteissa. Ihanteellisesti toteutettu oppimateriaalitutkimus muodostaa yhdistelmän, jossa koko materiaalin käyttöä ja vaikutusta tutkitaan, tarkastelemalla oppimateriaaliketjun eri elementtejä; oppikirjan tai oppimateriaalin tekijä> oppikirja tai oppimateriaali > opettaja > oppilas. Edelleen oppimateriaalitutkimuksella pitäisi hakea vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin: Mikä on se todellisuus ja mitkä ovat ne todellisuuden hallintamallit, joihin materiaalilla pyritään? Tukeeko opettaja näitä pyrkimyksiä ja miten oppilas ymmärtää ne omassa oppimisprosessissaan? Onko oppilaalla sisäinen motivaatio oppia vai haluaako hän vain selvittää ikävästä tilanteesta? (Kari 1987, 9) Tutkimukseni hakee vastausta lähinnä ensimmäiseen oppimateriaalitutkimuksen kannalta oleelliseen kysymykseen. Missä määrin materiaalissa on se teknologinen todellisuus, joka teknologiakasvatuksen materiaalista pitäisi teoreettisesti löytyä?

Oppimateriaalitutkimus osana kasvatustieteen tutkimusta on merkittävä, koska oppimateriaalit vaikuttavat arkipäivän koulutyössä voimakkaasti. Monipuolisen oppimateriaalitutkimuksen avulla voidaan taata se, että kouluissa käytetyt oppimateriaalit ovat laadukkaita ja tukevat oppimisprosessia kokonaisvaltaisesti ja ovat samalla teoreettiselta sisällöltään relevantteja.

4.3.3 Laadullisen tutkimuksen peruspiirteitä oman tutkimuksen kontekstissa

Viime vuosikymmeninä laadullinen tutkimus on vahvistanut rooliaan ja sosiaalitutkimuksen kentällä laadullisella tutkimuksella on jo suhteellisen vankka asema. Laadullisen tutkimuksen arvostus on vähitellen nousemassa myös aloilla, joissa on perinteisesti tehty vain kvantitatiivisia tutkimuksia. Laadullisen tutkimuksen yhtenä merkittävänä etuna voidaan pitää sen joustavuutta ja parhaassa tapauksessa erilaiset tutkimusmenetelmät ja lähestymistavat täydentävät toinen toisiaan, jopa saman tutkimuksen sisällä. (Pyörälä 1995, 11)

Valitessani tutkimusmetodiksi kvalitatiivisen, laadullisen tutkimusotteen olen päätenyt siihen ennen kaikkea laadullisen tutkimuksen luonteen vuoksi. Tutkimusmateriaalin ollessa suhteellisen pieni, laadullinen lähestymistapa takaa sen, että kykenen tekemään materiaalista riittävän tarkkoja havaintoja. Pyörälä (1995, 14)

luonnehtii, että kvalitatiivinen aineisto on ikään kuin “siivu” kohderyhmästä. Laadullisessa tutkimuksessa keskitytäänkin yleisesti melko pieniin määriin tapauksia ja pyritään analysoimaan niitä mahdollisimman tarkasti (Eskola & Suoranta 1999, 18).

Aineistoa kerätessäni olen käyttänyt laadullisten työtapojen ohella myös numeerista arviointia, joka tuo tutkimukselleni myös kvantitatiivisen tutkimuksen piirteitä. Silti voin perustellusti sanoa, että tutkimukseni metodinen pääpaino on kvalitatiivisessa tutkimusotteessa, koska tutkimuksen kvantitatiivinenkin osa pyrkii kuvaamaan ennemminkin materiaalin laatua, kuin mittaamaan materiaalista löytyneitä määrällisiä muuttujia. Kyseisten tutkimusmenetelmien välillä on vallinnut aikaisemmin jonkinlainen vastakkainasettelu, mutta nykyisellään menetelmät saavat vaikutteita toisistaan ja menetelmiä pyritään jopa yhdistelemään. (Pyörälä 1995, 12; Alasuutari 1993, 15) Vastakkainasettelu on aikaisemmin johtunut lähinnä siitä, että kvantitatiivisilla menetelmillä saadaan pinnallista, mutta luotettavaa tietoa, kun taas kvalitatiiviset menetelmät tuottavat syvällistä, mutta heikosti yleistettävää tietoa (Alasuutari 1993, 190). Omassa tutkimuksessani olen perustellusti käyttänyt molempia menetelmiä, koska ne antavat tutkimusaineistosta kokonaisvaltaisemman kuvan.

Tutkimusmateriaalin ja kohdejoukon pienen koon ohella tutkimuksen menetelmällistä suuntautumista on tukenut myös laatimani teoreettinen tausta. Kvalitatiivinen tutkimus on teoriasuuntautunutta ja tutkimus nojaa teoriaosassa esiteltyihin teoreettisiin käsitteisiin, jotka toimivat tutkimuksen “punaisena lankana.” (Pyörälä 1995, 14) Tutkimuksessani teoria muodostaa ne rajat, joissa käsittelen tutkimusmateriaalia niin aineiston keräämisvaiheessa, kuin analyysivaiheessakin. Liian usein tutkimuksen teoreettinen tausta jää irralliseksi osaksi tutkimusta, jossa vain esitellään tutkimukseen liittyviä käsitteitä. Lopullinen teorian ja empirian välinen synteesi jää näin ollen muodostumatta. Jotta voitaisiin puhua tieteellisestä tutkimuksesta olisi tutkimuksen teoria nähtävä pikemminkin tutkimuksen mahdollisuutena, kuin välttämättömänä pahana. Hyvä tutkimus lähtee teoriasta ja jälleen palaa siihen. Yleisestä teoriasta johdetaan deduktiivisesti yksittäisiä ongelmia ja empirian avulla hankitaan vastaukset näihin kysymyksiin. (Eskola & Suoranta 1999, 81)

4.3.4 Tarkennettu kvalitatiivinen tutkimusote LEGO/Dacta oppimateriaalien arviointia varten

Tutkimukseni luonteesta johtuen olen joutunut rakentamaan tarkennetun kvalitatiivisen tutkimusotteen kokoamalla erilaisista laadullisen tutkimuksen tutkimusotteista omaan tutkimukseeni sopivat menetelmät. En voi suoraan sanoa, että tutkimukseni olisi esimerkiksi tapaustutkimus, etnografinen tutkimus tai fenomenografinen tutkimus. Näiden tutkimusotteiden peruspiirteinä on, että ne pyrkivät kuvaamaan yksilöä, joukkoa, organisaatiota tai toimintamallia. (Syrjälä, Ahonen, Syrjäläinen & Saari 1995)

Koska en ole löytänyt tutkimukselleni suoraa mallia, olen rakentanut teoriaan pohjautuen oman tutkimusotteen, tutustuen erilaisten mallien piirteisiin. Omassa tutkimuksessa olen yhdistänyt tapaustutkimuksen sisällöllisiä ja fenomenografisen tutkimuksen rakenteellisia tekijöitä. Tutkimusotteen nimenä voidaan pitää jo edelläkin mainitsemaani *kvalitatiivista oppimateriaalin evaluointitutkimusta*.

Tutkimusote on rakenteellisesti fenomenografinen. Tutkimukseni on alkanut teoriaan perehtymisellä. Ongelmanasettelun olen suorittanut perehdyttyäni teoriaan ja näin tutkimusongelmistani on muodostunut teoriapohjaisia. Riittävän syvällinen teoriaan tutustuminen on välttämätöntä, sillä teoriaan hyvin sidotut ongelmat auttavat tutkijaa tekemään tarpeeksi syväluotaavan empiirisen tutkimuksen (Ahonen 1995, 134). Edelleen fenomenografisen tutkimuksen periaatteiden mukaan tutkimukseni on edennyt empiiriseen aineiston keräämiseen, aineiston analysointiin ja tutkimustulosten kirjaamiseen.

Tapaustutkimus keskittyy yleensä johonkin tarkoin valittuun, jossain suhteessa muista erottuvaan tapaukseen. Tutkimusotettani voi siis pitää myös tapaukseen keskittymisenä, koska minulla on tarkoin rajattu tutkimusmateriaali laajemmasta oppimateriaalisarjasta. Tapaustutkimus on kuitenkin kiinnostunut ihmisestä, ihmisjoukosta tai yhteisöstä. (Syrjälä & Numminen 1988, 5) Tapaustutkimukseen ei siis suoranaisesti kuvaa tutkimusotettani, mutta se sisältää sisällöllisesti tutkimukseeni soveltuvia osia. Tapaustutkimuksen kohdalla puhutaan evaluaatiotutkimuksesta, joka on merkittävä kvalitatiivisen tapaustutkimuksen alalaji. Evaluaatiotutkimus sisältää useita erilaisia tutkimussuuntauksia. Oma evaluointitutkimukseni on lähinnä eklektiivinen evaluointitutkimus, koska tässä evaluointitutkimustyyppissä pyritään yhdistämään kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä. (Syrjälä ym. 1988, 41)

4.3.5 Aineiston kerääminen arviointilomakkeen avulla.

Aineiston keräämisen olen suorittanut laatimani arviointilomakkeen avulla (liite1). Arviointilomakkeen laadinta pohjautuu teoreettisesti oman tutkimukseni teoriaosaan, tutkimuksen ongelmanasetteluun ja tutkimusmateriaaliin. Olen teoriaosan ja tutkimusmateriaalin pohjalta muokannut arviointilomakkeen sellaiseksi, että sen avulla tutkimusmateriaalin arviointi voidaan tehdä tutkimusongelmiin keskittyen.

Arviointilomakkeessa tutkimusmateriaali arvioidaan numeerisesti ja sanallisesti. Arviointilomakkeen laadinnassa olen käyttänyt apuna Jorma Ojalan oppikirja arviointiin laatimaa arviointitaulukkoa (Ojala 1997, 49 - 50, 68). Oma taulukkoni poikkeaa Ojalan väitöskirjassaan käyttämästä taulukosta melko paljon, mutta sen avulla olen saanut ideoita ja näkemyksiä laatiessani omaa arviointilomaketta. Ojalan (1997) ohella olen käyttänyt avukseni myös Pitkäsen ja Syrjäsen pro gradu-tutkimuksessa käyttämää arviointilomaketta (Pitkänen & Syrjänen 2001, 50 - 51). Heidän laatimansa lomake on ollut lähtökohtana oman arviointilomakkeeni rakenteelliselle puolelle. Olen saanut arviointilomakkeen laadintaan vihjeitä myös työni ohjaajilta.

Perinteisesti laadullisten tutkimusaineistojen keräämisessä on käytetty kyselylomakkeita, tai strukturoituja ja puolistrukturoituja haastattelurunkoja, riippuen laadullisesta tutkimusotteesta (Syrjälä 1995). Arviointilomakkeeni ei perustu suoranaisesti mihinkään valmiiseen tutkimusaineiston keruuvälineeseen. Suoritin tutkimusaineiston keräämiseen itse, mutta tästä huolimatta laadin arviointilomakkeen sellaiseksi, että lomaketta pystytään käyttämään tarvittaessa uudelleen. Aineiston keräämisen suoritin laatimani arviointilomakkeen pohjalta. Arvioin jokaisen oppimateriaalisarjan ja opettajan oppaan omaan arviointilomakkeeseen. Kuten edellä mainitsin, arvioinnissa yhdistyi sekä numeerinen, että sanallinen arviointi. Numeerisen arvioinnin perusteet näkyvät kappaleessa 4.3.1.

Sanallisessa arvioinnissa suoritin tutkimusmateriaalin käsittelyn kuvaamalla materiaalin sisältöä sanallisesti. Sanallisen kuvailun, deskription, periaatteiden mukaan kyseiseltä aineiston keruumenetelmältä edellytetään mittauksellista luotettavuutta, numeerista tarkkuutta, sekä informatiivista tyhjentyvyyttä. Kyseinen luokittelu sopii erityisesti kvantitatiiviseen tutkimukseen, mutta sanallisen deskription informatiivinen tyhjentyvyys soveltuu oman kvalitatiivisen tutkimukseni aineiston keruun ja analysoinnin

perustaksi. Informatiivisella tyhjentyvyydellä tarkoitetaan lähinnä muuttujavalinnan onnistumista. Tutkijan on perustellen valittava tutkimuksensa muuttujat siten, että hän kykenee luomaan tutkimusaineistosta järkevän kokonaiskuvan. Vääränlainen muuttujavalinta johtaa helposti tutkittavan ilmiön virheelliseen kuvaukseen. (Kari 1981, 88) Olen varmistanut onnistuneen deskription harkitulla ongelmanasettelulla, keskittyen koko ajan tutkimuksessani kuvaamaan tutkimusmateriaalia vain ongelmien suuntaisesti. Kuten olen jo aiemmin maininnut, teoriasta noussut ongelmanasettelu takaa myös teoreettisesti vankan muuttujavalinnan, jolloin tutkimuksessa keskitytään oleellisiin seikkoihin .

4.3.6 Tutkimusaineiston analysointimenetelmät

Laadullisen aineiston analysointi on monimutkainen ja aikaa vievä prosessi (Brymann & Burgess 1995, 89). Aineiston analyysi on määritelty systemaattiseksi prosessiksi, jolloin aineisto järjestellään, jaetaan pienempiin osiin, tehdään synteesejä ja malleja, päätetään mikä on tärkeää, mitä on opittu ja mitä kerrotaan toisille (Syrjälä 1988, 123).

