

Ohjelmoitu opetus

Yleisesikuntamajuri P Karvonen

Nykyisen yhteiskunnan valtavasti lisääntynyt koulutustarve on pakottanut tutkimuksiin uusien ja tehokkaampien opetusmenetelmien kehittämiseksi. On todettu, ettei nopeasti kasvavaa koulutustarvetta tulevaisuudessa pystytä tyydyttämään konventionaalisin opetusmenetelmin. Tämä ei ole ainoastaan siviiliopetuksen probleema, sillä teknillistyvät taisteluvälineet, uudet taistelumenetelmät ja nopeasti alkavan sodan mahdollisuus asettavat myös sotilaskoulutukselle uusia vaatimuksia.

Opetusteknologian alalla on ryhdytty tutkimaan erityisesti uutta ohjelmoidun opetuksen teoriaa ja suunnittelemaan sellaisia koneita ja muita apuvälineitä, jotka tähän teoriaan pohjautuen toimisivat opettajina ja opettajien apuna. Tutkimustyö on tähän mennessä ollut yleensä teoreettista perustutkimusta eikä tuloksia ole vielä kyetty täysin soveltamaan käytännön tilanteisiin.

Tässä kirjoituksessa, joka on lyhennös tutkielmasta "Ohjelmoitu opetus ja sen käyttö sotilaskoulutuksessa", on eri maissa esitettyjä teorioita ja muuta lähdeluettelossa mainittua aineistoa vertaamalla pyritty selvittämään, mitä ohjelmoitu opetus on. Tämän päämäärän saavuttamiseksi käsitellään aluksi ohjelmoidun opetuksen teoreettista perustaa sekä eräitä ohjelmoituun opetukseen liittyviä oppimispsykologisia käsitteitä. Toisessa luvussa esitetään erilaiset ohjelmatyypit sekä tarkastellaan ohjelmien laatimisia siitä syystä, että vain tämän ratkaisevan työ-

vaiheen oikea ymmärtäminen luo pohjan suunniteltaessa ohjelmointiryhmien kokoonpanoja sekä tehtäessä aikalaskelmia ohjelmoidun opetuksen käyttöönottamisesta. Kolmannessa luvussa esitetään nykyaikaisimpia opetuskonetyyppejä sekä ohjelmoituun opetukseen soveltuvia muita esittämismenetelmiä.

Koska ohjelmoitu opetus on maassamme vielä alkuvaiheessa eikä alan termistö ole vielä vakiintunut, on tekstissä esitetty eräiden vaikeasti käännettävien erikoissanojen vieraskielinen muoto.

I OHJELMOITU OPETUS JA SEN TOUREETTINEN PERUSTA

A. OHJELMOITUUN OPETUKSEEN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ

1. Yleisiä käsitteitä

Opetuksella tarkoitetaan tässä työssä henkilön, kirjan ohjelman, mekaanisen laitteen tai jonkun muun ulkopuolisen tekijän avulla tapahtuvaa, yksilöä ympäröivien ärsykeolosuhteiden tarkoituksenmukaista järjestelyä, johon yhdistyy yksilön aktiivista tarkkaavaisuuden suuntautumista tarkastelun kohteeksi valittuun ärsykeobjektiin¹⁾.

Konventionaalisella opetuksella tarkoitetaan opettajakeskeistä eli "opettajaohjattua opetusta", jossa opettaja säätelee ainesyksikköjen esittämisjärjestyksen ja ratkaisee, ketkä kulloinkin saavat feedbackin eli takaisinsyötön.

Sotilaskoulutuksella tarkoitetaan yksilön ja joukon opettamista, kasvattamista ja harjaannuttamista rauhan ja sodanaikaisia sotilaallisia tehtäviä varten. Sanoja sotilaskoulutus, koulutus ja opetus on käytetty näitä asioita yleisesti käsiteltäessä toistensa synonyymeinä.

Informaatiolla tarkoitetaan opetuksen avulla tapahtuvaa tiedon ja ärsykkeiden antamista sekä opetettavan saamaa tietoisuutta (feedback) suorituksensa laadusta.

¹⁾ 27.

2. Koulutusteknologia

Ohjelmoidusta opetuksesta puhuttaessa esiintyy usein käsite koulutusteknologia, jonka merkitys ei ole vielä täsmentynyt. Monissa ammatilehdissä koulutusteknologialla tarkoitetaan erilaisten mekaanisten laitteiden käyttöä opetuksessa. Eräät psykologit tarkoittavat tällä sitä tekniikkaa ja sitä ammatillista menetelmää, jolla rakennetaan kursseja ja opetussuunnitelmia ³⁾).

Käsitteen parempana tulkintana voitaneen pitää seuraavaa määritelmää: koulutusteknologia on koulutusprosessin tehostamiseen tähtääviä toimenpiteitä tutkiva kasvatustieteen osa ³⁾). Tämä tarkoittaa sitä, että yhteiskuntasuunnittelun makrotasolla asetettavat koulutuksen tavoitteet, suuntalinjat ja ulottuvuudet muutetaan asteittain koulutusjärjestelmiksi ja yksityisiksi oppimiskokemuksiksi, jotta päästäisiin toivottuihin käyttäytymismuotoihin. Tällöin joudutaan suunnittelemaan yksityiskohtaisesti opetusprosessi ja oppimistilanteen järjestely. Koko prosessin on oltava makrotasolta yksityiskohtaisimpaan opetusmenetelyyn saakka hyvin tahditettu.

3. Ohjelmoitu opetus (Programmed Instruction)

Konventionaalisessa opetuksessa, jossa opetus kohdistuu samanaikaisesti koko luokkaan, on yksityisen oppilaan työskentelyn valvominen ja ohjaaminen vaikeaa. Kaikki eivät pääse vastaamaan osoitettuihin kysymyksiin, virheellisiä ratkaisuja ei voida kaikilta korjata eikä hidasta oppilasta voida tukea lisäkysymyksillä. Toisaalta ei voida työllistää nopeasti oivaltavia oppilaita. Kuitenkin nykyinen eriytyvä koulutus vaatii yhä enemmän yksilöllisiä työmuotoja ja lisää varsinkin teknillisissä aselajeissa huomattavasti kouluttajien lukumäärää. Yksityisopettajien puutetta on pyritty korvaamaan eri tavoin rakennetuilla työohjeilla, joiden avulla opetettava voi edetä hänelle parhaiten sopivalla nopeudella. Työohje ei luonnollisestikaan korvaa yksityisopettajaa. Sitä käytettäessä on vaikea kontrolloida oppilaan tuloksia ja antaa hänelle

²⁾ 14., s. 5

³⁾ 14., s. 5; 32., ss. 9—11; 59.

tietoja siitä, onko hänen ratkaisunsa oikea. Yksityisopettajan ja hänen oppilaansa välillä on molemminsuuntainen jatkuva yhteys, joka sallii välittömästi takaisinsyötön. Ohjelmoitu opetus ei ole, kuten usein kuullaan sanottavan, yksilön toimintaa työohjeen mukaan, vaan ohjelmoitussa opetuksessa on kysymys järjestelmästä, jonka avulla, laboratorio-kokeissa todettuja oppimista koskevia lainmukaisuuksia hyväksi käyttäen samanaikaisesti ohjataan usean oppilaan työskentelyä niin, että kukin saa osatehtäviä, joista selviytyminen on koko ajan kontrolloitavissa ⁴⁾). Osatehtävistä koostuva, ennalta laadittu ohjelma opettaa erilaisten laitteiden, esimerkiksi tietokoneen, opetuskoneen, simulaattorin tai ohjelmoidun kirjan avulla.

Ohjelmoidun opetuksen pioneerina pidetään Ohio State Universityn professoria Sidney Pressey'tä, jonka 1920-luvulla kehittämä monivalinnaisella vastausnäppäimistöllä varustettu opetuskonejärjestelmä perustui Thorndiken kehittämään vaikutuksen lakiin ⁵⁾). Kuitenkin vasta 1950-luvulla, jolloin amerikkalainen psykologi B. F. Skinner julkaisi kuuluisan artikkelinsa "The Science of Learning and the Art of Teaching", alettiin ohjelmoitua opetukseen kiinnittää uudelleen huomiota ⁶⁾). Skinner arvosteli voimakkaasti tavanomaista opetusta, esitteli ohjelmoidun opetuksen menetelmän sekä vakuutti, että oppilaat saattoivat uuden menetelmän avulla säästää jopa puolet opiskeluun käyttämästään ajasta ja ponnistuksistaan, mikäli heidän tarvitsi oppia sama tietomäärä kuin aikaisemminkin. Artikkelin osui oikeaan ajankohtaan, sillä Yhdysvalloissa alkoi pian venäläisten avaruusmatkan aiheuttama itsekritiikin aika, jolloin kuumeisesti etsittiin keinoja kouluopetuksen tehostamiseksi. Ohjelmoidun opetuksen kehitykseen vaikutti myös vaikea opettajapula ja siitä johtunut tarve säästää opettajia sellaisiin opetustehtäviin, joissa persoonallinen ohjaus ja kosketus ovat välttämättömiä. Toisaalta ovat myös kaupalliset intressit vaikuttaneet tämän opetusmenetelmän leviämiseen. Opetuskone oli uutuuksia, jota voitiin markkinoida silloinkin, kun sen käytön tarkoituksenmukaisuudesta ei oltu tietoisia.

Sotilaskoulutuksessa kokeiltiin ohjelmoitua opetusta ensiksi USA:ssa

⁴⁾ 8., s. 71

⁵⁾ 1., ss. 18—24

⁶⁾ 13., ss. 27—29

upseereiden kielenopetuksessa ⁷⁾, ja varsinaisiin opetuskoneisiin jouduttiin turvautumaan käytännössä ensimmäisen kerran Korean sodan aikana, jolloin oli nopeasti koulutettava pommituskoneiden navigaatiojärjestelmien huoltohenkilöstöä ⁸⁾.

Ohjelmoidusta opetuksesta on esitetty erilaisia teorioita. 1960-luvun alussa tarkoitettiin ohjelmoidulla opetuksella yleensä vain opetuskoineilla annettavaa opetusta ⁹⁾. Englantilaiset psykologit Wallis, Duncan ja Knight tarkoittavat ohjelmoidulla opetuksella myös yleistä opetusta ja koulutustutkimusta, joka heidän käsityksensä mukaan on identtinen myös sellaisten nimikkeiden kanssa kuin ohjelmoitu opettaminen, opetuskoneet, itseopiskelu ja automatisoitu koulutus. Näistä kolme viimeksi mainittua termiä eivät kuitenkaan ole synonyymejä toistensa tai ohjelmoidun opetuksen kanssa ¹⁰⁾. Saksalainen professori J. Zielinsky valitsee ohjelmoidun opetuksen tunnusmerkeiksi esittämiskeinoet ja on analysoinut järjestelmän seuraavasti ¹¹⁾:

1. Ohjelmoitu opetus ilman teknillisiä välineitä.
2. Opetus teknillisin välinein (with hardware).
 - a. Opetus opetuskoneilla (machines for presentation of teaching material).
 - b. Simulaattoreilla annettava opetus (devices simulating the instruction).
 - c. Tietokoneohjattu opetus (advancing into new dimensions e.g. "CAP").
3. Kielistudio-opetus.
4. Televisio-opetus.
5. Yhdistetty järjestelmä.

Sotilaskoulutuksen monitahoisuudesta johtuen ei välineanalyysi ole yksinään riittävä etsittäessä vastausta kysymykseen, mitä ohjelmoitu opetus on. Tästä syystä on kirjoittaja tarkastellut eri tutkijoiden esit-

⁷⁾ 20., s. 87

⁸⁾ 22.

⁹⁾ 59.