Tutkimusaineiston analyysi muodostuu kahdesta vaiheesta. Havaintojen pelkistämisestä ja arvoituksen ratkaisemisesta. Tutkimukseni kannalta oleellisempi analysointimenetelmä on pelkistäminen, sillä se luo materiaalista tarvittavaa kokonaiskuvaa. Havaintojen pelkistämisessä voidaan erottaa kaksi vaihetta. Aineistoa tarkastellaan tietystä teoreettis-metodologisesta näkökulmasta. Aineiston tarkastelussa kiinnitetään huomiota vain siihen, mikä on teoreettisen viitekehyksen ja kulloisenkin kysymyksen asettelu kannalta olennaista. Pelkistämisen avulla käsillä oleva aineisto saadaan paremmin hallittavaan muotoon. (Alasuutari 1993, 23) Pelkistämällä ei kuitenkaan tarkoiteta kvalitatiivisen aineiston muuttamista keskiarvoiksi, vaan kvalitatiivisessa analyysissä jokainen poikkeus kumoaa säännön ja osoittaa, että aihetta tulee tarkastella uudelta näkökannalta (Alasuutari 1993, 25). Omassa tutkimuksessani olen pyrkinyt saamaan tutkittavasta materiaalista jonkinlaisen kokonaiskuvan, mutta jokainen erityistapaus nousee kokonaisuudesta ja tulee siksi huomioida.

Laadullisen analyysin perusluonne on aineistoa spesifisti kuvaava. Olen tutkimuksessani kuitenkin halunnut luoda myös tiettyä kokonaiskuvaa. Olen tästä syystä yhdistänyt tutkimuksessani kvalitatiiviseen menetelmään kvantitatiivisia piirteitä.

Arviointilomakkeessani olevan numeerisen arviointiluokituksen avulla lasken tutkittaville materiaaleille keskiarvoja, käytän siis keskiarvoanalyysiä. Keskiarvot kuvaavat materiaalia kuitenkin niin yleisesti, ettei niiden käyttö pelkästään olisi tuonut riittävää ja teoreettisesti merkittävää tietoa tutkimusaineistosta. Analyysivaiheessa numeerisesti ja sanallisesti kerätty aineisto tuodaan yhteen, luomaan kokonaiskuvaa kahdella eri tavalla kerätystä tutkimusaineistosta (Brannen 1992, 139).

Materiaalin analysoinnin olen suorittanut vaiheittaisesti jakamalla tutkimusaineiston rakenteellisesti teoreettisen viitekehyksen mukaisiin luokkiin. Pyrin kuvaamaan jokaisen luokan alueelta löytyneitä asioita ja mahdollisuuksien mukaan luomaan alaluokkia, jotka nousevat materiaalista itsestään. Lopuksi pyrin luomaan synteessin teorian ja empiirisen aineiston välille. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2001, 209) Tutkimuksessani aineiston kerääminen ja analyysi limittyvät laadullisen tutkimuksen periaatteiden mukaisesti järkevällä tavalla yhteen, sillä jo aineiston keräämisvaiheessa tehdyt huomiot materiaalista tukevat analyysin tekoa (Koskinen 1995, 58).

4.4 Tutkimuksen luotettavuus.

Tässä metodiosan viimeisessä kappaleessa käsittelen tutkimuksen pätevyyteen eli validiteettiin ja luotettavuuteen eli reliabiliteettiin liittyviä kysymyksiä. Kvalitatiivisen tutkimuksen pätevyyteen vaikuttaa kaikista eniten tutkija itse, koska tutkija toimii tutkimuksensa instrumenttina. Laadullisen tutkimuksen pätevyydestä on keskusteltu paljon, koska tutkijan rooli niin aineiston kerääjänä, kuin analysoijanakin on niin keskeinen. Laadullisen tutkimuksen luonteesta johtuen tutkijan objektiivisuus saattaa olla kovalla koetuksella. Tästä johtuen kvalitatiivisen tutkimuksen tekijän tulee omata riittävät tutkimustaidot. (Patton 1990, 54,149)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pätevyydellä tarkoitetaan myös tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä mitä on tarkoitus. Validiteetti tässä yhteydessä tarkoittaa lähinnä tutkijan kykyä rakentaa tutkimusongelman mukaisesti toimiva tutkimusasetelma. Tutkijan tulee kyetä osoittamaan, että valitsemallaan tai luomallaan tutkimusasetelmalla ja juuri kyseistä kohdejoukkoa tutkimalla saavutetaan vastaukset tutkimusongelmiin. (Pyörälä 1995, 15)

Tutkimuksessani olen varmistanut tutkimusasetelmani pätevyyden siten, että olen edennyt deduktiivisesti luomalla ensin teoreettisen viitekehysten ja sen pohjalta määritellyt tutkimusongelmat. Tämän jälkeen olen luonut arviointilomakkeen, joka pohjautuu sekä teoreettiseen viitekehykseen, että tutkimusmateriaaliin. Olen siis varmistanut aineiston keräämiseen laatimani tutkimusotteen kahdesta eri suunnasta. Empiirisen osan suorittamisen ja aineiston analysointivaiheen validiteetin takaa puolestaan harkittuun tutkimusmetodiikkaan pohjautuva aineiston keruu- ja analysointimenetelmien valinta.

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksen luotettavuuden olen varmistanut käyttämällä triangulaatiota. Triangulaatio voidaan jakaa teoreettisesti neljään erilaiseen lähestymistapaan. Aineistotriangulaatiolla (Data triangulation) tarkoitetaan erilaisia aineistolähteitä samassa tutkimuksessa. Tutkijatriangulaatio (Investigator triangulation), puolestaan varmistaa tutkimuksen luotettavuuden siten, että tutkimuksessa on käytetty useita eri tutkijoita. Teoriatrigulaatio (Theory triangulation) takaa tutkimuksen luotettavuuden, kun tutkimukselle on laadittu teoreettisesti riittävän monipuolinen viitekehys. Menetelmätriangulaatiolla (Methodological triangulation) puolestaan tarkoitetaan erilaisten tutkimusmenetelmien ja -otteiden käyttämistä samassa tutkimuksessa. (Patton 1990, 187)

Omassa tutkimuksessani olen käyttänyt lähinnä tutkija- ja menetelmätriangulaatiota. Tutkijatriangulaatiota käytin tutkimusaineiston keruuvaiheen suunnittelussa. Työskentelin yhteistyössä fyziikan didaktiikan asiantuntijan (Vesa Rahkonen) kanssa, joka antoi tarvittavat matemaattis-luonnontieteelliset perusteet aineiston arviointiin ja johdatti minut tarvittavien matemaattis-luonnontieteellisten perusteiden äärelle. Toinen vaihe tutkimustani, jossa käytin tutkijatriangulaatiota oli aineiston keruun jälkeen. Toimitin puhtaaksi kirjoitetut aineistot teknologiakasvatuksen asiantuntijan (Aki Räsänen) arvioitavaksi. Hän teki kerätystä tutkimusaineistosta lisähuomioita ja arvioi samalla suorittamaani aineiston keruuta yleisesti.

Menetelmätriangulaatiota olen käyttänyt sekä aineiston keruu-, että analyysivaiheessa. Olen käyttänyt yhdessä niin kvalitatiivisia, kuin kvantitatiivisiakin tutkimusmenetelmiä, jotka yhdessä muodostavat kokonaisuuden, jonka avulla materiaalista saadaan luotettavampi ja kokonaisvaltaisempi kuva. Triangulaation ohella tutkimuksen luotettavuutta on parantanut aineiston hankintavaiheessa tapahtunut saturaatio. Saturaation käsite liitetään yleensä kvalitatiiviseen toimintatutkimukseen. Saturaatiolla tarkoitetaan

tiedon hankinnan jatkamista siihen pisteeseen, ettei käytetyllä menettelyllä enää saada uutta tietoa. (Syrjälä 1995, 48) Omassa tutkimuksessani saturaatio, kyllästäminen tapahtui aineiston keräämisvaiheessa siten, että laatimani arviointilomakkeen pohjalta kävin jokaisen materiaalin läpi yhteensä neljä kertaa. Joka kerralla huomiot niin käsillä olevista asioista, kuin tutkimuksen koko ongelmakentästä syvenivät. Materiaalin luonteesta johtuen pystyin koko ajan hahmottamaan materiaalini kokonaisuutena ja palaamaan edellisiin kohtiin, jos mieleeni nousi uusia asioita tai lähestymistapoja. Tutkittuani jokaisen materiaalin yhteensä neljään kertaan ja palattuani vielä useita kertoja uudelleen jo käsittelemiini aiheisiin, ei materiaalista enää noussut uusia huomioita.

4.5 Tutkimustulosten raportointi

Tulosten raportoinnin olen suorittanut jakamalla tutkimusaineiston rakenteellisesti teoreettisen viitekehyksen mukaisiin osiin. Jokaisen osan raportoinnissa käytetään keskiarvokuvaajia ja aineiston sanallista sisällön kuvailua. Keskiarvokuvaajat antavat käsillä olevasta aiheesta kokonaiskuvan, joka on tarvittaessa nopeasti omaksuttavissa.

Sanallisen sisällön kuvailun avulla suoritan tarkemman raportoinnin aiheesta, keskittyen jokaisen materiaalin yksityiskohtiin ja poikkeuksiin. Pyrin kuvaamaan jokaisen luokan alueelta löytyneitä asioita mahdollisimman tarkasti tutkimusongelmien valossa. Sanallinen sisällön kuvailu selittää lukijalle, mitä jokaisen keskiarvon taakse kätkeytyy. Sanallisessa sisällön kuvailussa keskityn vain käsillä olevaan osaan ja mahdollinen analyysi ja tulkinta kohdistuu vain kyseiseen aiheeseen. Jokaisessa osassa on myös yhteenveto käsillä olevasta aiheesta. Yhteenvedossa keskityn kuvaamaan materiaalia yleisesti ja tekemään siitä alustavaa analyysia. Lopullisen analyysin ja synteessin teen vasta tutkimuksen pohdintaosassa.

5 NELJÄN LEGO/ Dacta OPPIMATERIAALISARJAN JA OPETTAJAN OPKAIDEN ARVIOINNIN TULOKSET

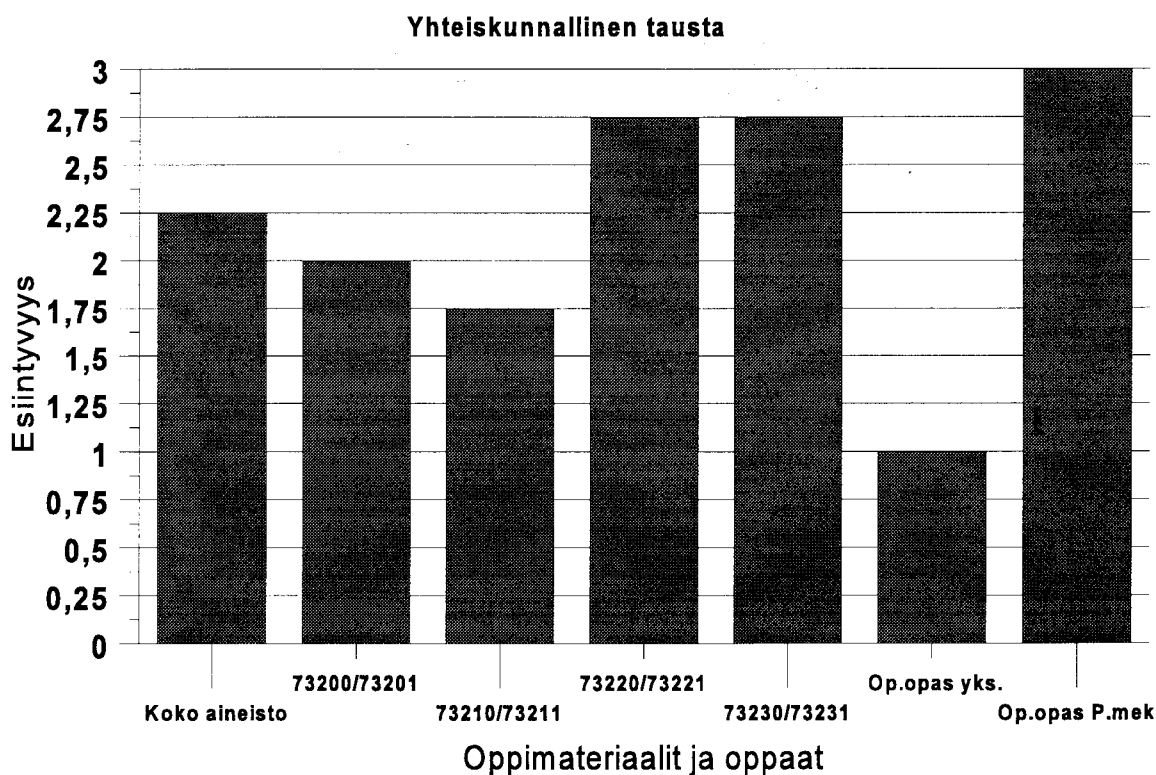
5.1 Tulosten käsittelyn erityispiirteitä

Kuten olen menetelmäkappaleessa maininnut olen suorittanut aineiston raportoinnin jakamalla tutkimusaineiston teorian mukaisiin luokkiin. Käsittelen näitä luokkia niin keskiarvojen, kuin laadullisen kuvailun keinoin. Olen päätenyt tällaiseen luokituksen mukaiseen raportointitapaan siitä syystä, että haluan analyysivaiheessa keskittyä erityisesti teoreettisen viitekehyksen pohjalta muodostuneeseen ongelmakenttään ja kuvata materiaalia kokonaisuutena. Tällä tavoin pystyn samanaikaisesti nostamaan kokonaisvaltaisen tarkastelun rinnalle myös aineistosta nousseita erityishuomioita, kuten poikkeuksia ja yksityiskohtia. Tutkimuksen tulokappaleessa esittelen ensin keskiarvoanalyysin pohjalta nousseet tulokset. Toisessa vaiheessa esittelen sanallisen sisällön kuvailun pohjalta nousseita tuloksia. Keskiarvoanalyysissä pyrin siis luomaan lähinnä yleiskuvaa. En tee tarkempaa tilastollista analyysiä, hajonnan tai tilastollisen merkitsevyyden keinoin. Tytydyn keskiarvon avulla vain kuvaamaan tutkimusaineistoa.

5.2 Yhteiskunnallinen tausta tutkitussa materiaalissa

5.2.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu

Tutkimusmateriaalin yhteiskunnallisen taustan arviointi tapahtui numeerisesti arviointilomakkeeseen asteikolla 1-3 (kappale 4.3.1 ja liite 1). Numeerisella arviolla haettiin materiaalille yhteiskunnallisen taustan huomiointiin kokonaiskuva. Seuraava pylväsdiagrammi kuvaa koko materiaalin keskiarvon ja kunkin yksittäisen materiaalin keskiarvon suhteessa kokonaiskeskiarvoon.



Kuvio 6. Tutkimusmateriaalin yhteiskunnallinen tausta.

DIAGRAMMIN SELITYKSET:

X-akseli: Oppimateriaalit ja oppaat.

Koko aineisto: Kaikki materiaalit.

73200/73201: Oppimateriaalisarja hammaspyörät ja opettajan opas.

73210/73211: Oppimateriaalisarja vivut ja opettajan opas.

73220/73221: Oppimateriaalisarja väkipyörät ja opettajan opas.

73230/73231: Oppimateriaalisarja pyörät ja akselit ja opettajan opas.

Op.opas yks.: Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille -opettajan ohjekirja."

Op. opas P. mek.: Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja."

Y-akseli: Esiintyvyys.

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin.

Kuvaajasta voidaan havaita, että koko materiaalin keskiarvo on 2.25. Tutkimusaineiston Ylin arvo on 3 ja alin 1. Keskiarvojen välillä on siis jonkin verran vaihtelua. Sarja numero 73200/73201, saa keskiarvokseen 2. Sarjan 73210/73211, keskiarvo on 1.75. Sarja

73220/73221 saa keskiarvokseen 2.75, kuten myös sarja 73230/73231. Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille” saa keskiarvoksi 1. Opettajan opas “Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit” saa keskiarvon 3.

Oppimateriaalisarja ja opettajan opas 73200/73201 käsittelee hammaspyöriä. Yhteiskunnallinen tausta on sarjassa huomioitu siten, että oppilaille suunnatut rakennusprojektit on pyritty valitsemaan oppilaiden kokemusmaailmasta. Rakennusprojektit karuselli ja tuuletin ovat suhteellisen tuttuja, joten lapset kykenevät huomaamaan hammaspyörien yhteiskunnallisen merkittävyyden helposti. Opettajalle suunnatussa osassa hammaspyörien yhteiskunnallista merkittävyyttä ei käsitellä. Materiaalissa vain todetaan:

”Hammaspyöriä on kaikkialla ympärillämme.”

Aiheen käsittelyä ei suoriteta muulla tavoin, joten se jää erittäin vähäiseksi ja pinnalliseksi. Oppilaille suunnatuissa tehtävämonisteissa aiheen yhteiskunnallinen tausta on huomioitu nostamalla käsillä olevat ongelmaratkaisutehtävät käytännön ongelmista. Aihe on kuitenkin huomioitu pinnallisesti ja oppilaille jää hatara kuva hammaspyörien roolista merkittävänä yhteiskuntaan vaikuttavana teknologiana. Tutkimusmateriaalissa olevat kuvat ruostuneista hammaspyöristä eivät tarjoa parasta mahdollista lähtökohtaa aiheen yhteiskunnallisen merkittävyyden tarkastelussa.

Oppimateriaalisarja ja opettajan opas 73210/73211 käsittelee vipuja. Oppilaiden rakennusprojektit kirjevaaka ja lohikäärme eivät kuvaa vivun yhteiskunnallista roolia, koska ne eivät nouse oppilaiden kokemusmaailmasta, eivätkä konkreettisesti ympäristöstä. Opettajalle suunnatussa oppaassa vivun yhteiskunnallista merkitystä havainnollistetaan kuvien avulla. Muuten materiaalissa tyydytään vain toteamaan:

“Vivut helpottavat työtä.”

Opettaja saa käsityksen vipujen yhteiskunnallisesta roolista myös vipujen sovelluskohteista esitetyillä esimerkeillä. Oppilaan tehtävämonisteessa vivun yhteiskunnallinen merkitys on tuotu esille siten, että vipu on kuvattu apuvälineenä, elämää helpottavana tekniikkana. Asiaa havainnollistaa materiaalissa oleva nostettava puomi, jonka avulla oppilaat saavat

hyvän kuvan vivun merkityksestä. Materiaalissa olevat kuvat havainnollistavat vivun roolia ja merkityksellisyyttä yhteiskunnassamme. Kuvat on valittu siten, että ne ovat tuttuja ja kuvaavat merkittäviä teknisiä keksintöjä, joissa vipu on mukana.

Sarja 73220 ja opettajan opas 73221 käsittelee väkipyöriä. Oppilaan rakennusprojekteissa väkipyörän yhteiskunnallinen merkitys konkretisoituu nosturi- ja vilkkuva pelle -projekteissa. Nosturi kuvaa väkipyörän merkitystä työssä ja tätä kautta yhteiskunnan toiminnassa. Vilkkuva pelle puolestaan tuo väkipyörän lasten kokemusmaailmaan. Opettajalle on väkipyörän yhteiskunnallinen rooli kuvattu seuraavin esimerkein: lipputanko, väkipyörä nupissa, nostokurki, väkipyörät raskaiden taakkojen nostamiseen, auton moottorissa olevat väkipyörävalitteiset hihnavedot, ompelukoneet. Opettaja saa hyvän kuvan väkipyörän yhteiskunnallisesta merkityksestä. Oppilaan tehtävämonisteessa aiheen yhteiskunnallista merkitystä on pyritty havainnollistamaan esimerkkien avulla. Liukuhihna ja vinssi esimerkiksi veneen maihin vetämiseen antavat oppilaille hyvän kuvan väkipyörän merkityksestä arkielämässä. Rakennusprojekteihin kuuluva lisämateriaali johdattaa oppilaat tutkimaan nosturin toimintaa ja tätä kautta sen merkitystä työtä helpottavana teknologiana. Materiaalissa oleva kuvamateriaali on havainnollista ja kertoo paljon väkipyörän merkityksestä työtä helpottavana teknologiana.

Sarja 73230 ja opettajan opas 73231 sisältää pyöriin ja akseleihin liittyvät asiat. Rakennusprojekteissa pyörien ja akseleiden yhteiskunnallinen merkitys on osoitettu valitsemalla rakennusprojektit ympäristöstä. Rakennusprojektit kuvaavat autoa tai ruohonleikkuria ja liukuhihnaa. Kyseiset tekniset keksinnöt luovat merkittävän kuvan pyörien ja akselien yhteiskunnallisesta merkittävydestä. Opettajan oppaassa pyörien ja akselien yhteiskunnallinen ja historiallinen merkitys ja rooli on otettu hyvin huomioon. Opettajan materiaalissa kuvataan pyörän keksimistä ja sen merkitystä työtä ja elämää helpottavana tekniikkana huolellisesti. Oppilaan tehtävämonisteessa pyörän merkitystä tarkastellaan työtä helpottavana teknologiana. Tätä kautta pyörän ja akseleiden yhteiskunnallinen merkitys korostuu. Rakennusprojekteihin kuuluvassa lisämateriaalissa pyörien ja akseleiden merkitystä kuvataan kehittytehtävien avulla, jossa oppilaat rakentavat elokuvaprojektorin. Oppilaat ymmärtävät tätä kautta, kuinka merkittäviä pyörät ja akselit ovat. Kuvamateriaali havainnollistaa pyörien ja akselien roolin työtä ja elämää helpottavana keksintönä.

Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” esittelee kaikkien edellä mainittujen teknologioiden taustoja. Teknologisten keksintöjen yhteiskunnallinen merkitsevyys on kuitenkin heikosti huomioitu. Opettaja ei saa oppaan avulla minkäänlaisia valmiita keinoja ja vinkkejä, joilla hän voisi kytkeä käsillä olevat teknologiat osaksi yhteiskuntaa. Teknologioiden yhteiskunnallinen tausta huomioidaan opettajan oppaan ongelmanratkaisutehtävissä seuraavalla lauseella:

“Kun keksimme laitteen tai koneen, joka auttaa ratkaisemana jonkin ongelman, astumme teknologian maailmaan. Sovellamme matematiikan tai luonnontieteen tietojamme todellisen elämän ongelmien ratkaisuun.”

Opettajan oppaassa yhteiskunnallinen tausta on huomioitu seuraavasti:

“Rakentelusta voidaan nähdä kuinka lapsi jäsentää ympäristöään.”

Materiaalin sisältämät viittaukset teknologian yhteiskunnallisen taustaan ovat vähäisiä ja niiden avulla opettajan on miltei mahdotonta kyetä näkemään teknologian ja yhteiskunnan välinen vaikutus.

Opettajan opas “Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja” esittelee myös edellä mainittujen teknologioiden taustoja. Kyseisessä opettajan oppaassa teknologian ja yhteiskunnan välinen suhde on tuotu erittäin hyvin esille. Materiaalissa on runsaasti erilaisia esimerkkejä, joiden avulla opettaja voi kytkeä teknologiat osaksi yhteiskuntaa. Kuvamateriaali tukee myös hyvin aiheen käsittelyä. Yhteiskunnallisuuteen liittyen materiaalissa on käsitelty myös teknologioiden historiallista taustaa. Opettaja saa materiaalin avulla kokonaisvaltaisen ja hyvän kuvan teknologian ja yhteiskunnan suhteesta.

5.2.2 Yhteenveto aineiston yhteiskunnallisesta taustasta

Koko aineiston keskiarvon ollessa 2.5 voidaan sanoa, että tutkitussa materiaalissa teknologian ja yhteiskunnan välinen vuorovaikutus on tuotu esille kohtuullisen hyvin. Ongelmallinen asia on, että vaikka materiaalit kuuluvat samaan oppimateriaalisarjaan niiden välillä on suhteellisen suuret erot. Osassa materiaaleja, kuten opettajan oppaassa

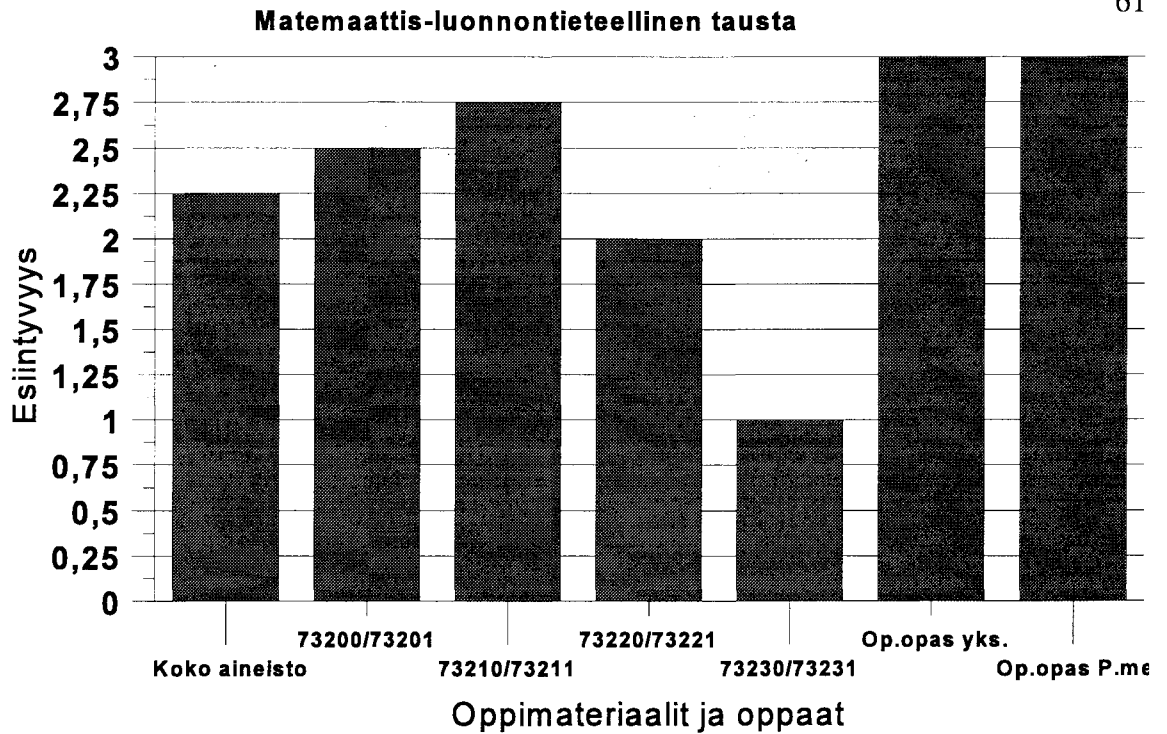
“Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit” ja sarjoissa 73220/73221 sekä 73230/73231 yhteiskunnallinen tausta on huomioitu hyvin. Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” yhteiskunnallinen tausta on taas huomioitu vain muutamalla epämääräisellä lauseella.

Materiaali on siis suhteellisen heterogeeninen, eikä näin ollen koko aineiston keskiarvon perusteella voida sanoa paljoakaan yksittäisistä materiaaleista. Tästä syystä materiaaleihin tutustuminen on paikallaan, mikäli tutkittua materiaalia aiotaan käyttää opetuksessa teknologian ja yhteiskunnan välisen vuorovaikutuksen selventäjänä.