¹⁰⁾ 14., s. 1

¹¹⁾ 41.

tämiä määritelmiä opetustapahtuman kannalta ja todennut näissä olevan seuraavia yhteisiä periaatteita¹³⁾, joita tässä työssä pidetään ohjelmoidun opetuksen tunnusmerkkeinä:

- a) Tavoitteiden selvällä määrittelyllä tiedotetaan tarkasti, mitä opetettava kykenee tekemään koulutuksen päätyttyä eli koulutuksen on perustuttava tarkasti eritellylle tavoitekäyttäytymisen analyysille.
- b) Opetettava aines analysoidaan huolellisesti suunniteltuihin ja johdonmukaisesti toisiaan seuraaviin ohjelman tietoyksiköihin.
- c) Koulutettavan annetaan tutustua ensimmäiseen tietoainesyksiöön. Sen jälkeen hänelle esitetään tuohon tietoainekseen perustuva tehtävä, joka on sovitulla tavalla ratkaistava.
- d) Koulutettava saa osioista käsin määräytyvää feedbackia. Väärät vastaukset käsitellään välittömästi joko antamalla täydentävää tietoa tai ilman sitä. Näin vältetään väärinoppimisen mahdollisuus.
- e) Koulutettavat reagoivat aktiivisesti kaiken aikaa, ja heidän edistymistään voidaan jatkuvasti tarkkailla.

Edellä mainittuja eri tutkijoiden esittämiä yhteisiä periaatteita voidaan pitää vähimmäisvaatimuksina. Näiden lisäksi on esitetty muita vaatimuksia, joihin ohjelmoidussa opetuksessa tulisi pyrkiä:

- f) Jokainen opetettava voi opiskelussaan noudattaa hänelle sopivaa opiskelunopeutta. Tämä vaatimus oli aikaisemmin ehdoton. Nykyisin sitä pidetään ainoastaan tavoiteltavana periaatteena¹⁴⁾.
- g) Opetettava voi siirtyä seuraavaan tehtävään vain sen jälkeen, kun hänen edelliseen kysymykseen esittämänsä vastaus on oikea. Tästä vaatimuksesta on luovuttu mm ohjelmoitujen oppikirjojen käytössä sekä ohjelmoidussa ryhmäopetuksessa¹⁴⁾.

Eri tutkijoiden teorioissa on havaittavissa ristiriitaisia käsityksiä vastaustavoista sekä niistä keinoista, joilla ohjelmoitua opetusmateriaalia esitetään. Näistä kysymyksistä ei voitane tehdä ratkaisua teoreettisin perustein, vaan ohjelmoitua opetusta käytäntöön sovellettaessa,

¹³⁾ 1., 13., 14., 28., 40., 60. ja 62.

¹³⁾ 3., ss. 273—284; 16. ja 23.

¹⁴⁾ Ibid.

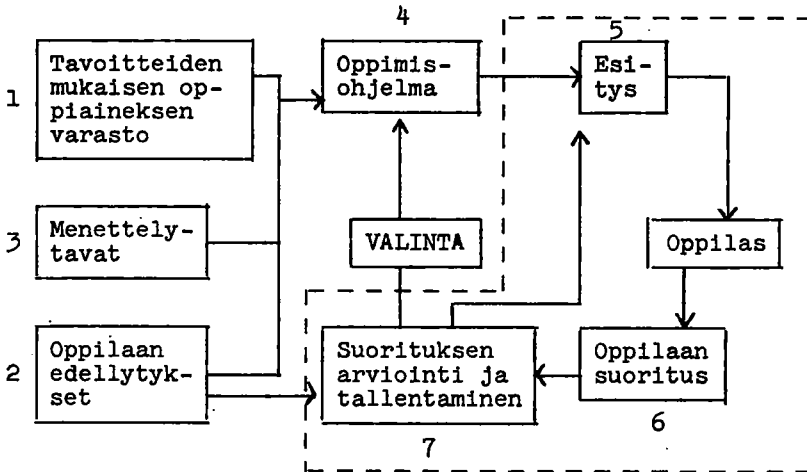
ja nimenomaan sotilaskoulutuksessa, on otettava huomioon myös taloudelliset tekijät sekä opetuksen monitahoisuus¹⁵⁾.

Ohjelmoidun opetuksen järjestelmä koostuu, kuten opettajankin toimienpiteet, tietyistä peräkkäisistä vaiheista¹⁶⁾:

- a) Oppiaineksen valikointi, joka tapahtuu opetustavoitteiden perusteella.
- b) Ohjelmointi eli oppiaineksen järjestäminen jatkuvaksi, osa osalta esitettävissä olevaksi sarjaksi, jossa on vaihtoehtoja eri tilanteiden varalta.
- c) Oppimistapahtuman ohjaaminen tarjoamalla oppilaalle osatehtäviä ohjelmoinnin mukaisesti.
- d) Tulosten arviointi ja tallentaminen.

Kaksi ensin mainittua vaihetta suorittaa ohjelmoidussa opetuksessa opetukseen perehtynyt henkilö ja varsinaiset koneelliset menettelytavat tulevat kysymykseen vasta seuraavissa vaiheissa.

Ohjelmoidusta opetuksesta voidaan esittää seuraavanlainen systeemikaavio¹⁷⁾:



Kuva 1

¹⁵⁾ 60. ja 62.

¹⁶⁾ 8., s. 73

¹⁷⁾ 1., s. 54 ja 8., s. 74

Silloin kun kysymyksessä on yksinkertainen ohjelman esittämislaitteisto, oppilas toimii katkoviivalla esitetyn järjestelmän sisällä. Jos oppilaan suoritusten arviointi ulotetaan tämän rajoitetun alueen ulkopuolelle, täytyy ohjelmoidun opetuksen järjestelmään kytkeä automaattinen tietojenkäsittelykone. Ohjelmoidussa opetuksessa ei ole kuitenkaan kysymys elävän opettajan korvaamisesta mekaanisella laitteella, vaan yksilöllisen ohjauksen korvaamisesta ohjelmalla, joka voi täydentää opettajan työtä sillä suunnalla, missä hänen mahdollisuutensa ovat rajoitetut.

Edellä esitetyn perusteella on tässä työssä päädytty seuraavaan määritelmään: Ohjelmoidulla opetuksella tarkoitetaan opetusta, jossa opittava aines esitetään oppilaalle pieniin, johdonmukaisesti toisiaan seuraaviin tietoyksiköihin jakautuvan ohjelman avulla opetettavan saadessa jatkuvasti osioista suuntautuvaa feedbackia.

B. OHJELMOIDUN OPETUKSEN OPPIMISPSYKOLOGISET PERUSTEKIJÄT

1. Oppiminen

Oppimisesta on esitetty useitakin teorioita, mutta yleisluonteisesti oppiminen voidaan määritellä käyttäytymisessä esiintyväksi muutokseksi, joka vaikuttaa yksilön tulevaan toimintaan. Yksilön suhtautumistapa tehtävään tai reagointi siinä muuttuu tai molemmat muuttuvat. Yleensä edellytetään, että oppiminen koskee sellaisia muutoksia, jotka ovat mielekkäitä ja tarkoituksenmukaisia ja sellaisia, että yksilön reagointi ympäristöön osoittaa tapahtuvaa valikoimista eri mahdollisuuksien välillä¹⁸⁾.

Tässä työssä tarkoitetaan oppimisella ajatteluprosessien, kielellisten merkkien ja/tai harjaantumisen avulla (yksilön kognitiivisessa struktuurissa) tapahtuvaa, ärsykeobjektia edustavan uuden merkityssisällön

¹⁸⁾ 5., ss. 48—49; 68.

muodostumisprosessia, jossa yksilö tekee havaintoja opetuskohteeksi valitusta ärsykeobjektista.

2. Vahvistaminen (reinforcement) ja palkitseminen

Lukuisten oppimista koskevien lakien joukossa on keskeisellä sijalla amerikkalaisen psykologin, E. L. Thorndiken kehittämä vaikutuksen laki. Sen mukaan toivottujen käyttäytymismuotojen palkitseminen ja ei-toivottujen palkitsematta jääminen vakiinnuttaa ennen pitkää edulliset¹⁹⁾. Thorndiken käsityksen mukaan oppiminen perustuu yritykseen ja erehdykseen. Myöhemmin tutki amerikkalainen psykologi B. F. Skinner käyttäytymistä kuuluisilla eläinkokeillaan ja totesi, että tietyn reaktion (vivun painamisen) ja ärsykkeen (nälän) toisiinsa liittyminen vahvistui, koska sitä oli seurannut "palkinto" (ruoka). Vahvistuminen edellyttää eläimillä, että reaktion myönteinen tulos saadaan likipitään välittömästi²⁰⁾. Ihmisellä ei palkinnon tarvitse aina olla välitön, mutta voidaan kuitenkin perustellusti esittää, että vahvistamisen vaikutus on sitä suurempi, mitä nopeammin käyttäytymistä on vahvistettu. Minimi kestoaika antaa maksimi vaikutuksen²¹⁾. Koulutettaville voidaan esittää opetuksen hyöty, esimerkiksi ampumataidon arvo sodassa, mutta sillä ei yleensä liene vaikutusta jokapäiväisessä harjoituksessa. Saavutettavissa olevaa hyötyä voidaan sotilaskoulutuksessa harvoin käyttää niiden osatavoitteiden vahvistamiseen, joiden kautta opetettavan on edettävä lopulliseen tavoitteeseensa.

Ohjelmoidussa opetuksessa voidaan järjestää edulliset ja koetellut olosuhteet opitun reaktion vahvistamiselle²²⁾. Ohjelmassa jaetaan opittava aines pieniin osioihin, jolloin oikeiden reaktioiden määrä saadaan suureksi. Yksilö saa tunteen siitä, että hän on saavuttanut tietyn tavoitteen, ja edistymisen tunne palkitsee suorituksen. Jos reaktio on väärä, virhe tulee korjatuksi heti, eikä negatiivinen vahvistaminen aiheuta suuria haittavaikutuksia. Palkitsemisen saavuttamiseksi on ohjelma sovitettava huolellisesti opetettavan joukon koulutustason mukaiseksi.

¹⁹⁾ Ibid.

²⁰⁾ 6., s. 51

²¹⁾ 1., s. 13

²²⁾ 4., s. 285

3. Opiskelun aktiivisuus

Toisena oppimisen tärkeänä perustekijänä on aktiivisen tarkkaavaisuuden ja omatoimisuuden periaate²³⁾). Suotuisassa oppimistilanteessa informaatio kohtaa aktiivista tarkkaavaisuutta²⁴⁾). Konventionaalisesti pidetyllä oppitunnilla passiivisesti istuvan oppilaan ajatukset saattavat etäännyä aiheesta. Kun tällöin tiedon antamista edelleen jatketaan, ei oppilas ehkä kykenekään enää ymmärtämään jatkoa. Oppimistilanne on järjestettävä sellaiseksi, että tiedon luominen on informaation aikana jatkuva ja oppimisen halu saadaan mahdollisimman voimakkaaksi.

Oppilaiden yritteliäisyys ja omatoimisuus lisäävät oppimiskykyä. Matematiikan kaavojen mieleenpainaminen ilman ongelmien ratkaisemista tai vieraskielisten sanojen lukeminen sanakirjasta eivät johda toivottuun tulokseen.

Ohjelmoidussa opetuksessa säilyy opettavien aktiivisuus. Ohjelmaa seuratessaan oppilas joutuu reagoimaan jokaisessa osiossa. Tällöin ei jää tärkeitä kohtia oppimisen ulkopuolelle, kuten usein voi tapahtua konventionaalisessa opetuksessa. Ohjelma aktivoi oppilaan oppimistehävään mahdollisimman tehokkaasti silloin, kun se antaa mahdollisuuden myös harjoitella opittavia reaktioita.

4. Takaisinsyöttö (feedback)

Takaisinsyöttö on elävän olennon sellaista toiminnan itsesäätelyä, jolla yksilö saa tietoa toimintansa tuloksesta ja käyttää tätä tietoa hyväkseen jatkaessaan samaa tehtävää. Takaisinsyötöllä on hyvin tärkeä merkitys oppimisessa. Oppiminen on osoittautunut sitä tehokkaammaksi, mitä paremmin takaisinsyöttö heti oppimisen alkuvaiheessa toimii ja mitä paremmin oppilas ohjataan käyttämään hyväkseen takaisinsyöttöä. Kun oppilas saa nopeasti relevantteja merkkejä suorituksistaan, hän voi käyttää tätä informaatiota hyväkseen heti virheen esiintyessä, jolloin poikkeavuus toivotusta reaktiosta tulee välittömästi korjatuksi²⁵⁾.