5.3 Matemaattis-luonnontieteellinen tausta tutkitussa materiaalissa

5.3.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu

Tutkimusmateriaalin matemaattis-luonnontieteellisen taustan arviointi tuotti seuraavat keskiarvot. Koko aineiston keskiarvoksi muodostui 2.25. Oppimateriaalisarja 73200/73201 sai keskiarvon 2.5, sarjan 73210/73211 keskiarvo on 2.75, sarja 73220/73221 sai keskiarvokseen 2, oppimateriaalisarjan 73230/73231 keskiarvo on 1. Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille” sai keskiarvon 3 ja Opettaja opas “Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja” sai keskiarvon 3.



Kuvio 7. Tutkimusmateriaalin matemaattis-luonnontieteellinen tausta

DIAGRAMMIN SELITYKSET:

X-akseli: Oppimateriaalit ja oppaat.

Koko aineisto: Kaikki materiaalit.

73200/73201: Oppimateriaalisarja hammaspyörät ja opettajan opas.

73210/73211: Oppimateriaalisarja vivut ja opettajan opas.

73220/73221: Oppimateriaalisarja väkipyörät ja opettajan opas.

73230/73231: Oppimateriaalisarja pyörät ja akselit ja opettajan opas.

Op.opas yks.: Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille-opettajan ohjekirja."

Op. opas P. mek.: Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit-opettajan ohjekirja."

Y-akseli: Esiintyvyys.

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin.

Oppimateriaalisarjassa ja opettajan oppaassa 73200/73201 teknologian matemaattis-luonnontieteellisyyden välinen vuorovaikutus on kokonaisuudessaan heikosti huomioitu. Rakennusprojekteissa ei mainita hammaspyörien taustalla olevaa matemaattis-

luonnontieteellisiä käsitteitä. Rakennusprojektien ohessa olevat rakennuskortit mainitsevat seuraavat hammaspyöriin liittyvät käsitteet:

“välityssuhde ja pyörimisnopeus.”

Opettajan oppaassa hammaspyörien matemaattis-luonnontieteellisyys on tuotu hyvin esille. Materiaalin avulla opettaja johdatetaan käsitteisiin:

“pyörimissuunta, vetopyörä, vedettävä pyörä, suuri ja pieni vaihde, välityssuhde, apuratas, kruunuhammaspyörä, kulma ja yhdistelmävaihteisto.”

Oppilaan tehtävämonisteessa mainitaan seuraavat käsitteet:

“välityssuhde, suuri vaihde, pieni vaihde, vetopyörä, vedettävä pyörä, pyörimisnopeus, ja vaihteisto. “

Lisämateriaalissa selvitetään välityssuhteen ideaa muokkaamalla valmista rakennusprojektia. Kuvamateriaali ei anna matemaattis-luonnontieteelliseen puoleen lisäselvyyttä.

Sarjassa 73210/73211 matemaattis-luonnontieteellinen tausta on huomioitu hyvin. Rakennusprojekteissa ja niihin liittyvissä rakennuskorteissa matemaattis-luonnontieteellinen tausta on tuotu esille seuraavin käsittein:

“1.asteen vipu, tukipiste, voima, kuorma, 3. asteen vipu, tukipisteiden paikka suhteessa voimaan ja kuormaan.”

Opettajan oppaan avulla opettaja saa erinomaisen kuvan vivun matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta. Opettaja oppaassa tuodaan esille seuraavat käsitteet:

“1. asteen vipu, 2. asteen vipu, 3. asteen vipu. Vipu lisää voiman vaikutusta tai muuttaa voiman suuntaa.”

Oppilaan tehtävämonisteessa vivun matemaattis-luonnontieteellinen tausta on huomioidaan käsittein:

“1. asteen kaksivartinen vipu, 2. asteen yksivartinen vipu ja 3. asteen yksivartinen vipu.”

Lisämateriaalissa vivun matemaattis-luonnontieteellinen tausta on huomioitu soveltamalla rakennusprojekteihin seuraavia ideoita, joilla rakennusprojektista muokataan 1. asteen katapultti vipu. Lisäksi lisämateriaalissa tuodaan esille vipuun liittyvät käsitteet:

“ 1. asteen vipu, voima ja kuorma.”

Kuvamateriaalin avulla ei suoranaisesti kerrota vipujen matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta, mutta niiden avulla voidaan helposti tutustua 1.,2. ja 3. asteen yksi- ja kaksivartisiin vipuihin ja käsitteisiin kuorma, voima ja tukipiste.

Sarjassa 73220/73221 matemaattis-luonnontieteellinen tausta on huomioitu rakennusprojekteissa ja rakennuskorteissa siten, että materiaalissa tutustutaan väkipyörien rakenteeseen ja aihetta käsitellään seuraavin käsittein:

“ pieni vetopyörä, iso vetopyörä, pyörimisnopeus, välityssuhde.”

Opettajan oppaassa annetaan suhteellisen tarkka kuvaus väkipyörien matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta. Materiaalissa mainitaan:

“Väkipyörä on pyörä, jossa on hihna ja joka muuttaa nopeutta ja voimaa.”

Lisäksi mainitaan, että väkipyörien koko vaikuttaa pyörähdysten määrään. Opettajan oppaan avulla opettaja saa hyvän kuvan väkipyörästä ja niiden matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta. Oppilaan tehtävämonisteessa väkipyöriä esitellään seuraavien käsitteiden avulla:

“ pyörimissuunta, nopeuden muutos, kulma, kiinteä väkipyörä, liikkuva väkipyörä.”

Tehtävämonisteen välittämä kuva väkipyörästä on kuitenkin suhteellisen puutteellinen. Lisämateriaali on matemaattis-luonnontieteellisesti heikko, eikä se sisällä mitään kytkentöjä aiheeseen, myös kuvamateriaali on tässä suhteessa puutteellinen, joskin se saattaa toimia aiheeseen virittäjänä.

Oppimateriaalisarja 73230/73231 on matemaattis-luonnontieteelliseltä taustaltaan heikko. Pyörien ja akselien kohdalla materiaalin kaikki kohdat ovat erittäin puutteellisia, eikä niistä nouse huomiota. Opettajan oppaassa on maininta suuren pyörän paremmasta rullaavuudesta, joka saattaa antaa kuvaa rotaatioenergiasta ja pyöriävästä massasta. Kokonaisuudessaan materiaali on erittäin puutteellisesti matemaattis-luonnontieteelliseen taustaansa kytketty.

Opettajan opas ”Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” kytkeytyy käsillä olevien teknologioiden matemaattis-luonnontieteelliseen taustaan erinomaisesti. Materiaalissa korostetaan oppilaan roolia kyseisten aihealueiden taitajana. Materiaalista löytyy tarkka kuvaus matematiikan ja luonnontieteen alueelta opittavista taidoista käytettäessä oppimateriaaleja. Oppaan avulla opettaja saa hyvät valmiudet teknologioiden taustalla olevan matemaattis-luonnontieteellisten käsitteiden ymmärtämiseksi.

Opettajan opas ”Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja” esittelee laajasti ja syvällisesti teknologioiden taustalla olevia matemaattis-luonnontieteellisiä käsitteitä. Oppaan avulla opettaja saa erittäin kokonaisvaltaisen ja tarkan kuvan ja pystyy välittämään asian myös oppilaille, joille varattu materiaalikin sisältää teknologioiden matemaattis-luonnontieteellisen taustan.

5.3.2 Yhteenveto aineiston matemaattis-luonnontieteellisestä taustasta

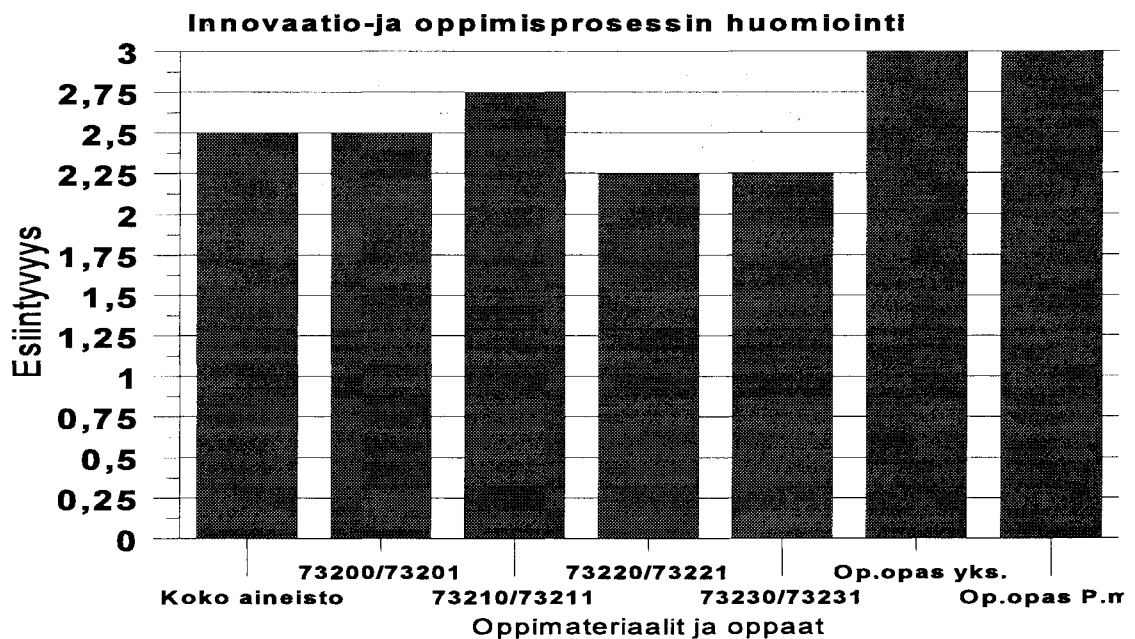
Koko aineiston keskiarvon asettuessa 2.25 voidaan sanoa, että teknologioiden taustalla olevat matemaattis-luonnontieteelliset seikat on huomioitu heikosti. Kokonaisuudessaan materiaalit sisältävät kyseessä olevan teknologian matemaattis-luonnontieteellisen taustan hieman sekavasti ja opettaja joutuu itse jäsentämään aihetta. Lasku- ja sovellustehtävien puute heikentää yleisesti kaikkien sarjojen matemaattis-luonnontieteellistä taustaa. Laskutehtävien avulla kytkentä olisi kaikkein selvimminkin todennettavissa

Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja" tukee matemaattis-luonnontieteiden opiskelua yleissivistävässä koulussa, kuten myös opettajan opas " Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja." Toisaalta oppimateriaalisarja 73230/73231, joka käsittelee pyöriä ja akseleita on matemaattis-luonnontieteelliseltä taustaltaan erittäin puutteellinen, vaikka teknologiana se sisältääkin runsaasti kyseisen aihealueen asioita. Materiaalit ovat matemaattis-luonnontieteelliseltä taustaltaan suhteellisen samantasoisia, vaikka sarja 73230/73231 tekeekin poikkeuksen ja heikentää koko aineiston keskiarvoa.

5.4 Innovaatio- ja oppimisprosessin huomiointi tutkitussa materiaalissa.

5.4.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu

Tutkimusmateriaalin innovaatio- ja oppimisprosessin arviointi tuotti aineiston keskiarvoiksi seuraavat luvut. Koko aineoston keskiarvoksi muodostui 2.5. Oppimateriaalisarja 73200/73201 sai keskiarvokseen 2.5. Sarjan 73210/73211 keskiarvoksi muodostui 2.75. Sarja 73220/73221 sai keskiarvon 2.25 ja sarja 73230/73231 2.25. Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja" sai keskiarvon 3 ja opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit" sai myös keskiarvon 3.



Kuvio 8. Innovaatio- ja oppimisprosessin huomiointi

DIAGRAMMIN SELITYKSET:

X-akseli: Oppimateriaalit ja oppaat.

Koko aineisto: Kaikki materiaalit.

73200/73201: Oppimateriaalisarja hammaspyörät ja opettajan opas.

73210/73211: Oppimateriaalisarja vivut ja opettajan opas.

73220/73221: Oppimateriaalisarja väkipyörät ja opettajan opas.

73230/73231: Oppimateriaalisarja pyörät ja akselit ja opettajan opas.

Op.opas yks.: Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille-opettajan ohjekirja."

Op. opas P. mek.: Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit-opettajan ohjekirja."

Y-akseli: Esiintyvyys.

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin.

Kaikki käsillä olevat oppimateriaalisarjat noudattavat innovaatio- ja oppimisprosessin etenemisessä hyvin samankaltaisia piirteitä. Erityisesti oppimisen arviointikohta on kaikissa materiaaleissa samanlainen.

Oppimateriaalisarja ja opettajan opas 73200/73201 ohjaa oppilaat työskentelemään rakennusprojektien ja rakennuskorttien avulla siten, että hammaspyörä toimii työskentelyn teknisenä lähtökohtana. Hammaspyörän avulla aiheeseen tutustutaan monipuolisesti rakentaen ja ideoiden. Opettajan oppaassa opettajaa ei neuvota ohjaamaan innovaatio- ja

oppimisprosessiä, vaan opettaja saa vain listan opiskelun tavoitteista ja arvioinnissa painotettavista asioista. Tavoitteissa esitetään seuraavat asiat:

“Kokeiluja perusperiaatteiden tutkimiseksi ja yhteistoiminnallinen työskentely.”

Opettajan oppaan arviointiosassa puolestaan mainitaan seuraavat asiat :

“Menetelmä- ja tutkimustaidot; ongelmanratkaisu, havainnointi, ennustaminen, oletaminen, päättely, mittaaminen, syy ja seuraus. Kriittiset ajattelutaidot; tietojen kerääminen ja mieleen palauttaminen, tosiasioiden ja tietojen ymmärtäminen ja tulkitseminen, aikaisemmin opitun asian soveltaminen uusissa tilanteissa, ongelman jäsentäminen osa-alueisiin, erilaisten näkökantojen ja osa-alueiden yhdistäminen uudella tavalla ongelman ratkaisemiseksi, oman työn arviointi.”

Opettajaa ei kuitenkaan ohjata näiden asioiden käytännön toteuttamiseen vaan asiat käsitellään vain käsitteiden tasolla. Opettajan tehtäväksi jääkin rakentaa itse innovaatio- ja oppimisprosessi näiden periaatteiden varaan. Oppilaan tehtävämönisteessä käsiteltävä aihe asetetaan ongelmanmuotoon. Oppilaat saavat käsitellä ongelmaa suunnittelemalla ja rakentamalla ongelmassa tarvittavan laitteen. Rakennusvinkkien avulla oppilaiden osaamista ja tietämystä syvennetään. Heikkona kohtana voidaan pitää materiaalissa olevaa valmista ratkaisuesimerkkiä, joka saattaa johtaa siihen, että osa oppilaista tyytyy vain jäljentämään sen omaan työhönsä. Lisämateriaalissa oppilaat saavat edelleen vinkkejä rakennusprojektissa rakentamaansa laitteeseen, vaikkakaan suppeudestaan johtuen materiaali ei avaa uusia näkökulmia. Kuvamateriaali toimii hyvänä lähtökohtana oppimiselle ja johdattaa oppilaat käsiteltävään aiheeseen.

Oppimateriaalisarja ja opettajan opas 73210/73211 lähtee vahvasti liikkeelle vivusta ja rakennusprojektien ja rakennuskorttien tarkoituksena on tutustuttaa oppilaat vipujen periaatteisiin. Projektin aikana työskentely etenee yksinkertaisesta rakenteesta monimutkaiseen. Työskentely on havainnollista ja oppilaat saavat hyvän mielikuvan vivun toiminnasta ja rakenteesta. Opettajan opas sisältää innovaatio- ja oppimisprosessiin liittyvät asiat tavoite- ja arviointiosassa. Tavoitteissa mainitaan seuraavat asiat:

“Määritellään vipu, rakennetaan malli ja tehdään havaintoja mallista.”

Arviointikohdassa innovaatio- ja oppimisprosessin alueelle kuuluvia asioita esitellään seuraavasti:

“Menetelmä- ja tutkimustaidot; ongelmanratkaisu, havainnointi, ennustaminen, olettaminen, päättely, mittaaminen, syy ja seuraus. Kriittiset ajattelutaidot; tietojen kerääminen ja mieleen palauttaminen, tosiasioiden ja tietojen ymmärtäminen ja tulkitseminen, aikaisemmin opitun asian soveltaminen uusissa tilanteissa, ongelman jäsentäminen osa-alueisiin, erilaisten näkökantojen ja osa-alueiden yhdistäminen uudella tavalla ongelman ratkaisemiseksi, oman työn arviointi.”

Opettajan opas antaa opettajalle suhteellisen vapaat kädet toteuttaa opetusta ja laajasta listauksesta huolimatta innovaatio- ja oppimisprosessin käytännön ohjaamiseen on niukasti neuvoja. Oppilaan tehtävämonisteessa lähtökohtana on ongelma ja ratkaisuun pääsemiseksi oppilaiden tulee käyttää suunnittelua ja rakentamista. Materiaali ohjaa vinkkien ja testauksen avulla oppilaita laajentamaan omaa ratkaisuaan. Materiaalissa oleva valmis ratkaisumalli on huono, koska se saattaa ohjata jotkut oppilaat jäljentämään ratkaisunsa. Lisämateriaalissa oppilaat saavat lisäneuvoja, joilla he voivat edelleen ideoida ja kehittää rakennusprojektissa rakentamaansa laitetta. Materiaali antaa hyviä vinkkejä ja havainnollistaa vivun monipuolisuutta. Kuvamateriaali toimii innovaatio- ja oppimisprosessille hyvänä lähtökohtana, jonka avulla oppilaat voivat virittäytyä aiheen käsittelyyn ja saada uusia näkökulmia.

Oppimateriaalisarjassa 73220 ja opettajan oppaassa 73221 materiaalin rakennusprojektit ohjaavat oppilaat aloittamaan työskentelynsä väkipyörän avulla. Projekteihin liittyvillä rakennuskorteilla ilmiötä syvennetään ja tuodaan aiheen käsittelyssä tarvittavia käsitteitä oppimisen tueksi. Oppiminen vaikuttaa mekaaniselta ja valinnanvapautta on vähän. Opettajan oppaan tavoiteosassa mainitaan:

“Ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen, kokeilut peruseriaatteiden tutkimiseksi, kokeilut käsitteiden selventämiseksi.”

Arviointiosassa on laaja kuvaus oppimisen arviointiin liittyvistä asioista:

“Menetelmä- ja tutkimustaidot; ongelmanratkaisu, havainnointi, ennustaminen, oletaminen, päättely, mittaaminen, syy ja seuraus. Kriittiset ajattelutaidot; tietojen kerääminen ja mieleen palauttaminen, tosiasioiden ja tietojen ymmärtäminen ja tulkitseminen, aikaisemmin opitun asian soveltaminen uusissa tilanteissa, ongelman jäsentäminen osa-alueisiin, erilaisten näkökantojen ja osa-alueiden yhdistäminen uudella tavalla ongelman ratkaisemiseksi, oman työn arviointi.”

Laajasta tavoite- ja arviointiosasta huolimatta opettaja ei saa innovaatio- ja oppimisprosessin ohjaamiseen käytännön neuvoja. Oppilaan tehtävämonisteessa tehtävät muodostavat ongelman, jossa oppilaat saavat vapaat kädet oman ajattelunsa mukaiseen ongelmanratkaisu- ja suunnitteluprosessiin. Materiaalin sisältämien vinkkien pohjalta oppilaat voivat syventää omaa tietämystään. Heikkona kohtana voi pitää valmiin mallin antamista ongelmanratkaisemiseksi. Lisämateriaalissa oppilaat ohjataan kehittämään rakennuskorteissa toteuttamiaan ajatuksia. Materiaali ohjaa oppilaita ideoimaan ja ratkomaan ongelmia. Kuvamateriaali tarjoaa puolestaan virikkeen ja lähtökohdan innovaatio- ja oppimisprosessille.

Sarjassa 73230 ja opettajan oppaassa 73231 olevien rakennusprojektien ja rakennuskorttien avulla oppiminen alkaa erilaisiin pyörien ja akselien sovelluksiin tutustumalla. Rakennuskorteissa olevat neuvot ja vinkit auttavat innovaatio- ja oppimisprosessissa jo rakennettujen sovellusten muokkaamiseen ja syventämiseen. Aiheen käsittely on kuitenkin enemmän keskittynyt rakenteeseen kuin innovatiivisuuden ja oppimiseen edistämiseen. Opettajan oppaassa opettaja saa niukasti neuvoja innovaatio- ja oppimisprosessin ohjaamiseen. Materiaalissa on runsas listaus oppimisen tavoitteista ja oppimisen arvioinnissa huomioitavista asioista. Tavoiteosassa on mainittu seuraavat asiat, joiden pohjalle oppiminen tulisi innovaatio- ja oppimisprosessin huomioimiseksi rakentaa:

“ Oppilas oppii määrittelemään pyörän ja akselin yksinkertaiseksi koneeksi, rakentamaan malleja.”

Arviointiosassa innovaatio- ja oppimisprosessin alueelle kuuluvien asioiden arvioimiseksi on listattu seuraavat asiat:

“Menetelmä- ja tutkimustaidot; ongelmanratkaisu, havainnointi, ennustaminen, oletaminen, päättely, mittaaminen, syy ja seuraus. Kriittiset ajattelutaidot; tietojen kerääminen ja mieleen palauttaminen, tosiasioiden ja tietojen ymmärtäminen ja tulkitseminen, aikaisemmin opitun asian soveltaminen uusissa tilanteissa, ongelman jäsentäminen osa-alueisiin, erilaisten näkökantojen ja osa-alueiden yhdistäminen uudella tavalla ongelman ratkaisemiseksi, oman työn arviointi.”

Laajasta listauksesta huolimatta opettaja ei saa käytännön neuvoja kuinka kyseisiä asioita tulisi edistää. Oppilaan tehtävämonisteessa oppiminen rakentuu ongelman varaan. Oppilaat saavat vapaat kädet ideoida ja toteuttaa ongelmanratkaisua annetun tehtävän mukaisesti. Materiaalin avulla oppilaat saavat myös keinoja testata ja laajentaa itse rakentamaansa mallia. Materiaalissa oleva valmis ratkaisumalli ei ole erityisen hyvä, koska se saattaa johdattaa oppilaat jäljentämään sen suoraan omaan työhönsä. Rakennuskortteihin liittyvässä lisämateriaalissa oppilaat saavat neuvoja joiden avulla he voivat muunnella ja kokeilla itse rakentamiaan projekteja. Tällä tavoin oppilaat voivat tehdä uusia havaintoja rakentamistaan malleista. Kuvamateriaali toimii oppimiselle lähtökohtana, jonka avulla päästään kiinni käsiteltävään aiheeseen konkreettisten esimerkkien avulla.

Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” tarjoaa innovaatio- ja oppimisprosessin toteuttamiseen selkeän toimintamallin, jonka mukaan opettaja voi käytännön työssä toimia. Materiaalissa painotetaan voimakkaasti ongelman merkitystä innovaatio- ja oppimisprosessin lähtökohtana. Materiaali sisältää periaatteessa kaksi erillistä tapaa toteuttaa oppimisprosessi, jotka etenevät seuraavasti:

1. Tapa: Lasten kokemus- ja osaamisalueeseen kuuluvat luonnontieteen ilmiöt lähtökohtana -> valmiit rakennusprojektit -> käsitteillä oleva aihe.
2. Tapa : Ongelmanratkaisutehtävät -> lasten kokemuspiiriin kuuluvat ongelmat -> vaatii päättelyä.

Materiaalin avulla opettaja saa neuvoja, joiden avulla hän pystyy johdattamaan oppilaat innovaatio- ja oppimisprosessiin, joko valmiiden rakennusprojektien tai ongelman avulla. Materiaali muodostaa toimivan kokonaisuuden ja on helposti käytettävissä.

Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja" tarjoaa innovaatio - ja oppimisprosessin edistämiseksi valmiiksi suunnitellun etenemisjärjestyksen. Aiheeseen tutustuminen aloitetaan aihepiiriin kuuluvasta ongelmasta ja sitten edetään aiheen taustoihin ja kokeilun sekä ongelmanratkaisun keinoin syvennetään omaa osaamista. Seuraavassa esimerkki etenemisestä.

Tutustuminen käsiteltävään aiheeseen ongelman avulla -> aiheen tutkiminen -> kokeilut aiheella -> ongelmanratkaisut aiheella.

Materiaalin avulla opettaja pystyy ohjaamaan oppilaat opiskelemaan mekaniikan alkeita aktiivisen ja kokeilevan oppimisen avulla.

5.4.2 Yhteenveto aineiston innovaatio- ja oppimisprosessin huomioinnista

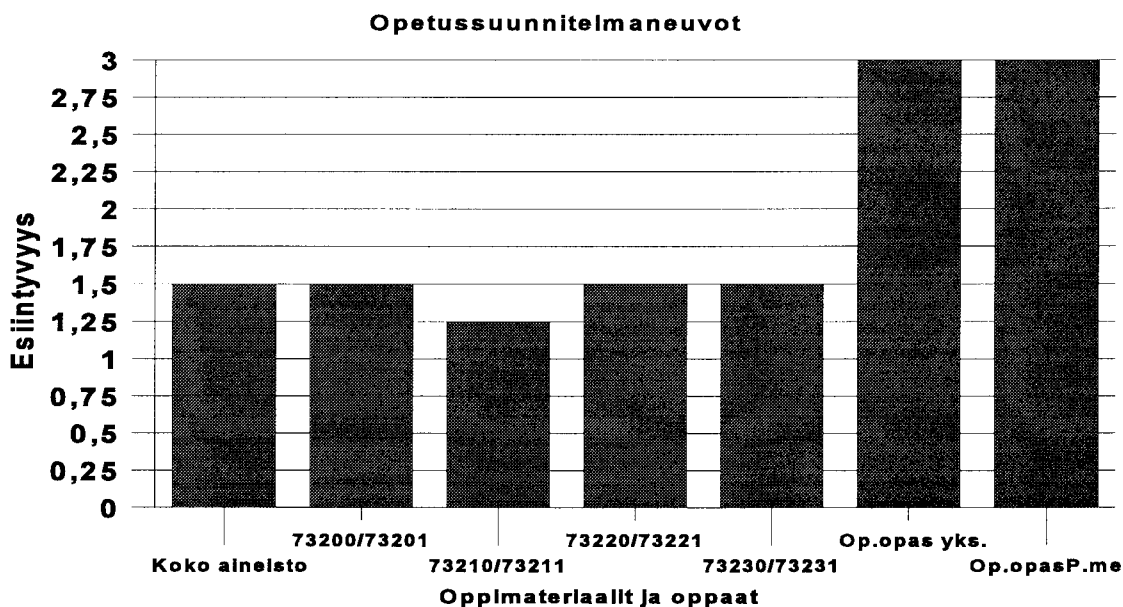
Materiaaleja yhdistää se, että opiskelu on rakentunut pitkälle valmiin ja tarkasti suunnitellun etenemismallin mukaisesti. Materiaali tarjoaa prosessimaisen ja tarkoin harkitun etenemisjärjestyksen, joskin vaarana on, että materiaalien käyttäjä saattaa helposti ohjautua vain jäljentävään rakentamiseen.