²³⁾ 6., s. 63

²⁴⁾ 1., ss. 13—14

²⁵⁾ 63. ja 4., ss. 238—240

Konventionaalisessa opetuksessa, etenkin kun opetettava joukko on suuri, virheet huomataan usein vasta kokeissa, jolloin oppimistapah-tuma on jo sivuutettu. Virheet saatetaan tällöin omaksua ja oppilas, joskus koko luokka, joutuu harjoittelemaan vääriä suorituksia.

Ohjelmoidussa opetuksessa takaisinsyöttö tapahtuu samankaltaisissa olosuhteissa kuin käytännön eri aloilla²⁶⁾. Tällä seikalla saattaa olla merkitystä erityisesti sotilaallisessa johtajakoulutuksessa, jossa toimin-nan tulosten arviointi ja työn vastuun kantaminen tulevat samalla oppi-misen ja harjoittamisen alaisiksi. Ohjelma keskustelee opetettavan kanssa ilmoittaen, miten tehtävä onnistuu — se on itseneuvovaa (självinstruerande) ja itsekorjaavaa (självkontrollerande)²⁷⁾.

5. Oppimisen säännöstely ja tavoitteellisuus

Ruotsalaisen Bjerstedtin käsityksen mukaan on opiskelua haittaa-vista tekijöistä tärkeimpiä vaikeitten asioiden oppimisesta aiheutuva ahdistuneisuus²⁸⁾. Kokiessaan tehtävät ylivoimaisina oppilas tekee jat-kuvasti virheitä, vastaa väärin eikä voi seurata opetusta parhaimmalla mahdollisella tavalla. Opetettaessa heterogeenisia oppilasryhmiä on nykyisin entistä enemmän kiinnitetty huomiota opiskelun eriytymiseen ja pyritty kehittämään jokaista yksilöä hänen kykyjensä mukaan.

Ohjelmoidussa opetuksessa voidaan saavuttaa erittäin hyvä oppimi-sen kontrolli. Oppilaalle annettavaa opittavan aineksen määrää voidaan ohjata ja annostella. Opetuskone tai ohjelmoitu kirja antaa oppilaalle mahdollisuuden itse säännöstellä informaation määrää kykyjensä mu-kaan, jolloin ei ahdistuneisuutta pääse syntymään. Hän voi käyttää enemmän aikaa vaikeitten asioiden oppimiseen sekä sivuuttaa tutut ja helpot kohdat nopeasti.

Oppimista haittaavaa ehkäisyä vähennetään myös välitavoitteiden avulla jaksottelemalla aines opetettavien koulutustason mukaan pie-niin osioihin ja pyrkimällä pienentämään virheellisten vastausten mää-

²⁶⁾ 4., s. 286

²⁷⁾ 1., s. 13

²⁸⁾ 1., s. 14

rää kokonaistavoitteen vaatimuksia laskematta. Ohjelmoidussa opetuksessa käytetäänkin eräänlaista välitavoite- eli pienaskeltekniikkaa. Virhefrekvenssi pidetään 15 % pienempänä ja vaikeat asiat opetetaan perusteellisesti ohjaustekniikan avulla⁸⁹⁾. Pro- ja retroaktiivista ehkäisyä (ainesosasta edeltävä tai sitä seuraava osanen vaikeuttaa oppimista) vähennetään siirryttäessä osatavoitteesta toiseen häivyttämistekniikan avulla eli siirtymällä asteittain uuteen asiakokonaisuuteen.

C. JOHTOPAATOKSIA OHJELMOIDUN OPETUKSEN OPPIMISPSYKOLOGISISTA PERUSTEKIJÖISTÄ

Edellä esitettyjä periaatteita tarkasteltaessa voidaan todeta, että perinteellisiä opetusmenetelmiä noudattaen on hyvin vaikea tavoittaa ihanteellista opetustilannetta. Yksityinen oppilas joutuu reagoimaan harvoin ja saa feedbackia vielä harvemmin. Opettajan voimavarat eivät riitä opettamaan yksilöitä, vaan joukkoa, jolloin eriytyvän opetuksen mahdollisuudet ovat hyvin pienet. On mahdotonta asettaa kysymyksiä siten, että virheprosentti olisi jokaisella alhainen, eikä myöskään ole mahdollista noudattaa jokaiselle sopivaa opiskelunopeutta. Suuressa luokassa eivät kaikki voi olla aktiivisia silloin, kun opettaja on tehnyt itsestään opettajakeskeisessä opetuksessa ainoan tietolähteen.

Ei voida odottaa, että ohjelmoitu opetuskaan vastaisi käytännössä täydellisesti kaikkia laboratoriokokeissa todettuja oppimispsykologisia lainmukaisuuksia, mutta sen avulla edellä mainittuja konventionaalisen opetuksen epäkohtia voidaan huomattavasti vähentää. Toisaalta voidaan todeta, että ohjelmoidusta opetuksesta puuttuu opettajan ja oppilaan välinen inhimillinen kosketus, mutta persoonaton, neutraali laitteisto saattaa olla tarpeellinen persoonallisen ja samalla subjektiivisen opettajan rinnalla⁹⁰⁾.

⁸⁹⁾ 1., ss. 57—60

⁹⁰⁾ 8., s. 78

II OHJELMATYYPIT JA OHJELMOIDUN OPINTOMATERIAALIN LAADINTA

A. ERILAISET OHJELMATYYPIT

Ohjelma on sellaisten ärsykkeiden sarja, joihin opetettava joutuu jatkuvasti reagoimaan ja saa heti tiedon suorituksensa laadusta. Jokaisessa ohjelmassa on ensimmäisenä ohjelman esittely ja sen sisältämä informaatio. Tämän jälkeen seuraa joukko osioita, askelmia, joissa oppilaalle esitetään uusi tieto sekä tehtävä, jonka hän joutuu ratkaisemaan. Jokainen oppilas voi omaksua ohjelman antaman opetuksen yleensä omaa opiskelunopeuttaan noudattaen. Opettajana toimii siis ohjelma — ei opetuskone, joka on vain ohjelmoidun aineiston esittämisväline.

Ohjelmat voidaan jakaa vastaustavan, etenemistavan, osiokoon tai kyseisen ohjelmatyyppin kehittäjän mukaan.

Vastaustavan mukaan ohjelmat ovat joko konstruoidun tai valintavastauksen ohjelmia¹⁾. Edellisessä oppilas vastaa omin sanoin kysymykseen, täydentää sana-aukon, ratkaisee matemaattisen tehtävän tai toimii annetun tehtävän mukaan. Jälkimmäisessä ohjelmatyyppissä on valittavana useita valmiita vastausvaihtoehtoja.

Etenemistavan mukaan ohjelmat jaetaan joko lineaarisesti eteneviin tai haarautuviin ja osiokoon perusteella suur- ja pienosio-ohjelmiin. Suurosiolla (ruots. *didul*) tarkoitetaan osioa, jossa on useilla lauseilla tai audio-visuaalisin keinoin esitetty informaatio sekä tehtävävaatimus ja feedback; pienosion informaatio sisältää vain muutaman sanan, vastausvaatimuksen ja feedbackin.

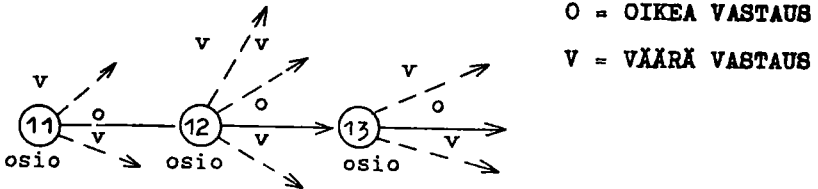
Tässä työssä on ulkomaisista lähteistä koottujen esimerkkien perusteella jaettu ohjelmat neljään ryhmään ja pyritty antamaan näille nimitys, josta ilmenisi sekä etenemis- että vastaustapa. Ryhmittely ja nimitykset eivät ole vielä vakiintuneita ja nimitykset ovat kirjoittajan suomennoksia.

¹⁾ 59.

1. Lineaarinen monivalintaohjelma eli Pressey-tyyppi

Lineaarisen monivalintaohjelman (das lineare Auswahlprogramm) kehittäjä on Sidney Pressey, joka teki kokeita Ohio State Universityssä kehittämällään testienkorjauskoneella³⁾. Tämä kone oli tehtäväikkunalla ja telapyörällä varustettu laite, jossa oli neljä vastauskosketinta (kuva 5). Aluksi sitä käytettiin vain kokeiden korjaamiseen helpottamaan opettajan työtä, mutta ennen pitkää Pressey totesi, että kone voisi toimia myös tehokkaana oppimisvälineenä.

Pressey'n lineaarisessa monivalintaohjelmassa on oppimisen eteneminen kaaviona seuraava:⁴⁾



Kuva 2

Tässä ohjelmassa opetettava aines on jaettu pieniin osiin. Jokainen kysymys sisältää 3—4 valmista vastausta, mutta vain yksi täysin oikea vastaus johtaa oppilaan suoraan seuraavaan ohjelma-askeleeseen (item, Glied, steg)⁴⁾. Väärän vastauksen oppilas kokee koneen pysähtymisenä ja hänen on tehtävä uusi valinta selviytyäkseen eteenpäin.

Pressey'n ohjelmatyyppi täyttää monet ihanteelliset oppimistilanteen vaatimukset. Se antaa opetettavalle mahdollisuuden noudattaa omaa, hänelle sopivaa oppimisnopeutta, ja se ilmoittaa välittömästi, onko vastaus oikea vai väärä (självkontroll)⁵⁾. Ohjelmatyyppi on kuitenkin hyvin jäykkä, se ei myötäile oppilaan ominaisuuksia eikä pakota muovamaan itse vastauksia.

³⁾ 13., ss. 47—70

⁴⁾ 13., s. 53

⁴⁾ 13., ss. 47—70

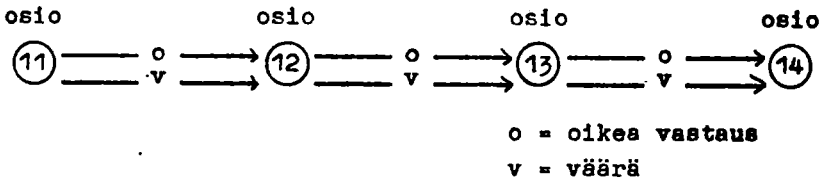
⁵⁾ 1., ss. 21—22

2. Lineaarinen konstruoitu ohjelma eli Skinner-tyyppi

Vuonna 1958 esitti amerikkalainen B. F. Skinner Harvardin yliopistossa suorittamiensa kokeiden tulosten pohjalta uuden opetusmenetelmän, jossa hän käytti lineaarista konstruoidun ohjelman periaatetta (linear programme, Einwegprogramm).

Ohjelmointi noudattaa täysin aikaisemmin esitettyjä ohjelmoidun opetuksen periaatteita. Opetettava aines on jaettu pieniin osioihin, mutta oppiminen on käsitetty totaalisisena ja sarjallisena. Se etenee suoraviivaisena aina tavoitteeseen asti. Oppilas lukee pienen informaatiokappaleen ja ensimmäisen askelman. Tämän jälkeen hän muotoilee itse vastauksensa, jonka hän joko sanelee tai kirjoittaa (constructed response⁶⁾). Olkoonpa vastaus oikea tai väärä, siirtyy oppilas seuraavalle askelmalle, jossa hänelle ilmoitetaan oikea vastaus.⁷⁾

Oppimisen eteneminen on tällöin kaavamaisesti esitettynä seuraava:⁸⁾



Kuva 3

Hyvin laadittu ohjelma opettaa oppilasta hänen oppimiskykynsä mukaisesti ja askelmien sarja vie hänet ohjelman lopulliseen tavoitteeseen. Ohjelman mukaisesti edetessään yksilö tutustuu uusiin käsitteisiin, oppii uusia määritelmiä, kertaa niitä ja joutuu käyttämään niitä erilaisissa yhteyksissä. Opetus etenee koko ajan opiskelijan haluamalla nopeudella. Annettujen vastausten vahvistaminen seuraa välittömästi, mutta jotta oppilas voisi tässä ohjelmatyypissä tulla palkituksi, täytyy

⁶⁾ 13., s. 42

⁷⁾ Ibid.