Materiaalien innovaatio- ja oppimisprosessin lähtökohtana on teknologia, jonka avulla oppiminen lähtee liikkeelle. Kaikissa oppimateriaalisajoissa eteneminen aloitetaan samojen periaatteiden mukaan ja lähtökohtana oleva teknologia tarjoaa ilmiölähtöisen lähtökohdan aiheen käsittelylle. Materiaaleissa painotetaan runsaasti myös ongelmanratkaisun merkitystä ja kaikki materiaalit tarjoavat ongelmalähtöisenkin lähestymistavan aiheen käsittelylle. Opettajan oppaissa innovaatio- ja oppimisprosessin eteneminen on huomioitu erinomaisesti ja opettaja saa hyvät valmiudet käytännön työskentelyn monipuoliseen toteuttamiseen.

5.5 Opetussuunnitelmalliset neuvot tutkitussa materiaalissa

5.5.1 Keskiarvot ja sisällön kuvailu

Tutkimusmateriaalin opetussuunnitelmallisten neuvojen arviointi tuotti materiaalista seuraavat keskiarvot. Koko aineiston keskiarvo on 1.5. Sarjan 73200 ja opettajan oppaan 73201 keskiarvoksi muodostui 1.5. Sarja 73210 ja opettajan opas 73211 keskiarvoksi muodostui 1.25. Sarja 73220 ja opettajan opas 73221 saivat keskiarvokseen 1.5. Oppimateriaalisarja ja opettajan opas 73230/73231 sai keskiarvokseen 1.5. Opettajan opas “ Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” sai keskiarvon 3 ja opettajan opas “ Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja” sai myös keskiarvon 3.



Kuvio 9. Opetussuunnitelmaneuvo

DIAGRAMMIN SELITYKSET:

X-akseli: Oppimateriaalit ja oppaat.

Koko aineisto: Kaikki materiaalit.

73200/73201: Oppimateriaalisarja hammaspyörät ja opettajan opas.

73210/73211: Oppimateriaalisarja vivut ja opettajan opas.

73220/73221: Oppimateriaalisarja väkipyörät ja opettajan opas.

73230/73231: Oppimateriaalisarja pyörät ja akselit ja opettajan opas.

Op.opas yks.: Opettajan opas "Yksinkertaiset koneet aloittelijoille-opettajan ohjekirja."

Op. opas P. mek.: Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit-opettajan ohjekirja."

Y-akseli: Esiintyvyys.

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin.

Oppimateriaalisarja 73200 ja opettajan opas 73201 antaa erittäin vähän keinoja oppimateriaalin kytkemiseksi osaksi opetusta. Rakennusprojekteissa ja rakennuskorteissa olevat ongelmat antavat mahdollisuuden materiaalin käytölle matematiikan opetuksessa. Materiaali sisältää runsaasti matemaattisia ongelmia, joiden pohjalta materiaalin käyttö matematiikan opetuksessa on perusteltua. Opettajan oppaassa ei ole viittauksia opetussuunnitelmaan. Opettaja ei myöskään saa neuvoja materiaalien käytölle koulun oppiaineiden opetuksessa. Arviointiosassa on mainintoja menetelmä - ja tutkimustaidoista, joiden avulla opettaja pystynee käyttämään materiaalia osana matematiikan, fysiikan ja käsityön opetusta. Oppilaan tehtävämonisteessa on kiinnekohtia matematiikkaan ja materiaalin sisältämien rakentelutehtävien kautta käsityöhön. Lisämateriaalissa ei ole minkäänlaisia tarttumakohtia oppiaineisiin. Kuvamateriaalin avulla materiaalia voidaan käyttää osana käsityön opetusta. Esimerkkinä on kuva porakoneesta.

Sarja 73210 ja opettajan opas 73211 tarjoaa vähän opetussuunnitelmaneeuvoja. Rakennusprojekteissa ja rakennuskorteissa on fysikaalisia suureita, joiden pohjalta materiaaleja voidaan käyttää fysiikan ja ympäristö- ja luonnontiedon opetuksessa. Rakennusprojektit tarjoavat myös mahdollisuuden materiaalin käyttämiseksi osana käsityön opetusta. Opettajan oppaassa ei ole opettajalle annettu minkäänlaisia neuvoja siitä minkä aineiden opetuksessa materiaalia tulisi hyödyntää. Opettajan oppaasta puuttuvat myös viittaukset opetussuunnitelmaan. Oppilaan tehtävämoniste on hyödynnettävissä fysiikan ja matematiikan opetuksessa. Materiaalissa annettavat käsitteet mahdollistavat erilaisten laskutoimitusten tekemisen vivun pituuden, tukipisteen ja tarvittavan voiman välillä.

Lisämateriaalissa on annettu käsitteet voima ja kuorma, jotka mahdollistavat materiaalin käytön fysiikan opetuksessa

Oppimateriaalisarjan 73220 ja opettajan oppaan 73221 rakennusprojektit ja rakennuskortit tarjoavat vähän mahdollisuuksia materiaalin kytkemiseen käytännön opetukseen. Materiaalissa on fysikaalinen suure, nopeus, joka tarjoaa liittymäkohdan fysiikan opetukseen. Opettajan oppaasta puuttuvat suorat viittaukset opetussuunnitelmaan. Fysikaaliset suureet; nopeus ja voima ja matemaattiset suureet; kulma ja lukumäärä tarjoavat mahdollisuuden materiaalin käyttöön fysiikan ja matematiikan opetuksessa. Oppilaan tehtävämonisteissa olevat fysikaaliset suureet, massa, matka ja nopeus mahdollistavat materiaalin käytön fysiikan opetuksessa. Tehtävämonisteen käyttö fysiikan opetuksessa vaatii opettajalta runsaasti omaa huomiokykyä. Lisämateriaali ei tarjoa minkäänlaisia opetussuunnitelmallisia neuvoja. Kuvamateriaalin avulla aihe voidaan kytkeä esimerkiksi tekniseen käsityöhön.

Sarjan 73230 ja opettajan oppaan 73231 rakennusprojektit ja rakennuskortit tarjoavat vähän neuvoja materiaalin käyttöön opetuksessa. Rakennuskortit sisältävät ainoastaan käsitteen, kitka, jonka avulla materiaali on kytkettävissä fysiikan opetukseen. Opettajan oppaassa ei ole suoria viittauksia opetussuunnitelmaan. Opettajan opas kuitenkin tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia käyttää materiaalia opetuksessa. Käsitteet yksinkertainen kone, voima, maanvetovoima ja kitka antavat mahdollisuuden materiaalin käytölle fysiikan opetuksessa. Opettajan oppaassa on myös kuvauksia pyörän historiallisesta kehitymisestä, joten se tarjoaa opettajalle mahdollisuuden materiaalin käyttöön myös historian opetuksessa. Oppilaan tehtävämoniste ei tarjoa minkäänlaisia kiinnekohtia käytännön opetukseen. Lisämateriaalissa oppilaat soveltavat rakennusprojektia ja rakentavat yksinkertaisen elokuvaprojektorin. Tämä mahdollistaisi materiaalin käytön kuvaamataidon opetuksessa, jossa oppilaat voisivat itse suunnitella oman elokuvan ja katsoa sen rakentamallaan projektorilla.

Opettajan opas “Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja” tukeutuu voimakkaasti opetussuunnitelman perusteisiin 1994. Oppaassa tuodaan esille erityisesti matematiikan ja luonnontiedon merkitys teknisten ratkaisujen oppimisessa. Opettaja saa tukea materiaalin käyttämisessä osana matematiikan ja luonnontiedon opetusta. Materiaali myös johdattaa opettajan käsiteltäviin aihekokonaisuuksiin siten, että OPS:n sisällöt toteutuvat.

Opettajan opas "Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - opettajan ohjekirja" tukeutuu voimakkaasti nykyiseen ja myös vuoden 1985 opetussuunnitelmaan. Materiaalissa kuvataan tarkasti minkä aineiden opetuksessa oppimateriaalisarjoja voidaan käyttää. Samalla kuitenkin tuetaan myös opettajan omaa päätöksen tekoa. Opas antaa myös runsaasti vihjeitä opetuksen toteutukseen, vihjeiden noustessa OPS:sta.

5.5.2 Yhteenveto aineiston opetussuunnitelmaneuvoista

Aineiston saama keskiarvo 1.5 ei kerro kaikkea materiaalista, kuten edellä voidaan havaita. Kaikki oppimateriaalisarjat ja niitä vastaavat opettajan oppaat ovat heikosti kytkettävissä mihinkään tiettyjen aineiden opetukseen. Materiaaleissa ei ole minkäänlaisia suoria viittauksia opetussuunnitelmaan ja käytännön opetussuunnitelmaneuvoita siitä minkä aineiden tunneilla kyseisiä materiaaleja voidaan käyttää, puuttuvat kokonaan. Yleiset opettajan oppaat ovat puolestaan erittäin hyvin suunniteltuja ja nojaavat voimakkaasti OPS:aan. Oppaat sisältävät runsaasti vihjeitä kuinka materiaaleja voidaan käyttää osana koulussa opettavia aineita.

6 POHDINTA

Tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää, missä määrin LEGO/Dacta oppimateriaalisarjat ja opettajan oppaat noudattavat holistisessa teknologiassa teoreettisesti tärkeänä pidettyjä asioita. Tutkimuksen teoriaosassa osoitin, kuinka teknologia, yhteiskunta ja matemaattis-luonnontieteellisyys elävät vahvassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Lisäksi esittelin teknologian osuutta opetussuunnitelmassa ja teknologian opiskeluun tärkeänä osana kuuluvan innovaatio- ja oppimisprosessin rakennetta. Suoritin arvioinnin muodostamalla tutkimusongelmat edellä esitellyistä aiheista. Ennakkokäsitys materiaalista oli se, ettei materiaalissa huomioitaisi teknologiaan teoreettisesti kuuluvia aiheita, vaan materiaali olisi miltei puhtaasti teknologisilla rakenteilla rakentamiseen keskittynyt.

Tutkimusmateriaalin arvioinnissa kaikille arvioitaville asioille oli varattu yhtä paljon aikaa ja huomiota, mutta tutkimuksen teoreettinen pääpaino oli kuitenkin teknologian, yhteiskunnan ja matemaattis-luonnontieteellisyden arvioimisessa materiaaleista. Yhteiskunnallinen tausta oli huomioitu materiaaleissa heikosti. Materiaaleissa teknologian yhteiskunnallisen taustan huomioiminen oli suoritettu toteamuksella, että kyseinen teknologia helpottaa työn tekemistä. Materiaalien väliset erot teknologian yhteiskunnallisen merkityksen huomioimisessa olivat suuret, materiaalien suhteellisen samanlaisesta sisällön rakenteesta huolimatta. Oppimateriaaleissa ja opettajan oppaissa käsiteltyjen teknologioiden yhteiskunnallinen merkitys löytyi, mutta yhteys ei ollut kovin ilmeinen. Materiaaleissa olleet kuvamateriaalit kuitenkin antoivat oppimateriaalisarjojen teknologioille yhteiskunnallistakin taustaa. Kuvien avulla opettaja ja oppilas voivat havaita, että oppimateriaalissa olevat teknologiset ratkaisut ovat osa jokapäiväistä elämää. Tästä huolimatta teknologian ja yhteiskunnan välinen merkitys oli heikosti huomioitu. Parannusehdotuksena voin sanoa, että asia voitaisiin tuoda jatkossa selville entistäkin selvemmin antamalla kaikista teknisistä ratkaisuista käytännön esimerkit ja korostamalla niiden roolia yhteiskuntamme toiminnassa.

Teknologioiden taustalla olevan matemaattis-luonnontieteellisyden huomiointi oli materiaaleissa myös heikolla tasolla. Miltei kaikissa oppimateriaalisarjoissa käsillä olleen teknologian matemaattis-luonnontieteellinen tausta oli huomioitu, joskin melko epäselvästi. Erillisissä opettajan oppaissa aiheen käsittely oli suoritettu hyvin. Merkittävänä

poikkeuksena pidän oppimateriaalisarjaa 73230 ja opettajan opasta 73231 joka käsitteli pyöriä ja akseleita. Kyseisessä teknologiassa matemaattis-luonnontieteellisyys oli jätetty huomiotta ja se saikin keskiarvokseen 1. Matemaattis-luonnontieteellisyuden huomiointi materiaaleissa oli myös suhteellisen sekavaa, joten aiheen selkiyttäminen sekä järkevän ja helposti sisäistettävän matemaattis-luonnontieteellisen rungon luominen voisi tulla jatkossa kyseeseen.

Innovaatio - ja oppimisprosessin huomiointi oli materiaalissa miltei hyvällä tasolla. Teoreettisessa taustassa esittelemäni malli innovaatio - ja oppimisprosessin etenemisestä löytyi liki kaikista materiaaleista. Materiaalien sisältä löytyi sekä ilmiölähtöinen malli, jossa tutustuttiin ensin käsiteltävään teknologiaan ja syvennyttiin sitten käsittelemään aiheen taustalla olevia asioita, kuten myös ongelmalähtöinen malli, jossa lähtökohdan muodosti ongelma ja sen avulla aiheeseen syventyminen. Erillisissä opettajan oppaissa innovaatio- ja oppimisprosessin ohjaamiseen oli kiinnitetty erityistä huomiota ja opettaja saa näiden materiaalien avulla hyvät lähtökohdat oppimisen ohjaamiseen. Parannusehdotuksena voin esittää sen, että opettajalle annettavat käytännön neuvot innovaatio- ja oppimisprosessin ohjaamiseen tukisivat kokonaisvaltaista materiaalien käyttöä.