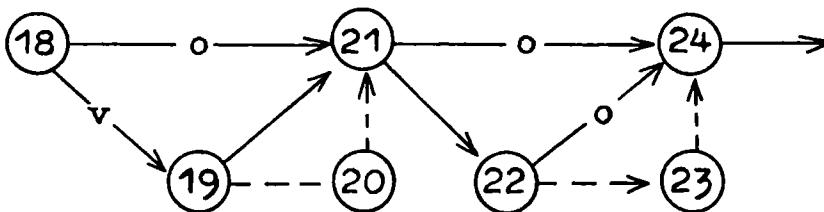
⁸⁾ 22.

vastauksen olla oikea. Tästä johtuen tehtävien on oltava mahdollisimman suppeita ja oikeita vastauksia tulee esiintyä paljon (90—100 %) ⁹⁾.

Samoin kuin Pressey-tyypissä saavat tässäkin järjestelmässä kaikki oppilaat samat kysymykset ja suorituskykyisimmät joutuvat käyttämään tarpeettomasti aikaa heille liian helppojen tehtävien tarkasteluun. Skinner-tyyppinen ohjelma ei ole sopiva uusimmille opetuskoneille, mutta sitä käytetään hyvin yleisesti oppikirjojen ohjelmoinnissa. Suomessa on IBM:n koulutuskeskus ottanut käyttöönsä englanninkieliset Skinner-tyyppiset kirjat, ja saadut kokemukset ovat olleet myönteisiä ¹⁰⁾. Sotilaskoulutuksessa tämä ohjelma sopinee erinomaisesti ohje-sääntöjen, monenlaisten yleisluentojen sekä varusmiesten yleissotilaalisen koulutuksen ohjelmointiin ¹¹⁾.

3. Haarautuva ohjelma eli Crowder-tyyppi (branched programme, Mehrwegeprogramm)

Lineaarista ohjelmaa mukautuvampi ja eniten huomiota saavuttanut ohjelmatyypin on haarautuva ohjelma, jonka kehittäjä on tunnettu psykologi N. A. Crowder ¹²⁾. Tämän ohjelmatyypin yksinkertaisin kaavio-kuva on seuraava:



Kuva 4

Haarautuvassa ohjelmassa käytetään monivalintatyyppejä edustavia kysymyksiä. Opetustapahtuma ymmärretään kommunikaatioprosessiksi, jossa oppilas "tiedottaa" edistymisestään ohjelmalle tai sen esittämis-

⁹⁾ 11., s. 8

¹⁰⁾ 60. ja 61.

¹¹⁾ 1., ss. 9—87; 11., ss. 3—15 ja 13., ss. 23—71

¹²⁾ 1., ss. 45—51

välineelle. Ohjelma osoittaa jokaisen oppimistehtävän jälkeen, mihin tehtävään tai mille kirjan sivulle oppilaan on siirryttävä. Opetettavan oppimistarve, hänen edistymisensä sekä osiosta määräytyvä feedback kytkeytyvät tällöin oppimisprosessiin. Oppimista käsitellään suhteellisenä tapahtumana eikä totaalisenä ja sarjallisena kuten Skinnerin teoriassa. Jos opetettava vastaa oikein, hän saa siirtyä heti seuraavaan tehtävään, mutta jos vastaus on virheellinen, kone (sivu) ohjaa hänet tehtävään, joka täydentää harjoitusta ja täyttää oppimisessa esiintyvän puutteen. Vasta tämän informaation ja harjoituksen jälkeen kone ohjaa oppilaan vaativampaan tehtävään. Tätä järjestelyä voidaan soveltaa pitkälle kehitetyissä elektronisesti toimivissa opetuskonejärjestelmissä siten, että koneen ohjelma käsittää täydelliset "hoitoharjoitusohjelmat" eli lisäharjoitusohjelmat (remedial program, Korrekturschleife). Tällöin oppilas voi lisätä oppimisvalmiuttaan pääohjelman vaikeuksia tuottaneessa kohdassa siitä erkanevan ohjelmahaaran (branching) avulla hyvinkin pitkälle. Kun lisäharjoitusohjelma on tuottanut tuloksen, yksilö palaa oppimisprosessin peruslinjalla siihen vaiheeseen, jossa vaikeuksia alkoi esiintyä ja etenee jälleen tätä suuntaa koneen (kirjan) valvonnan alaisena. Tavoite on kaikilla oppilailla sama, mutta tavoitteeseen voi siirtyä useampia teitä käyttäen.

Haarautuvaa ohjelmaa sovellettaessa ohjelman peruslinja laaditaan jonkin verran vaikeammaksi kuin lineaarisessa ohjelmassa. Suorituskykyisimmät oppilaat voivat siten saada kykyjään vastaavaa opetusta ja ohittaa ohjelman sivuhaarat, jotka ovat heikoimpia yksilöitä varten.

4. Idiomorfinen ohjelma

Sellaisessa joustavassa ohjelmassa, jossa suoritusten arvioinnissa ja tehtävien tarjoamisessa otetaan jatkuvasti huomioon oppilaan edellytykset, tarvitaan hyvin paljon vaihtoehtoja. Tehtävien sarja on silloin oppilaan näkökulmasta katsoen mielekäs ja oikealla vaikeustasolla. Tällaisen monin vaihtoehdoin varustetun ohjelman esittäminen edellyttää automaattisen tietojenkäsittelykoneen kytkemistä laitteistoon. Tietokoneille sopivista ohjelmatyypeistä on huomatuimpia amerikka-

laisen Stolurowin kehittämä idiomorfinen järjestelmä, jossa otetaan jatkuvasti huomioon se mitä oppilaasta tiedetään: hänen taipumuksensa sellaisina kuin ne ilmenevät opiskelun alussa syntyneissä testituloksissa ja hänen aikaisemmat reaktionsa opiskelun aikana¹³⁾. Eri oppilaat saavat esittämiensä ratkaisujen samanlaisuudesta huolimatta erilaiset jatkotehtävät taipumustensa ja aikaisempien suoritustensa perusteella. Stolurowin järjestelmässä on joukko erilaisia ohjelmia, joita opetuksen aikana voidaan muunnella tai vaihtaa keskenään. Tämän järjestelmän käyttö rajoittunee käytännössä vain didaktiseen tutkimukseen.

B. OHJELMAN LAATTIMISEN YLEISET PERIAATTEET

1. Ohjelmoidun opintomateriaalin laatiminen

Ohjelmia laadittaessa on pyrittävä noudattamaan edellä esitettyjä ohjelmoidun opetuksen periaatteita.

Ohjelmointityö jaetaan Bjerstedtin mukaan kolmeen päävaiheeseen, jotka jaetaan edelleen yhteentoista osavaiheeseen:¹⁴⁾

- I Esivalmistusvaihe (förberedelsearbete)
 - 1) Tavoiteanalyysi (målanalys)
 - 2) Oppilasanalyysi (elevalys)
 - 3) Tilanneanalyysi (situationsanalys)
 - 4) Ainesanalyysi (stoffanalys)
 - 5) Väline-menetelmän-valinnat
- II Ensikoeversion laadinta (författande av preliminärversion)
 - 6) Valmistava etenemisjärjestyksen määrittely
 - 7) Opetusyksikköjen eli osioiden muotoilu
 - 8) Lopullinen osioiden järjestyksen määrittely
- III Kokeilu- ja oikaisuvaihe
 - 9) Kokeilu ja uudelleenkirjoitus
 - 10) Kenttäkokeilu
 - 11) Ohjekirjan laadinta

¹³⁾ 8., ss. 76—77

¹⁴⁾ 1., ss. 57—58

2. Valmisteluvaihe

Ennen kuin ohjelman laatijat pääsevät suunnittelemaan yksityiskohtia, on toteutettava valmisteluvaiheeseen kuuluvat analyysit.

a. Tavoiteanalyysi

Jotta opetus onnistuisi, on määriteltävä ohjelman lopullinen tavoite ja eriteltävä ne käyttäytymismuodot, jotka on tarkoitus saada aikaan. Tavoiteanalyysillä selvitetään konkreettisesti, mitä oppilaiden on opittava jokaisesta tehtäväosioista ja mitä oppilaan on osattava osatehtävän sekä kokonaisen ohjelmoidun kurssin jälkeen¹⁵⁾. Tämä on tunnettua konventionaalisessakin opetuksessa, mutta valitettavan usein määritellään vain se, mitä opetetaan eikä mitä opetettavan on osattava.

Tavoiteasettelussa voidaan käyttää voimassa olevien koulutusohjelmien analyysiä, ohjesääntöjen ja oppikirjojen sisällön analyysiä, asian tuntijoiden haastatteluja jne. Tavoiteanalyysin lopputuloksena esitetään tavoitekuvaus, joka on luettelo havaittavissa olevista reaktioista ja jossa määrätään ne ”kynnysarvot”, jotka oppilaan on ylitettävä.

b. Oppilasanalyysi

Ohjelman laatijoilta vaaditaan koulutettavan ryhmän tarkkaa tuntemusta. Oppilasanalyysin tarkoituksena on kartoittaa opetettavien tiedot opetusaineuksessa sekä sitä lähellä olevassa aihepiirissä. Näin voidaan valita sopivat esimerkit ja arvioida sopiva opiskelunopeus. Edelleen kartoitetaan ryhmän homogeenisuus-heterogeenisuusaste, jolla on huomattava merkitys laadittaessa ohjelmaa yksilön tarpeisiin sopivaksi¹⁶⁾. Varsinkin varusmieskoulutuksessa ohjelmoijan olisi tunnettava myös opetettavien aikaisempi siviilikoulutus sekä varusmiesten mielenkiinto yleensä opetettavaan aiheeseen¹⁷⁾.

¹⁵⁾ 1., ss. 57—62 ja 11., ss. 7—8

¹⁶⁾ 1., ss. 57—62

¹⁷⁾ 11., ss. 7—8

c. Tilanneanalyysi

Tilanneanalyysi kartoittaa opettamistilanteen ulkonaiset vaihtelualueet ja rajoitukset. Näitä ovat esimerkiksi käytettävissä olevat määrärahat, välineistö ja aika¹⁸⁾.

d. Ainesanalyysi¹⁹⁾

Ainesanalyysissä joudutaan tutustumaan yksityiskohtaisesti opetettavaan aineistoon sekä tutkimaan sen yksityiskohtien opettamista. Kun tavoiteanalyysissä opetettava aines jaettiin osioihin ja määriteltiin kuinka hyvin oppilaan on osiot opittava, eritellään ainesanalyysissä ohjelmoitavan aineksen peruskäsitteet tai loogiset kokonaisuudet. Seuraavana tehtävänä on järjestää ne loogisesti ja oppimispsykologisesti merkitykselliseen järjestykseen ja tutkia, mitä johdonmukaisia yhteyksiä on löydettävissä eri käsitteiden välillä.

Ainesanalyysitekniikan alalla on nykyisin tunnetuin niin sanottu Ruleg-järjestelmä. Tämä järjestelmä perustuu siihen, että useimmat opetettavat ainekset voidaan esittää "lauseilla", jotka ovat joko sääntöjä tai esimerkkejä ("rules and examples"; rule = rul = ru = sääntö; example = eg = esimerkki). Tällöin on $a + b = b + a$ sääntö (ru) ja $2 + 9 = 9 + 2$ (eg) on esimerkki. Ohjelmoija muotoilee ohjelmoitavan aineksen Ruleg-järjestelmän mukaisessa ainesanalyysissä joukoksi sääntöjä (ru) ja esimerkkejä (eg). Näistä muodostetaan sitten sääntömatriisi ja esimerkkimatriisi korteille, jotka järjestetään yksinkertaisuusmonimutkaisuusasteen mukaiseen järjestykseen.

Lopputuloksena ainesanalyysistä on rakenteen kuvaus sekä luettelo kurssin perusyksiköistä.

e. Ohjelman esitysvälineen ja -menetelmän valinta

Esitysvälineet ja -menetelmät valitaan yleensä jo ohjelmoinnin alkuvaiheessa tapahtuneen analyysin mukaan. Ohjelmoitavan opetusaineiston esittämistä välineistä on nykyisin jo hyvin laaja vaihdellen valmistus-

¹⁸⁾ 1., ss. 57—62

¹⁹⁾ Ibid.

kustannuksiltaan huokeista kirjoista aina kehittyneimpiin tietokoneisiin saakka. Usein kuitenkin materiaaliset voimavarat sanelevat ratkaisun. Sotilaskoulutuksessa tulisi taloudellisista vaikeuksista huolimatta pyrkiä saamaan aikaan opetusvälinevaihtelua, irrottautumaan jäykistä kaavoista sekä herättämään välinevalinnalla mielenkiintoa opetusta kohtaan. Usein on tehokasta käyttää myös "vanhaa" välineistöä ja menetelmää uuden rinnalla.

3. Ensikoeversion laadinta

Edellä käsiteltyjen valmistavien analyysien tulosten perusteella aloitetaan ensikoeversion valmistus. Tässä tehtävässä ohjelman laatijoiden on muotoiltava opetuksen yksityiskohdat ja järjestettävä näiden liittäminen toisiinsa.

a. Valmistava etenemisjärjestyksen määrittely

Tässä ohjelmoinnin vaiheessa suunnitellaan ohjelman haarautumiskohdat sekä päätetään, missä järjestyksessä asiat ohjelmassa esitetään.

Viereisten osioiden on sisällöltään liityttävä läheisesti toisiinsa, jolloin uuteen opetettavaan siirryttäessä on samalla käytettävä "vieroitusta" (fading, Reduzieren der Lernhilfen) vanhasta ²⁰⁾). Ruleg-järjestelmässä annetaan uutta opetettaessa tukea oikean reaktion aikaansaamiseksi, mutta vähitellen esimerkkejä vähennetään ja oppilas joutuu muotoilemaan vastauksensa ilman sääntöä ja esimerkkejä — hänet vieroitetaan annetusta tuesta ²¹⁾).

Vieroitus saattaa tapahtua kuuden osion aikana seuraavasti: ²²⁾

- a. Ru + eg + eg + epätäydellinen eg
- b. Ru + eg + epätäydellinen eg
- c. Ru + epätäydellinen eg
- d. Eg + epätäydellinen eg
- e. Epätäydellinen eg
- f. Epätäydellinen ru

²⁰⁾ 67. (2/1968)

²¹⁾ 1., ss. 57—62

²²⁾ Ibid.

Näin pitkät vieroitusjaksot eivät ole useinkaan tarpeellisia. Tavallisesti riittää jakso:

ru + eg + epätäydellinen eg tai
eg + eg + epätäydellinen eg

Lopputuloksena valmistavan etenemisjärjestyksen määrittelystä on päätös etenemistavasta sekä yleinen aineksen esitystapa.

b. Opetusyksikköjen eli osioiden muotoilu

Jokaisessa ohjelman pienessä osiossa on yleensä kolme osaa:

- uuden informaatioaineksen esittely,
- reaktiovaatimus ja
- tieto tuloksesta.

Joskus osiossa esiintyy vain kaksi ensiksi mainittua osaa²³⁾, mutta silloin on jo poikettu ohjelmoidun opetuksen periaatteista.

Uuden informaatioaineksen esittelyssä oppilaalle annetaan jotain uutta tietoa. Tämän jälkeen reaktiovaatimuksella, joka saattaa olla kysymys tai tehtävä, varmistaudutaan, että opetettava on käsittänyt asian. Tehtävän ratkaisija saa lopuksi itse todeta, oliko vastaus oikea. Tässä toteutuvat siis ohjelmoidun opetuksen periaatteet — jatkuva vuorovaikutus oppilaan ja opetettavan aineksen välillä, tiedon omaksumisen valvonta ja tehtävästä suoriutumisen välitön ilmoittaminen oppilaalle (självinstruerande och självkrollerande)²⁴⁾.

c. Lopullinen osioiden järjestyksen määrittely

Ohjelmaa tehtäessä jääneitä puutteellisuuksia korjataan yksityisten osioiden laadinnan jälkeen. Tarkastus on edullisinta antaa 2—3 henkilölle, jotka käyvät ohjelman läpi oppilaiden tapaan. Jos osiot on kirjoitettu pahvikortteille, voidaan ohjelmaan helposti tehdä korjauksia, laatia täydentäviä osioita sekä muuttaa niiden järjestystä.

²³⁾ 54.

²⁴⁾ 1., ss. 57—62

4. Kokeilu- ja oikaisuvaihe

a. Kokeilu ja uudelleenkirjoitus

Kokeiluvaiheessa tarkastetaan preliminääriversio askeleittain, seurataan erityyppisten oppilasryhmien reagointia laadittuun ohjelmaan, tutkitaan eri yksityiskohtien tuottamia vaikeuksia sekä oppilaiden oppimista. Hyvin sopivat yksityiskohdat säilytetään, heikot osiot poistetaan tai muotoillaan uudestaan. Aluksi ohjelma kokeillaan pienehköllä oppilasryhmällä. Tulokset kirjataan yksityisen osion ja oppilaan tarkkuudella. Minkään osion yhteinen virhefrekvenssi ei saisi ylittää 15 %. Korjausten jälkeen tehdään uusi koe suuremmalla ryhmällä (noin 30 oppilasta) ja tätä kokeilua jatketaan, kunnes arvostelijoiden mielestä ohjelmalla voidaan saavuttaa vaaditut opetustavoitteet ²⁶⁾.

b. Kenttäkokeilu

Ohjelman valmius tarkastetaan lopullisesti kenttäkokeilussa. Suureholla joukolla kokeillut tulokset kootaan ja julkaistaan tavallisesti ohjelmaan liittyvässä ohjekirjassa.

c. Ohjekirjan laadinta

Ohjekirja on opettajalle tarkoitettu ohjelmaa esittelevä opas. Siinä selostetaan

- ohjelman opetustarkoitus ja perusajatus,
- koulutusryhmän laatu,
- ajankäyttö,
- ohjelman laadintatyön päävaiheet tietoineen ja
- kenttäkokeen tulokset.

C. OHJELMOINTI JA OHJELMATYYPIT SOTILASKOULUTUKSESSA

Ohjelmointityö on kouluttajakokemusta, opetettavan aineiston sekä ohjelmoidun opetuksen oppimispsykologisten perusteiden tuntemusta

²⁶⁾ 11., ss. 18—25

vaativa tehtävä. Jonkin opetuskokonaisuuden ohjelmointi vaatii työryhmältä paljon työtä ja asiantuntemusta, mutta siihen uhrattu työ tuottaa myös hyvän tuloksen; saadaanhan muutaman hyvän opettajan tai kouluttajan asiantuntemus annetuksi ohjelman välityksellä suurille joukoille, olkootpa he sitten kantahenkilökuntaa, varusmiehiä tai reserviläisiä.

Kaikki opetettavat asiat eivät sovi ohjelmoitaviksi. Ennen ohjelmointiin ryhtymistä on harkittava, vastaavatko täten saavutettavat edut niitä työmääriä ja kustannuksia, joita ohjelmointi tulee aiheuttamaan. Opetettavan aineksen on oltava luonteeltaan pysyvää, sillä jos ohjelman käyttö tulee lyhytaikaiseksi, sen valmistaminen on tuskin puolusteltavissa. Parhaiten ohjelmoitaviksi sopivat oppiaineet ja alueet, joita opetetaan suurille joukoille, ja erityisesti sellaiset yksityiskohdat, jotka ovat tuottaneet opetettaville vaikeuksia. Edullista lienee myös ohjelmoida sellaisia kursseja, joille on vaikea saada päteviä opettajia. Oman tutkimusalueensa muodostaa ohjelmien laatiminen reservin kertausharjoituksia varten sekä erityisesti teknillisen henkilökunnan kouluttamiseksi sodan syttyessä, jolloin nykyinen kouluttajavoima käytetään muuhun kuin opettajantehtäviin.

Arvosteltaessa eri ohjelmatyyppien sopivuutta sotilaskoulutukseen on otettava huomioon, että tässä työssä esitetyn jaon lisäksi on mahdollisuus luoda useita muita erilaisia tyyppiyhdistelmiä. Koulukuntamaisen jaon mukaan voidaan esittää yhdistelmä ohjelmista ja niiden ominaisuuksista seuraavasti: ²⁶⁾

	Skinner	Pressey	Crowder
1. Opetuksen automaattisuus	aina	apukeinona luokkaopetuksessa	aina
2. Takaisinsyöttö välittömästi	aina	aina	aina
3. Osion koko (osio/kehiö = didul)	osio	osio	kehiö
4. Virhemäärä	< 10 %	~ 15 %	< 15 %
5. Konstruoitu valintavastaus	konstruoitu	valinta	valinta/vaihtoehto
6. Sopivin esittämisväline	kirja	kirja/vastauksen valinta	opetuskone, tietokone, kirja
7. Eteneminen	lineaarinen	lineaarinen	haarautuva

Taulukko 1

²⁶⁾ 33., s. 23

Erityyppisten ohjelmien tehokkuutta verrattaessa on haarautuvat ohjelmat todettu hiukan tehokkaammiksi kuin lineaarista etenemistapaa käyttävät²⁷⁾. Eri maista saatujen ohjelmaesimerkkien perusteella voidaan kuitenkin todeta, ettei ole mitään eri ikäkausille tai koulutus-tasaille varta vasten sopivia ohjelmatyyppejä. USA:n sotakouluissa, Junior High Schooleissa ja yliopistoissa käytetään samanlaisia ohjelmi-
 rakennejärjestelmiä. Vuonna 1963 suoritetun tutkimuksen mukaan käytettiin 122 amerikkalaisessa ohjelmassa:²⁸⁾

	yksin- omaan	enimmäk- seen	usein	ei kos- kaan
Monivalintaohjelmaa	25 %	2 %	66 %	7 %
Itse muotoiltavia vastauksia (constructed response)	8 %	52 %	16 %	24 %
Rinnakkaisohjelmia	8 %	2 %	11 %	79 %

Taulukko 2

Tämä esimerkki ei oikeuta tekemään johtopäätöstä parhaiten sotilas-
 koulutukseen sopivasta järjestelmästä, se antaa vain kuvan eri ohjel-
 mien silloisesta käytöstä. On selvää, että haarautuvien ohjelmien laati-
 minen vaatii enemmän työtä, perusteellisempaa tutkimusta ja kokeilua
 kuin lineaaristen ohjelmien valmistaminen.

Sotilaskoulutuksessa käytettyjen ohjelmaesimerkkien ja haastatte-
 lujen²⁹⁾ perusteella voidaan todeta, että parhaiten sotilaskoulutukseen
 sopiva ohjelmatyyppi lienee Skinnerin lineaarinen, konstruoituja vas-
 tauksia vaativa ohjelma.

III OHJELMOIDUN OPETUSAINEISTON ESITTAMISVALINEET JA NIIDEN SOVELTUVUUS SOTILASKOULUTUKSEEN

Ohjelmoitua opetusta käsittelevissä kirjoituksissa ja seminaareissa
 on esitetty hyvin erilaisia käsityksiä ohjelmoidun opetusaineiston esit-

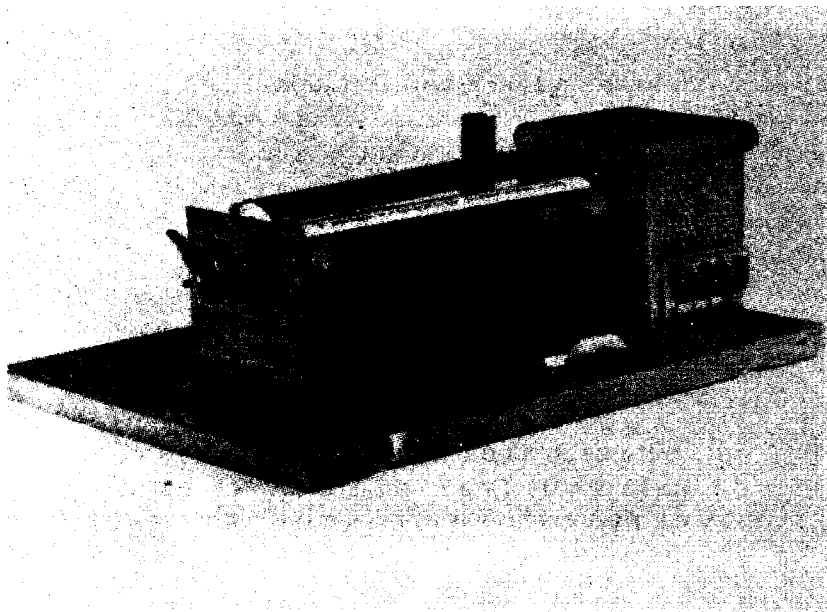
²⁷⁾ 14., (liite); 32.