Opetussuunnitelmaneuvoja tutkiessani pyrin etsimään tutkimusmateriaaleista asioita, joiden avulla opettaja voisi käyttää materiaaleja käytännön työssä, osana peruskoulun oppiaineiden opetusta. Taustan aiheen tutkimiselle loin teoriaosan opetussuunnitelmaluvussa. Tulokset olivat kokonaisuudessaan heikot. Oppimateriaalisarjoissa ja niiden mukana olleissa opettajan oppaissa opetussuunnitelmallisia neuvoja oli erittäin vähän ja suorat viittaukset opetussuunnitelmaan puuttuivat kaikista materiaaleista. Opettajan on erittäin vaikea kytkeä materiaaleja peruskoulun oppiaineiden opetukseen, koska käytännön vinkkejä on tarjolla niukasti. Erillisissä opettajan oppaissa tilanne oli täysin päinvastainen, sillä ne tukeutuivat voimakkaasti opetussuunnitelmaan. Erillisten opettajan oppaiden avulla opettaja saa runsaasti käytännön neuvoja materiaalien hyödyntämiseen opetuksessa. Yhteenvetona voidaan sanoa, että opettajan on miltei pakko tutustua yleisiin opettajan oppaisiin, jotta hän pystyy käyttämään materiaaleja mielekkäästi. Ilman niitä oppimateriaalien käytölle ei ole riittävästi perusteita oppimateriaalien liittämiseksi minkään tietyn oppiaineen opetukseen, vaan opettaja on täysin omien taitojensa varassa.

Tutkimustulosten kokonaisvaltaisessa tarkastelussa voidaan havaita, että LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjoissa ja opettajan oppaissa keskitytään erityisesti innovaatio- ja oppimisprosessiin, joka on huomioitu tutkituista aiheista parhaiten. LEGO/Dacta sarjat tarjoavatkin hyvän lähtökohdan teknologian opiskelussa innovaatio- ja oppimisprosessin mielekkääseen toteuttamiseen. Tutkimustulosten ja materiaalinvalmistajan lupaamat seikat kappaleessa 4.2 kohtaavat hyvin kyseisessä aiheessa. Materiaalien yhteiskunnallinen ja matemaattis-luonnontieteellinen taustan tarkastelu on miltei samalla tasolla, kuin innovaatio- ja oppimisprosessinkin tarkastelun taso. Näissä kahdessa materiaalien väliset erot kuitenkin muodostuvat suuremmiksi, jolloin koko aineiston keskiarvo jää heikommaksi. Edelleen aiheiden käsittelyyn olisi toivonut selkeyttä ja järjestelmällisyyttä. Valmistaja on kappaleessa 4.2 maininnut myös näihin asioihin liittyviä tavoitteita ja sisältöjä, mutta tutkimustulokset osoittavat, ettei materiaaleista näytä löytyvän vastinetta niin laajasti, kuin valmistaja on esittänyt. Opetussuunnitelmaneuvoihin liittyvät asiat on huomioitu oppimateriaalissa kaikista heikoiten. Toisaalta materiaalin valmistajakaan ei ole huomioinut kyseistä aihetta. Yleisissä opettajan oppaissa opetussuunnitelma on kuitenkin huomioitu erinomaisesti. Opettajan onkin hyvä tutustua yleisiin opettajan oppaisiin huolellisesti, ennen kuin hän aloittaa opetuksen LEGO/Dacta sarjoilla, sillä niiden avulla opettaja saa neuvoja kaikkien tutkittujen aihealueiden opetukseen ja huomioimiseen.

Kokonaisuudessaan tutkittu materiaali oli sisäiseltä rakenteeltaan hyvin samankaltaista. Oppimateriaalit vaikuttivatkin nopeasti ja vähällä vaivalla laadituilta. Tästä huolimatta materiaalien väliltä löytyi eroja ja painotukset vaihtelivat eri materiaaleissa suhteellisen paljon. Valmistajan lupaamat oppimistavoitteet toteutuvat, jos opettaja tutustuu huolella kaikkiin tutkittuihin oppimateriaaleihin liittyviin asioihin. Myös opettajan omaa opiskelua olisi syytä ohjata, jotta hän kykenisi löytämään ja näkemään kaiken oleellisen teknologian taustalla.

Toteuttamani oppimateriaalin arviointitutkimuksen tutkimusmenetelmän laadinta oli vaativa tehtävä, koska metodikirjallisuus ei tarjonnut valmista mallia tutkimuksen käytännön toteuttamiselle. Tämä on sikäli erikoista, että oppimateriaalitutkimuksella on kuitenkin suhteellisen vankka asema osana kasvatustiedettä. Laadin omaan tutkimukseeni soveltuvan tutkimusasetelman, aineistonkeruumenetelmän ja aineiston analysointiin tarvittavat keinot hakemalla metodikirjallisuudesta soveltuvat välineet tutkimukselleni. Menetelmä on spesifi ja sen käyttö muissa tutkimuksissa on vaikeaa ilman soveltamista. Tutkimusmenetelmien valinnassa koin henkilökohtaisesti lieviä vaikeuksia ja tutkimuskokemuksen puute varmasti rajoitti tutkimuksen menetelmällistä onnistumista. Jatkotutkimuksissa on syytä vieläkin enemmän keskittyä tutkimusasetelman laadintaan ja

terävöittää aineiston keruun ja analysoinnin yhdenaikaisuutta, jolloin raportointivaihekin muodostuu luontevammaksi.

Tutkimustulosten soveltaminen käytäntöön voi tapahtua kahdella eri tavalla. Tutustuessaan tutkimukseen, tutkittuja oppimateriaaleja ja opettajan oppaita käyttävä opettaja voi saada uusia näkökulmia omaan opetukseensa. Tutkimukseen tutustuva opettaja saa lisää ideoita ja keinoja, joilla hän voisi muodostaa omasta teknologian opetuksestaan yhä kokonaisvaltaisempaa. Edelleen tutkimustulokset paljastavat sen, että suoraan käytettynä materiaalit eivät tarjoa riittävän syvällistä ja holistista pohjaa teknologian opiskelulle, vaan opettajan on oman osaamisen pohjalta muodostettava omanlaisensa lähestymistapa LEGO/Dactan käyttöön opetuksessa. Käytännön opetustoiminnan ohella tutkimustulokset soveltuvat hyödynnettäviksi laadittaessa uusia LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjoja ja opettajan oppaita. Tulosten pohjalta materiaalien suunnittelijat ja ohjeiden ja oppaiden laatijat voivat tarkistaa omia näkemyksiään teknologian opiskelussa tärkeänä pitämistään asioista. Toivon mukaan seuraavia materiaaleja ja ohjeita laadittaessa tutkimuksen tuottamat tulokset olisivat käytännön ohjenuorana materiaalien laatijoille ja tulokset johdattaisivat heitä holistiseen teknologianäkemykseen. Tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä, koska tutkimus keskittyi tarkoin rajattuun ja spesifiin kohdemateriaaliin. Tulosten käyttäminen LEGO/Dacta oppimateriaalien -kanssa tarjoaa kuitenkin edellä mainitsemallani tavalla suhteellisen laajat sovellusmahdollisuudet.

LEGO/Dacta -oppimateriaalisarjat on laaja oppimateriaalikokonaisuus. Tutkimani materiaalit sijaitsevat oppimisketjun alkupäässä ja ne on tarkoitettu noin kymmenvuotiaiden lasten opetukseen. Jatkotutkimushaasteita aihealueelta riittää. Seuraavassa vaiheessa kyseeseen voisi tulla opetuskokeilu tutkimillani materiaaleilla. Tutkija voisi pyrkiä selvittämään, kuinka hyvin teknologiassa teoreettisesti tärkeänä pidetyt asiat siirtyvät opetuksen välityksellä oppilaille. Toinen mahdollisuus olisi täydentää tutkimustani tarkastelemalla materiaaleja oppimispsykologian näkökulmasta. Suomalainen (1999) tutkimus antaa hyvät lähtökohdat tämän kaltaisen tutkimusasetelman laadinnalle. Tärkeää olisi myös kartoittaa koko LEGO/Dacta -oppimateriaalikokonaisuus ja tulevat tutkimukset voisivatkin keskittyä muihin LEGO/Dactaan kuuluviin oppimateriaalisarjoihin. Tämä olisi erittäin tärkeää, jotta nähtäisiin millainen kokonaiskuva teknologiasta koko materiaalisarjan avulla välittyy. Merkittävin jatkotutkimusmahdollisuus kuitenkin nousee oppimateriaalitutkimuksen metodiikasta, jonka alueella tutkimuksen tekeminen olisi erittäin tärkeää. Selkeän metodologisen teorian löytäminen osaksi oppimateriaalitutkimusta vaikuttaisi tutkimusten luotettavuuteen ja rohkaisisi tulevia tutkijoita tarttumaan tähän

käytännön opetustyön kannalta merkittävään aihealueeseen aikaisempaa useammin.

LÄHTEET

- Ahonen, S. 1995. Fenomenografinen tutkimus. Teoksessa L. Syrjälä, S. Ahonen, E. Syrjäläinen, & S. Saari (toim.) Laadullisen tutkimuksen työtapoja. Rauma: Kirjapaino West Point Oy, 114 - 160.
- Ahtee, M., Kankaanrinta, I.-K. & Virtanen, L. 1994. Luonnontieto koulussa. Keuruu: Otava.
- Aikio, A. (toim.) 2000 Uusi sivistyssanakirja. Keuruu: Otavan kirjapaino.
- Antikainen, A. 1992. Kasvatus, koulutus ja yhteiskunta. Porvoo: WSOY.
- Alamäki, A. 1997. Käsiyö- teknologiakasvatuksen kehityshaasteita varhaiskasvatuksessa. Kasvatus 28(5), 483 - 492.
- Alasuutari, P. 1993. Laadullinen tutkimus. Tampere: Vastapaino.
- Brannen, J. 1992. Mixing methods: Qualitative and quantitative research. Bristol: Cedric Chivers Ltd.
- Bryman, A. & Burgess, R.G. 1995. Analyzing qualitative data. Kent: Mackays of Chatman PLC.
- Carelse, X. F. 1988. Technology education in relation to science education. Teoksessa D. Layton (toim.) Innovations science and technology education Vol II. Tournai: Imprimerie GEDIT, 102 - 103.
- Cheek, D. W. 1992. Thinking constructively about technology and society education. New York: State university of New York Press.
- Cranberg, T. 1999. Teknologiaa ja yhteiskuntaa ei voi erottaa. Teoksessa P. Suvanto (toim.) 13 näkökulmaa teknologiaan. Helsinki university of technology. Forssa: Forssan kirjapaino, 37 - 40.
- Dugger, W. E. 1993. What are the relationships between technology, science and mathematics? Teoksessa I. Mottier, J. H. Raat, M.. J. de Vries (toim.) Technology education and industry. PATT-6 conference. Eindhoven: Pedagogical technological college, 174 - 188.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1999. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Fensham, P. J. & Gardner, P. L. 1994. Technology education and science education a new relationship. Teoksessa D. Layton (toim.) Innovations in science and technology education. Vol. V. Vendome: Presses Universitaires de France, 159 - 169.

- Hacker, M. & Barden, R. 1988. Living with Technology. New York: Delmar publishers Inc.
- Heinämaa, S. 1999. Teknologia ei ole väline, eikä siitä seuraa koko elämä. Teoksessa P. Suvanto (toim.) 13 näkökulmaa teknologiaan. Helsinki university of technology. Forssa: Forssan kirjapaino, 25 - 27.
- Hirsjärvi, S. 1983. Kasvatustieteen käsitteistö. Keuruu: Otava.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2001. Tutki ja Kirjoita. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.
- Hughes, T. P. 1965. The development of western technology since 1500. New York: The Macmillan company.
- Hughes, T. P. 1991. From deterministic dynamos to seamless-web systems. Teoksessa H. Sladovich (toim.) Engineering as a social enterprise. Washington D.C.: National academy press, 7 - 25.
- Isomäki, H. & Marttunen, M. 2001. Introduction. Teoksessa H. Isomäki, J. Kari, M. Marttunen, A. Pirhonen & J. Suomala (toim.) Human-centered technology and learning. Jyväskylä: Jyväskylä university printing house and printing house ER-paino, 7 - 14.
- IS - VET SCIENCE. 11.10.2001. Fysiikka LEGO/Dacta. Saatavilla www-muodossa: <http://www.isvet.fi>
- Itkonen, T. 1985. Kieliopas. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Jyrkiäinen, P., Laine, T., Liukko, S., Piipari, M. & Toivonen, V. 1998. Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit. Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja nro 6. Tampere: Tampereen yliopiston jäljennepalvelu.
- Järvinen, E.-M. 1997. Teknologiakasvatusta legoilla? DIMENSIO - matemaattisluonnontieteellinen aikakauslehti 61 (5), 10 - 15.
- Järvinen, E. -M. 20.11.2001. Lego/logo learning environment in the technology education and in the context of mathematical and scientific subjects. Faculty of education/ Department on teacher education. University of Oulu. Saatavilla www-muodossa: wysiwyg://153/http://edtech.oulu.fi/T3/courses/wp13/material/legologo.htm
- Kananoja, T. 1991a. Teknologian opetuksen suuntaviivoja. Turun yliopiston julkaisusarja B:35 1991. Rauma: Rauman opettajankoulutuslaitoksen offset-paino.
- Kananoja, T. 1991b. School - industry relationships. Teoksessa I. Mottier, J. H. Raat, M. J. de Vries (toim.) Technology education and industry. PATT 5 conference. VOL. 2 contributions. Eindhoven: Pedagogical technological college.