²⁸⁾ 13., (Recum), s. 43

²⁹⁾ 50—55., 62., 66.

tämisvälineistä. Rajoitetuimpien näkemysten mukaan tällaisia välineitä ovat vain varsinaiset opetuskoneet (teaching machines) ¹⁾. Joustavin järjestelmä lienee tällä hetkellä Neuvostoliitossa ²⁾, ja myöskin eräät saksalaiset ovat hyväksyneet jo ohjelmoidun opetusmateriaalin esittämistä välineiksi tavanomaiset audiovisuaaliset opetusvälineet ³⁾.

Tässä työssä tarkoitetaan ohjelmoidun opetusaineiston esittämistä välineillä kaikkia sellaisia laitteita tai kirjoja, joita käytettäessä voidaan noudattaa ohjelmoidun opetuksen määritelmää, sen tunnusmerkkejä sekä oppimispsykologisia periaatteita. Työssä ei käsitellä nykyisin yleisesti puolustusvoimien käytössä olevan audiovisuaalisen välineistön käyttömahdollisuuksia ohjelmoidussa opetuksessa, vaan tarkastellaan tavallisimpia sovelletuissa tutkimuksissa käytettyjä ohjelman esittämislaitteita.

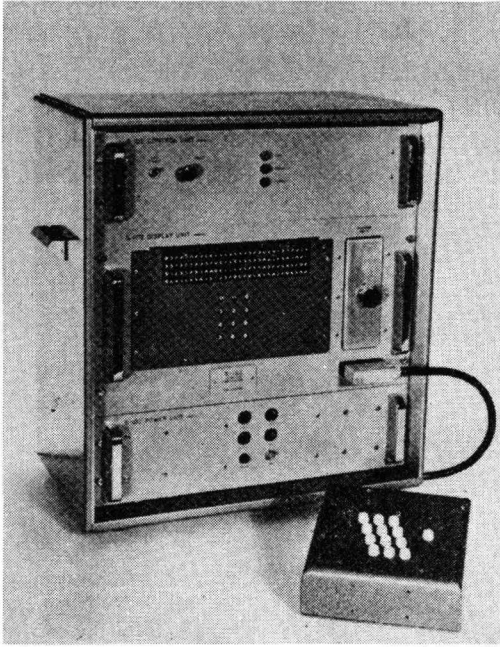


KUVA 5 Presseyn opetuskone

¹⁾ 15., 18., 22., 45. ja 58.

²⁾ 9., 12. ja 40.

³⁾ 3., s. 283, 23.



KUVA 6 Opetuskone S-102 Keyboard Instructor

A. OPETUSKONEET

Opetuskoneella tarkoitetaan tässä työssä mitä tahansa mekaanista laitetta, joka esittää ohjelmoitua aineistoa ja jonka avulla opetettava voi opiskella yksinäänkin ilman opettajan ohjausta.

Länsimaissa tunnetuin opetuskone lienee Auto Tutor Mark II, joka lajinsa tyypillisenä edustajana sopii opetuskoneen karkean esittelyn pohjaksi (kuva 7). Kone toimii kehittäjänsä Norman Crowderin haa-roittuvan (branching) ohjelmaperiaatteen mukaan⁴⁾. Opetusteksti ja kysymykset ovat luettavissa koneen etupinnan kuvaruudusta, jolle ne projisoidaan laitteen sisällä juoksevalta filmiltä. Kuvaruudun oikealla

⁴⁾ 22., 59.

puolella on rivi nappuloita, joita käyttäen oppilas voi esittää vastauksensa tai pyytää tarvittaessa neuvoa. Laite on teknillisesti yksinkertainen, mutta filmille talletettu teksti ja filmiä ohjaavat ohjelmat ovat syntyneet pitkällisen ja vaativan työn tuloksena ⁵⁾.

Oppikurssi on talletettu mikrofilmille, jonka koneen projektori heittää kuvaruudulle tietoannoksina. Filmin reunaan, varsinaisen kuva-alan ulkopuolelle, on tehty binäärisiä koodimerkkejä, jotka osuvat kuvaruudun alapuolelle asennettuihin valokennoihin. Näiden koodimerkkien perusteella kone saa "tietää", minkätyyppistä tietoannosta oppilaalle kulloinkin on esitettävä. Kun Auto Tutorin kurssifilmi pysähtyy jonkin

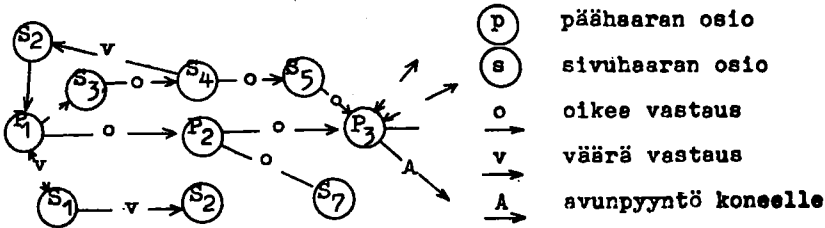


KUVA 7 Opetuskone Auto Tutor Mark II

⁵⁾ 59.

tietoannoksen kohdalle, siirtyy se uuteen asemaan vain, mikäli jotain kuvaruudun oikealla puolella olevista napeista painetaan.

Opetuskoneen antaman opetuksen kulkua voidaan havainnollistaa seuraavasti: ^{a)}



Kuva 9

Jokainen ympyrä edustaa mikrofilmin ruudun sisältämää tietoannosta ja sen perään liitettyä monivalintatehtävää. Tietoannokseen voi sisältyä myös valokuvia, diagrammeja yms. Kuten kaaviosta ilmenee, voivat jotkut siirtymät olla kaksisuuntaisia. Koneen antamaan tehtävään väärin vastaaminen aiheuttaa myös erilaisia siirtymiä riippuen siitä, millä tavalla oppilas vastaa kysymykseen.

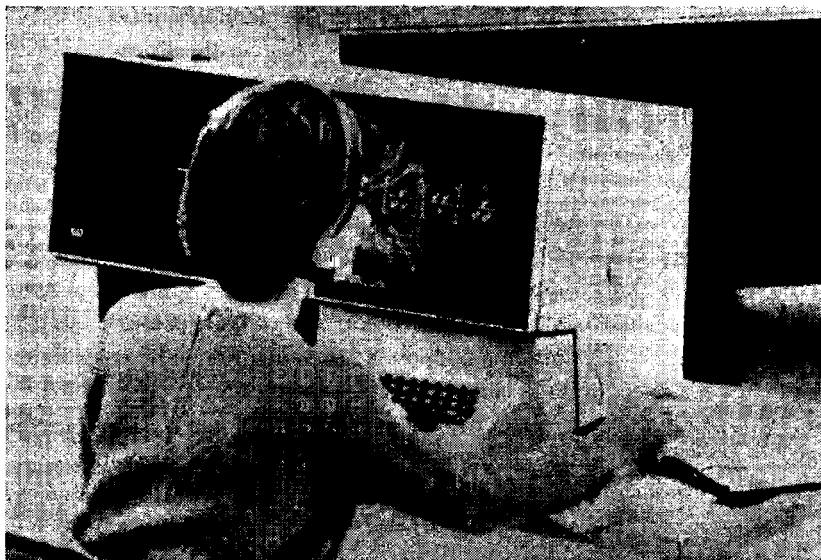
Eteneminen oppikurssirakennelmassa tapahtuu siten, että oppilas tutustuu ensin tietoannoksen P₁ kohdalla kuvaruudulle heitettyyn tekstiin ja sen sisältämään informaatioon ja lukee sitten monivalintatehtävän, jolla kontrolloidaan, onko hän ymmärtänyt juuri opetetun asian ja hallitseeko hän samalla myös kurssissa aikaisemmin käsitellyt osat. Valitsemansa vaihtoehdon oppilas ilmoittaa koneelle valintanäppäimistöä painaen, jolloin filmi kiertyy koneessa uuden tietoannoksen kohdalle oikein vastattaessa osioon P₂ tai väärin vastattaessa S₁:een. Mikäli oppilas on nappia painaen pyytänyt koneelta apua, joutuu hän ottamaan askeleen S₂. Nopea oppilas etenee tavoitteeseensa päähaaraa pitkin, hitaampi kierteleä sivuhaaroissa saaden perusteellisempaa opetusta. Virhevalinnat kone rekisteröi virherekisterin avulla, joten opettaja voi seurata yksityisen oppilaan edistymistä opetuksen eri vaiheissa.

^{a)} 59.

B. TIETOKONEOHJATTU OPETUS (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION)

Tietokoneohjattu opetus (CAI) on menetelmä, jossa tietokoneeseen liitettyjen lisälaitteiden avulla voidaan ohjelmoitua opetusta käyttäen antaa suurtenkin kurssien yhteydessä jokaiselle opetettavalle henkilökohtainen käsittely ja jossa kukin opetettava opiskelee asemassaan omaa opiskelunopeuttaan noudattaen toisistaan täysin riippumatta ⁷⁾.

CAI-järjestelmässä on "opettajana" nopea, suurella muistikapasiteetilla varustettu tietokone, johon on liitetty kontrolliyksikkö (control station) sekä useita oppilasasemia (instructional station ⁸⁾), jotka saattavat sijaita maantieteellisesti hyvinkin kaukana toisistaan. Tutkimukset tietokoneen käyttämisestä opetuksessa aloitettiin 1950-luvun lopulla niin sanotuilla toisen sukupolven koneilla. Ensimmäisen kerran Euroopassa esiteltiin tietokoneen käyttöä ohjelmoitussa opetuksessa Rans-



KUVA 8 Matematiikan opiskelua IBM 1500 CAI-järjestelmän avulla

⁷⁾ 3., ss. 268--269; 59., 60.

⁸⁾ 42., 43.

kassa vuonna 1967, jolloin opetuskoneena oli IBM 1500⁹⁾ (kuva 8). Kehitys on tällä alalla edennyt nopeasti. Uusimmat mikroelektroniikka-käyttöiset koneet ja opetuskielen kehittäminen ovat avanneet yhä uusia käyttömahdollisuuksia. Suomessakin on jo kolmannen sukupolven tietokoneita muun muassa Turun ja Jyväskylän yliopistoissa sekä Kaup-pakorkeakoulussa, mutta niitä ei ole vielä käytetty opetuksessa. CAI-järjestelmistä pisimmälle kehitetyin lienee tällä hetkellä SOKRATES-järjestelmä (System for Organising Content to Review And Teach Edu-cational Subjects), joka idiomorfista ohjelmaa käyttäen ottaa jatkuvasti opetuksessa huomioon sen, mitä opetettavasta tiedetään aikaisempien testitulosten perusteella, sekä antaa tehtävät oppilaan taipumusten mu-kaan¹⁰⁾.

1. Oppilasasema

Opiskelu tapahtuu oppilasasemissa, jotka ovat kaapeliyhteydessä ohjauspöytään ja edelleen keskuskoneeseen. Jokaisella oppilaalla on oma asemansa, joka tietokoneen kanssa kommunikointia varten on va-rustettu sähköisellä kirjoittimella (printer keyboard)¹¹⁾. Kehittyneem-missä järjestelmissä kuuluu oppilasaseman laitteistoon lisäksi televisio-monitori, kuultokuvien näyttölaite sekä kuulokkeet. Järjestelmässä IBM 1500 on oppilasasema varustettu televisioruutua muistuttavalla katodi-sädekuvaputkella (CRT), jolle tietokone voi sähköisesti siirtää oppilaan katsottavaksi kuvia tai kirjoitettua tekstiä¹²⁾. Tietokone voi tämän ku-varuudun välityksellä "piirtää" myös animaatiokuvia. Oppilaalla on valokynä, joka lähettää kärjestään infrapunasäteilyä¹³⁾. Kosketettaessa kynällä kuvapintaa lukee tietokone kynän aseman ja toteaa, osoittaako oppilas oikeaa kohtaa kuvaruudulla. Valokynä mahdollistaa kommuni-kaation tietokoneen ja oppilaan välillä.

Opiskelu tietokoneen avulla on samankaltaista kuin opetuskoneilla-kin. Oppilaan ilmoitettua koneelle haluamansa kurssin osan ja annettua

⁹⁾ 17.

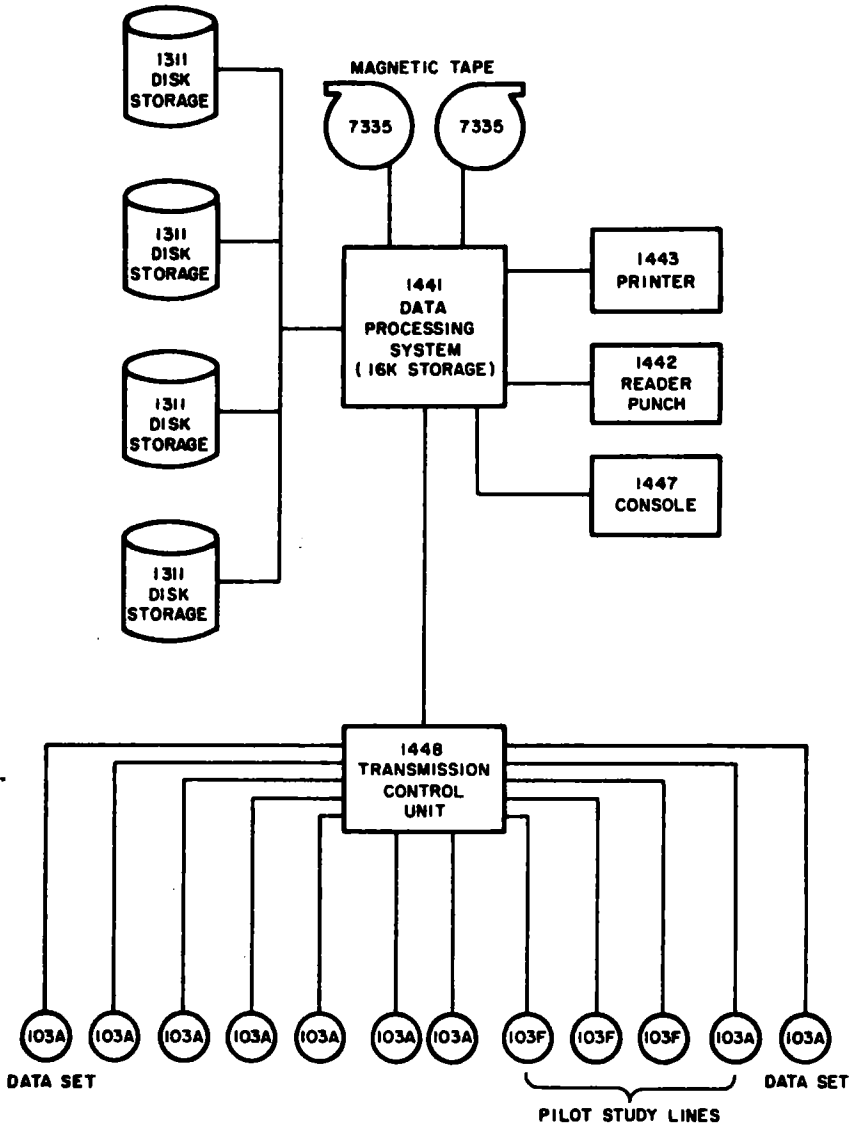
¹⁰⁾ 8., ss. 77—78

¹¹⁾ 7., ss. 139—148

¹²⁾ 56., 57.

¹³⁾ Ibid.

AMD COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
1440 PROCESSOR COMPONENTS



KUVA 10 Kaavio IBM 1440:n käytöstä tietokoneohjatussa opetuksessa

aloittamiskäskyn kone esittää hänen luettavakseen ohjelman osiot, antaa tehtävät ja ilmoittaa, onko vastaus oikein vai väärin. Oppilas voi esittää koneelle pyynnön "auta", jolloin kone antaa vihjeitä oikean ratkaisun löytämiseksi, selvittelee perusteellisesti asiaan liittyvää teoriausta tai esittää havainnollistavan kuvan kuvaruudun välityksellä¹⁴⁾.

2. Opettajakoneen ohjelmointi

Toimiessaan "opettajana" tietokone on aivan erilaisessa työssä kuin selvitellessään kaupallis-hallinnollisia tehtäviä tai laskutoimituksia. Sen on pystyttävä vastaanottamaan ja käsittelemään tietomateriaalia, jota sille toimittaa automaattisesta tietojenkäsittelystä tietämätön oppilas luonnollisella kielellä. Sen on tulkittava graafista informaatiota, piirrettävä kuvia ja lähetettävä äänisignaaleja.

Tietokoneohjatun opetuksen järjestelmää kehitettäessä todettiinkin hyvin pian, että näin monipuolisten vaatimusten täyttäminen edellyttää teknillisesti korkealuokkaisten laitteiden lisäksi myös aivan uuden ohjelmointikielen luomista, sillä Fortran, Cobol yms. yleiset ohjelmointikieliet on luotu käsittelemään täysin erityyppistä problematiikkaa¹⁵⁾. Niinpä kun muun muassa järjestelmälle IBM 1500 ohjelmoidaan jokin oppikurssi, käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen kehitettyä ohjelmointikieltä Coursewriter II¹⁶⁾. Oppikursseja ja opettajakoneen käyttäytymistä ohjelmoiva opettajaryhmä oppii nopeasti käyttämään tätä ohjelmointikieltä, mutta sen sijaan on todettu vaikeaksi itse kurssin ja nimenomaan sen tavan suunnittelu, jolla opetuskone käsittelee oppilaitaan¹⁷⁾. Opettajalta vaaditaan todella hyvää pedagogista ammattitaitoa, jotta hän pystyisi laatimaan tietokoneella esitettävän ohjelman sellaiseksi, että se riittävässä määrin ottaa huomioon eri oppilaiden kyvyt ja on samalla innostava sekä omalla tavallaan persoonallinen opettaja¹⁸⁾.

¹⁴⁾ Ibid.

¹⁵⁾ 18., ss. 1—4

¹⁶⁾ 17., ss. 22—27

¹⁷⁾ 59.

¹⁸⁾ 17., s. 25

C. OHJELMOITU OPPIKIRJA

Ohjelmoitu opetus perustui aluksi käytännön kokeiluissa saavutetuista tuloksista johtuen yksinomaan opetuskoneiden käyttöön, mutta koska kaikki mekaaniset opetuskonejärjestelmät tulivat kalliiksi, tutkittiin mahdollisuuksia esittää ohjelmoitua opintomateriaalia samoja periaatteita noudattavien oppikirjojen avulla.

1. Yleiset periaatteet

Kirjan teksti ohjelmoidaan, jaetaan osioihin ja sijoitetaan kirjaan siten, että seuraavat tehtävät ovat ratkaistavissa niiden taitojen perusteella, joita edellisissä tehtävissä on kehitetty¹⁹⁾. Asteittainen eteneminen järjestetään siten, että uuden opetettavan asian jälkeen seuraa esimerkkejä sovellutuksista sekä tehtäviä, joita opetettava joutuu ratkomaan. Pääosan ajastaan oppilas käyttää tehtävien ratkaisemiseen, vain pieni osa ajasta kuluu lukemiseen. Vastatessaan väärin opetettava selvittää itse kirjan ohjeiden mukaan, miksi hänen tekemänsä ratkaisu oli väärä. Tehtävät annetaan kysymyksinä, valittavina vaihtoehtoina, käytännön suorituksina tai täydennettävänä sana-aukkoina. Tehtävien yhteyteen voidaan merkitä myös ohjeita, mitä kohtia oppilaan on kerrottava aikaisemmin luetusta, ennen kuin hän voi korjata väärän ratkaisunsa. Kirja voidaan laatia myös sellaiseen muotoon, että oppilas voi vaikeatkin tehtävät oikein ratkaistuaan siirtyä useiden osatehtävien yli ja päästä nopeasti kirjan viimeiseen tehtävään, jonka ei tarvitse olla välttämättä kirjan viimeisillä lehdillä. Ohjelmoidut oppikirjat voidaan jakaa ohjelmointitavan mukaan lineaarisiin ja haarautuviin eli sokkelokirjoihin²⁰⁾.

2. Lineaarinen ohjelma kirjan muodossa

Linearisesti ohjelmoitu kirja voi olla joko Pressey- tai Skinner-tyyppinen tai näiden yhdistelmä. Ohjelma esitetään kirjassa vertikaal-

¹⁹⁾ 1., ss. 63—66

²⁰⁾ Ibid.

lisessa tai horisontaalisessa muodossa. Vertikaalisesti järjestetyssä kirjassa ohjelmoidun aiheen askelmat ovat tekstisivulla siten, että oppilas ratkaisee tehtävät edeten sivun yläosasta osatehtävien mukaisessa järjestyksessä alaspäin (A1, A2...). Tehtäväruutujen sivulla ovat oikeat vastaukset, jotka oppilas peittää pahvisuikaleella ²¹⁾.

SIVU 1	oikea vast	SIVU 2	oikea vast	SIVU 3	oikea vast
A1 3×3	= 9	B1 3×3×3	= 27	C1 3 ⁴	= 81
A2 3 ²	= 9	B2 3 ³	= 27	C3 3×3×3×3	= 81
A3 3 ² ×2	= 18	B3 3 ² ×3 ²	= 243	C3 3 ⁵	= 243

Esimerkki lineaarisesti ohjelmoidun oppikirjan vertikaaliseen muotoon rakennetuista sivuista

Kuva 11

Horisontaalisesti järjestetyssä oppikirjassa oppilas lukee ensin sivujen ylimmät tehtäväosat (A1, A2...) edeten kirjan viimeiselle sivulle, jonka jälkeen hän aloittaa lähinnä seuraavien osatehtävien opiskelun (B1, B2...). Voidakseen tietää oikean vastauksen on oppilaan käännettävä sivua, mikä pienentää mahdollisuutta nähdä vastausta liian aikaisin. Eräissä oppikirjoissa ovat pelkät vastaukset kokonaan eri sivulla, mutta yleensä paperin säästämissyistä vastaus on seuraavan tehtäväruudun yhteydessä ²²⁾.

SIVU 1	SIVU 2		SIVU 3				
	oikea vast		oikea vast				
A1 3×3	=	A1 9	A2 3 ²	=	A2 9	A3 3 ² ×2	=
B1 3×3×3	=	B1 27	B2 3 ³	=	B2 27	B3 3 ² ×3 ²	=
C1 3 ⁴	=	C1 81	C2 3×3×3×3	=	C2 81	C3 3 ⁵	=

Esimerkki lineaarisesti ohjelmoidun oppikirjan horisontaaliseen muotoon rakennetuista sivuista ^{22a)}

Kuva 12

²¹⁾ 11., s. 12

²²⁾ 1., ss. 63—70

Ruta 1.12. PROGRAMMERAD LÄROBOK II ("LABYRINTBOKEN")

Huvudprincip:

Uppgiftssidorna i "labyrintboken" presenterar flervalsoalternativ. Eleven hänvisas till olika sidor, beroende på vilket svar han anser vara det riktiga. Har han valt rätt, får han en ny uppgift. Har han valt fel, får han som regel felvalsundervisning och uppmaning att gå tillbaka till den ursprungliga uppgiften och försöka på nytt.

Konkret exempel:

Crowder, N. A. & Martin, G. C.: *Adventures in algebra*.
London: English Univer. Pr., 1962.