- Kananoja, T. 1994. Technology education in the Nordic countries. Teoksessa D. Layton (toim.) Innovations in science and technology education. Vol. V. Vendome: Presses Universitaires de France, 45 - 58.
- Kananoja, T., Kari, J. & Parikka, M. 1997. Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kankare, P. 1997. Teknologian lukutaidon toteutus konteksti peruskoulun teknisessä työssä. Turun yliopiston julkaisuja sarja 139. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.
- Kari, J. & Huttunen, J. 1981. Johdatus kasvatuksen ongelmien tutkimiseen. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.
- Kari, J. 1987. Oppimateriaalitutkimuksen teoreettisia lähtökohtia. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä 4. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kouluhallitus, 1990. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1985. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Koskinen, I. 1995. Laadullisen tutkimuksen rakenteesta. Teoksessa J. Leskinen (toim.) Laadullisen tutkimuksen risteysasemalla. Helsinki: Ykköspaino Oy, 51 - 65.
- Kurjanen, P., Parikka, M., Raiskio, A. & Saari, J. 1995. Oppimisympäristöjä ja aihepiirejä teknologiakasvatukseen. Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 17. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kurki-Suonio, K. & Kurki-Suonio, R. 1994. Fysiikan merkitykset ja rakenteet. Helsinki: Limes.
- Kurtakko, K. 1990. Lapsen integraatio lähikulttuuriin. Teoksessa R. Laukkanen, E. Piippo & A. Salonen (toim.) Ehyesti elävä koulu. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 82 - 86.
- Lattu, M. 1999. Teknologia sitoo tiedonalat yhteen. DIMENSIO - matemaattis-luonnontieteellinen aikauslehti 63(2), 22 - 25.
- Layton, D. 1988. Innovations in science and technology education. Vol II. Tournai: Imprimerie GEDIT.
- Lekman, S. 1990. Koulu ja ympäröivä yhteiskunta. Teoksessa R. Laukkanen, E. Piippo & A. Salonen (toim.) Ehyesti elävä koulu. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 153.
- LEGO/Dacta A/S 1998. LEGO DACTA Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - opettajan ohjekirja. Billund: Denmark.
- Lemola, T. 2000. Näkökulmia teknologiaan. Helsinki: Gaudeamus.
- Leskinen, J. (toim.) 1995. Laadullisen tutkimuksen risteysasemalla. Helsinki: Ykköspaino Oy.

- Michelsen, K.-E. 2000. Onko teknologialla menneisyyttä? Teoksessa T. Lemola (toim.) Näkökulmia teknologiaan. Helsinki: Gaudeamus, 62 – 77.
- Miller, J. P., Cassie J. R. Bruce & Drake, S. M. 1990. Holistic learning: A teacher`s guide to integrated studies. Ontario: Alger press Ltd.
- Miller, J. P. 1988. The holistic curriculum. Ontario: Oise Press.
- Niiniluoto, I. 1989. Informaatio, tieto ja yhteiskunta. Filosofinen käsiteanalyysi. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Niiniluoto, I. 2000. Tekniikan filosofia. Teoksessa T. Lemola (toim.) Näkökulmia teknologiaan. Helsinki: Gaudeamus, 16 - 17.
- Norman, E., Cubitt, J., Urry, S. & Whittaker. 1995. Advanced design and technology. Singapore: Longman group.
- Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Opetushallitus.
- Ojala, J. 1997. Kirjoittamaton kirja, kirjoitettu kirja ja luonnonkirja. Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos tutkimuksia 63. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Patton, M.Q. 1990. Qualitative evaluation and research methods. 2nd edition. Newbury Park: SAGE Publications, Inc.
- Parikka, M. 1998. Teknologiaкомпетенssi. Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita peruskoulussa ja lukiossa. Jyväskylä/Lievestuore : Jyväskylä University Printing House And ER-paino.
- Parikka, M., Rasinen, A. & Kantola, J. 2000. Kohti teknologiakasvatuksen teoriaa. Teknologiakasvatuskokeilu 1992 - 2000: Raportti 3. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Pitkänen, M. H.& Syrjänen, M. P. 2001. Kaksi teknologian oppikirjaa matemaattis-luonnontieteellisestä näkökulmasta. Kasvatustieteen pro gradu-tutkielma. Joensuun yliopisto, Savonlinnan opettajankoulutuslaitos.
- Pyörälä, E. 1995. Kvalitatiivisen tutkimuksen metodologiaa. Teoksessa J. Leskinen (toim.) Laadullisen tutkimuksen risteysasemalla. Helsinki: Ykköspaino Oy, 11 - 25.
- Rahkonen, K. 2000. Tekno-utopiat, teknokritiikki, teknorealismi. Teoksessa T. Lemola (toim.) Näkökulmia teknologiaan. Helsinki: Gaudeamus, 10 - 11.
- Rasinen, A. 2000. Developing technology education: In search of curriculum elements for Finnish General education schools. Jyväskylä & Lievestuore: Jyväskylä University Printing House and ER-paino Ky.
- Skinnari, S. 1999. Holistisen lukio- opetuksen teoriaa etsimässä. Kasvatus (30) 5, 491- 504.
- Solomon, J. 1994. Teaching, science, technology and society. Suffolk : St. Edmundsbury Press.

- Suomala, J. 1999. Students` problem solving in the LEGO/Logo learning environment .
Jyväskylä studies in education, psychology and social research 152. Jyväskylä &
Lievestuoore: Jyväskylä university printing house and ER-paino Ky.
- Syrjälä, L. & Numminen, M. 1988. Tapaustutkimus kasvatustieteessä. Oulun yliopiston
kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia 51. Oulu : Oulun yliopiston monistus- ja
kuvakeskus.
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1995. Laadullisen tutkimuksen
työtapoja. Rauma: Kirjapaino West Point Oy.
- Syrjälä, L. 1995. Tapaustutkimus opettajan ja tutkijan työvälineenä. Teoksessa L. Syrjälä,
S. Ahonen, E. Syrjäläinen, & S. Saari (toim.) Laadullisen tutkimuksen työtapoja.
Rauma: Kirjapaino West Point Oy, 9 - 66.
- Technology for all American Project. 2000. Standards for technological literacy. Content
for the study of technology. Virginia: International Technology Education
Association.
- Toivonen, V. 1998. Ajattelun kehittämistä teknologiaympäristössä - Normaalikoulun haitek-
-projekti. Teoksessa P. Jyrkiäinen, T. Laine, S. Liukko, M. Piipari & V. Toivonen.
Avoimet oppimisympäristöt - kehittyvät prosessit. Hämeenlinnan normaalikoulun
julkaisu nro 6. Tampere: Tampereen yliopiston jäljennepalvelu. 67 - 81.
- Turtia, K. (toim.) 1995. Mitä, Missä, Milloin. Sivistys- ja lyhennesanakirja. Keuruu:
Otavan painolaitokset.
- Wright von, G. H. 1987. Tiede ja ihmisjärki. Suunnistusyritys. Keuruu:
Kustannusosakeyhtiön Otavan painolaitokset.
- Ylä-Anttila, P. 1999. Teknologia ei voi koskaan olla muuta kuin järjestelmä. Teoksessa P.
Suvanto (toim.) 13 näkökulmaa teknologiaan. Helsinki university of technology.
Forssa: Forssan kirjapaino, 34.

LIITE 1

HYVÄ ARVIOITSIJA! Tällä arviointilomakkeella kerätään aineisto LEGO/Dacta oppimateriaalisarjojen arvioimiseksi. Materiaalit arvioidaan teoreettisesti perustelemieni näkökulmien kannalta.

Apukysymykset helpottavat teitä tarttumaan kyseisiin ongelmiin tutkimuksen kannalta järkevältä näkökannalta.

1) yhteiskunnallinen tausta: Nousevatko materiaalin teknologiset ongelmat ympäröivästä yhteiskunnasta. Onko kyseinen asia tuotu materiaalissa esille?

2) matemaattis-luonnontieteellinen tausta: Nojaako materiaalin teknologinen ratkaisu matemaattis-luonnontieteelliseen teoriaan sen taustalla

3) koneenrakennuksen oppimis- ja innovaatioprosessin huomioiminen: Noudattaako materiaalin teknologinen rakennusprojekti jotakin teoreettista innovaatio- ja oppimisprosessia?

4) opetussuunnitelma viittausten arvioimiseksi: Koska teknologia ei ole oma oppiaineensa, tarjoaako materiaali tarttumapinnan opetussuunnitelmaan ja materiaalin käyttöön tietyissä aineissa? Tukeutuuko opettajan opas OPS:n periaatteisiin?

Jokaista neljää LEGO/Dacta oppimateriaalisarjaa ja opettajan opasta kohti on varattuna neljä sivua, joilla kullakin arvioidaan edellä esittelemäni asiat. Lisäksi arvioidaan kaksi erillistä opettajan opasta, jotka liittyvät kiinteästi kyseisiin LEGO/Dacta oppimateriaalisarjoihin. Erillisille opettajan oppaille on omat erilliset arviointilomakkeet. Jokaisella sivulla on selkeästi ilmoitettu, mikä edellä olevista aiheista on käsitteillä.

Arviointi suoritetaan numeerisesti ja sanallisesti, niille varattuihin paikkoihin

Valitse numerot 1, 2 tai 3. Alla selitykset numeroille.

1: Kyseinen materiaali ei sisällä arvioitavaa aihetta tai aihe on esitetty erittäin puutteellisesti.

2: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen, mutta aihe on esitetty heikosti tai väärin. Kokonaisuus jää epäselväksi ja puutteelliseksi.

3: Kyseinen materiaali sisältää arvioitavan aiheen kokonaisvaltaisesti. Aihetta on esitelty materiaaliin kiinteästi kuuluvana ja aiheen käsittely on suoritettu hyvin. Sanallinen arviointi tehdään sille varattuun tilaan. Sanallisessa arvioinnissa arvioidaan jokaisella sivulla kyseessä olevaa aihetta.

HUOM! ARVIOI TÄHÄN LOMAKKEESEEN VAIN OPPIMATERIAALISARJA JA OPETTAJAN OPAS JOKA VASTAA ALLA OLEVAA NUMEROSARJAA. NUMEROSARJA LÖYTYY OPPIMATERIAALILAATIKON KANNESTA.

Tällä lomakkeella arvioidaan LEGO/ Dacta oppimateriaalisarja ja opettajan opas numero_____.

<p>1) Missä määrin materiaalissa on huomioitu yhteiskunnallinen tausta?</p>	
<p>Lego rakennus-projektit 1&2 Rakennuskortit 1 & 2 numeroarvio____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Opettajan opas numeroarvio____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Oppilaan tehtävä- moniste numeroarvio____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Lisämateriaali, kuvat ja kuvatekstit, piirrokset numeroarvio____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

<p>2) Missä määrin materiaalissa on huomioitu matemaattis-luonnontieteellinen tausta?</p>	
<p>Lego rakennus-projektit 1&2 Rakennuskortit 1 & 2 numeroarvio_____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Opettajan opas numeroarvio_____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Oppilaan tehtävä-moniste numeroarvio_____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Lisämateriaali, kuvat ja kuvatekstit, piirrokset numeroarvio_____</p>	<p>sanallinen arvio_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

<p>3) Missä määrin materiaalissa on huomioitu innovaatio- ja oppimisprosessin eteneminen?</p>	
<p>Lego rakennus-projektit 1&2 Rakennuskortit 1 & 2 numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____</p>
<p>Opettajan opas numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____</p>
<p>Oppilaan tehtävä- moniste numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____</p>
<p>Lisämateriaali, kuvat ja kuvatekstit, piirrokset numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____</p>

<p>4) Missä määrin materiaalissa on opetussuunnitelmallisia neuvoja?</p>	
<p>Lego rakennus-projektit 1&2 Rakennuskortit 1 & 2 numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____ _____</p>
<p>Opettajan opas numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____ _____</p>
<p>Oppilaan tehtävä- moniste numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____ _____</p>
<p>Lisämateriaali, kuvat ja kuvatekstit, piirrokset numeroarvio _____</p>	<p>sanallinen arvio _____ _____ _____ _____ _____</p>

Seuraavalla lomakkeella arvioidaan erilliset opettajan oppaat edellä esiteltyjen periaatteiden mukaan.

	LEGO/Dacta Yksinkertaiset koneet aloittelijoille - Opettajan ohjekirja
<p>1) Missä määrin materiaalissa on huomioitu yhteiskunnallinen tausta?</p>	<p>Numeroarvio _____</p> <p>Sanallinen arvio</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>2) Missä määrin materiaalissa on huomioitu matemaattis-luonnontieteellinen tausta?</p>	<p>Numeroarvio _____</p> <p>Sanallinen arvio</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>3) Missä määrin materiaalissa on huomioitu innovaatio- ja oppimisprosessin eteneminen?</p>	<p>Numeroarvio _____</p> <p>Sanallinen arvio</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>4) Missä määrin materiaalissa on viittauksia opetussuunnitelmaan?</p>	<p>Numeroarvio _____</p> <p>Sanallinen arvio</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

	LEGO/Dacta Perusmekaniikka ja virtakäyttöiset mekanismit - Opettajan ohjekirja
1) Missä määrin materiaalissa on huomioitu yhteiskunnallinen tausta?	Numeroarvio____ Sanallinen arvio _____ _____ _____
2) Missä määrin materiaalissa on huomioitu matemaattis-luonnontieteellinen tausta?	Numeroarvio____ Sanallinen arvio _____ _____ _____
3) Missä määrin materiaalissa on huomioitu innovaatio- ja oppimisprosessin eteneminen?	Numeroarvio____ Sanallinen arvio _____ _____ _____
4) Missä määrin materiaalissa on viittauksia opetussuunnitelmaan?	Numeroarvio____ Sanallinen arvio _____ _____ _____ _____