Schematisk illustration:

Sida 1	Sida 2	Sida 3																																
Detta är en labyrintbok. Du skall inte läsa sidorna i vanlig ordning. Vänd till sidan 3. Där finns uppgift nr 1.	Nej, $A:2$ är fel. Gå tillbaka till sid. 3	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$A^2 =$</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Välj svar:</td> <td style="width: 50%;">Se sid.:</td> </tr> <tr> <td>$A+A$</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>$A+2$</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>$A \times A$</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>$A:2$</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>	$A^2 =$		Välj svar:	Se sid.:	$A+A$	8	$A+2$	7	$A \times A$	6	$A:2$	2																				
$A^2 =$																																		
Välj svar:	Se sid.:																																	
$A+A$	8																																	
$A+2$	7																																	
$A \times A$	6																																	
$A:2$	2																																	
Sida 4	Sida 5	Sida 6																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Ja, A är rätt!</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nästa uppgift:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">$A^{1/2} =$</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Välj:</td> <td style="width: 50%;">Se sid.:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">\sqrt{A}</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>\sqrt{A}</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> </table>	Ja, A är rätt!		Nästa uppgift:		$A^{1/2} =$		Välj:	Se sid.:	1		\sqrt{A}	10	\sqrt{A}	12	Svaret $A:4$ är felaktigt. Gå tillbaka till sid. 6.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$A^2 = A \times A$</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Du valde rätt!</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nästa uppgift:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">$A:2 + A:2 =$</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Välj:</td> <td style="width: 50%;">Se sid.:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$4A$</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$A:4$</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$1/2A$</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> </table>	$A^2 = A \times A$		Du valde rätt!		Nästa uppgift:		$A:2 + A:2 =$		Välj:	Se sid.:	$4A$	11	$A:4$	5	A	4	$1/2A$	9
Ja, A är rätt!																																		
Nästa uppgift:																																		
$A^{1/2} =$																																		
Välj:	Se sid.:																																	
1																																		
\sqrt{A}	10																																	
\sqrt{A}	12																																	
$A^2 = A \times A$																																		
Du valde rätt!																																		
Nästa uppgift:																																		
$A:2 + A:2 =$																																		
Välj:	Se sid.:																																	
$4A$	11																																	
$A:4$	5																																	
A	4																																	
$1/2A$	9																																	
Sida 7	Sida 8	Anm. Mer ingående förklaringar kan naturligtvis ges i vanliga fall, eftersom man då har en hel sida till sitt förfogande.																																
Nej, $A+2$ är fel. Gå tillbaka till sid. 3.	Nej, A^2 är <i>inte</i> lika med $A+A$ $A+A=2A$ Gå tillbaka till sid. 3.																																	

3. Haarautuva ohjelma kirjan muodossa — ”sokkelokirja”

Ohjelmoiduista oppikirjoista pisimmälle kehitetyin on erilaisia vastausvaihtoehtoja ja sivuhaaroja sisältävä ”sokkelokirja” (scrambled books²³⁾, oordnade bok²⁴⁾). Tässä kirjassa on yleensä vain yksi tehtävä jokaisella kirjan sivulla, mutta opiskelija ei lue kirjaa tavanmukaisessa sivujen numerojärjestyksessä. Ensimmäisellä sivulla esitetään ohjelma ja sen sisältämä informaatio, minkä jälkeen seuraa tähän tietoiainekseen perustuvia vaihtoehtokysymyksiä.

Opiskelijan tehtävänä on valita se vastausvaihtoehto, joka hänen mielestään on oikea ja avata kirjasta vaihtoehdon osoittama sivu. Jos hän on vastannut oikein, hän saa uuden informaation. Vastauksen ollessa väärä tulee lukija sivuhaaran osioon, jossa selvitetään hänen tekemänsä virhe ja käsketään siirtyä takaisin päähaaraa edustavalle kirjan sivulle. Nyt oppilas saa tehdä jälleen uuden yrityksen. Tämä järjestelmä perustuu aikaisemmin esitettyyn Crowderin monivalintatekniikkaan. Järjestelmä pakottaa oppilaan suurempaan aktiivisuuteen kuin tavallinen oppikirja tai edellä esitetyt lineaariset järjestelmät. Lisäksi se vähentää sitä mahdollisuutta, että tehtävät olisivat liian helppoja tai että oppilas pääsisi itseään pettämään katsomaan etukäteen vastauksensa.

D. OPETUSTELEVISIO OHJELMOIDUN OPETUKSEN VALINEENA

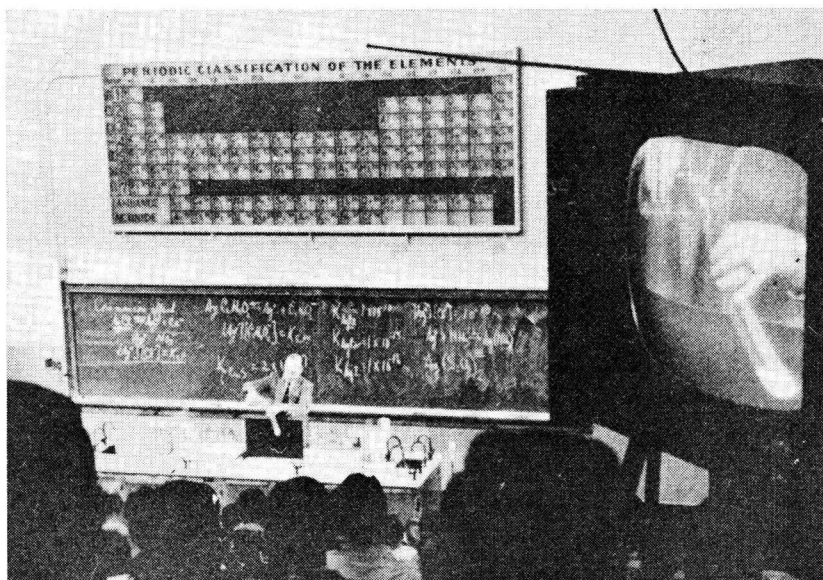
1950-luvun alkupuolella USA:ssa aloitettu televisio-opetus on osoittautunut tehokkaaksi opetusmenetelmäksi ja niinpä vuonna 1962 oli jo 266 amerikkalaisella yliopistolla sisäiset televisiojärjestelmänsä²⁵⁾. USA:sta televisio-opetus levisi nopeasti muihin maihin ja on saavuttanut vankan aseman muun muassa Englannissa, Ranskassa, Sveitsissä ja Japanissa.

^{23a)} Ibid.

²³⁾ 45., ss. 24—30

²⁴⁾ 11., s. 13

²⁵⁾ 29., liite



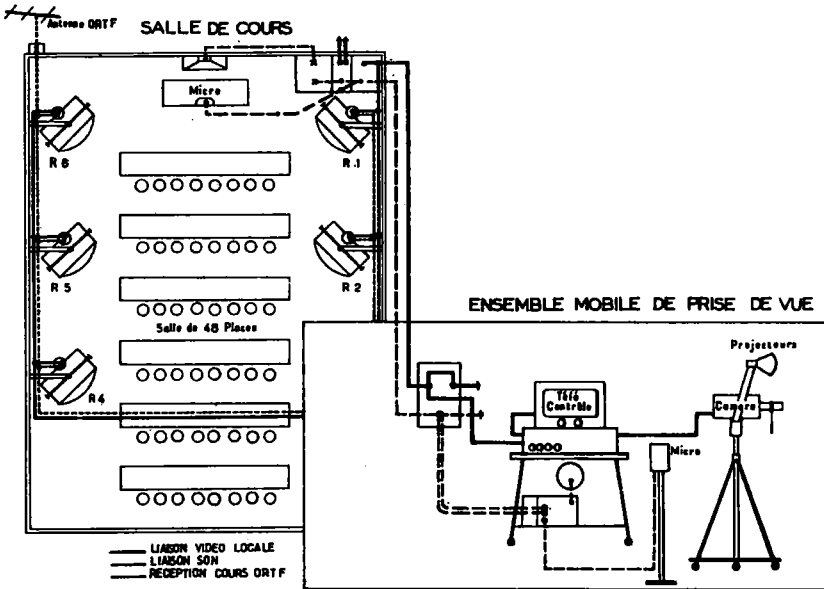
KUVA 14 TV soveltuu hyvin kemian ja fysiikan opetukseen; kaikki näkevät kokeen läheltä

1. Teknillisen järjestelyn periaate

Televisio-ohjelman lähettämässä ja siirtämisessä vastaanottiin käytetään joko suljetun (CCTV = closed circuit television) tai avoimen (OCTV = open circuit television) piirin järjestelmää ²⁰⁾.

Suljetun piirin järjestelmässä ohjelma siirretään vastaanottiin kaapelin välityksellä tai oppilaitoksesta erillään sijaitseviin vastaanottiin mikroaaltolinkillä. Ohjelmaa voidaan seurata vain niillä vastaanottimilla, jotka on kytketty järjestelmän ohjelmansiirtokaapeliin. Ohjelmaa siirrettäessä ei tarvitse luonnollisestikaan varata vapaata jakso-lukua eetteristä, eikä tällaista opetusta päästä häiritsemään muilla televisio-ohjelmilla tai häirintälaitteilla. Luokassa voidaan opetusta

²⁰⁾ 29., liite; 70.



KUVA 15 Ranskalaisen sotakoulun televisiojärjestelmä
(Lähde 21)

seurata tavallisista vastaanottimista tai televisioprojektoreita käytettäessä seinälle heijastetusta suuresta kuvasta ²⁷⁾.

Avoimen piirin järjestelmässä ohjelmaa voi seurata kuka tahansa näkyvyysalueella sijaitsevan vastaanottimen haltija. Avoimen piirin järjestelmällä pyritään tavoittamaan maantieteellisesti hajallaan sijaitsevat suuret oppilasmäärät. Suomessa tällaista opetusjärjestelmää käytetään muun muassa koulutelevisiossa ja television aikuiskasvatuksessa.

2. Television käyttö ohjelmoidussa opetuksessa

Maassamme on tutkittu jo aikaisemmin perusteellisesti television käyttöä opetuksessa. Tutkimuksen tuloksista mainittakoon ”Teknillisen koulutuksen kapasiteetin lisäämiskomitean mietintö 1965:B 66”, jossa

²⁷⁾ Ibid.

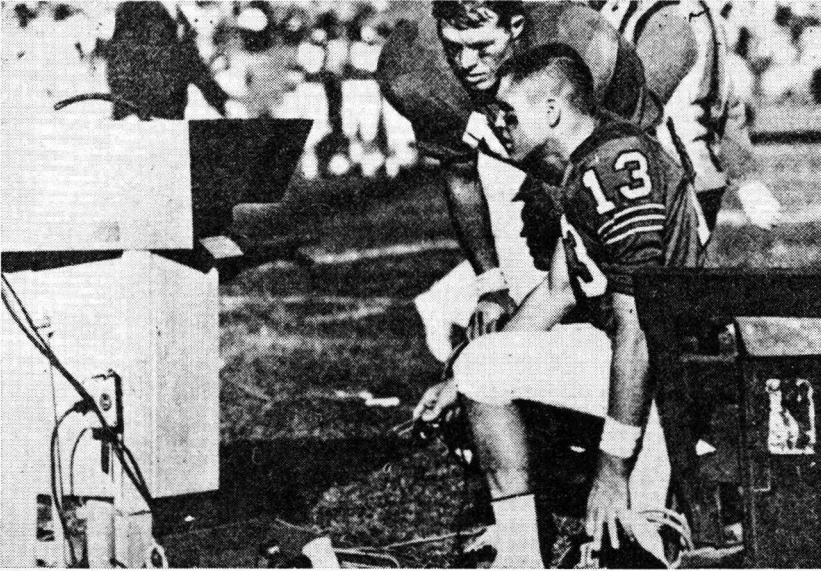
insinööri M. Kaje on esittänyt Pennsylvania State Universityn laajoihin tutkimuksiin perustuvan yleisselvityksen televisio-opetuksesta, sen vaatimista laitteista sekä kustannuksista²⁸⁾). Suljetun piirin televisio-opetus on aloitettu jo muun muassa Helsingin yliopistollisessa keskussairaalassa, Teknillisen korkeakoulun Tampereen sivukorkeakoulussa, IBM:n tietokonekoulutuskeskuksessa ja samanlaisia järjestelyjä suunnitellaan Otaniemen Teknilliseen korkeakouluun ja Oulun yliopisto-alueelle. Tutkimuksissa ei ole selvitetty television käyttömahdollisuuksia ohjelmoidussa opetuksessa eikä nykyisin jo valmiissa suljetun piirin televisiojärjestelmissä ole vielä siirrytty ohjelmoituun opetukseen, vaikka se teknillisesti olisikin täysin mahdollista ja tehostaisi nykyistä opetusta sekä ilmeisesti vähentäisi käyttökustannuksia.

Ohjelmoidun opetuksen antamista varten on muun muassa "International Correspondence Schools" valmistanut suljetun piirin televisiojärjestelmän, joka mahdollistaa ohjelman esittämisenopeuden säätämi-



KUVA 16 TV ilmavoimien koulutusvälineenä; oman tehtävän arvostelu lennon jälkeen

²⁸⁾ 29.



KUVA 17 Ottelun arvostelua TV-nauhalla urheilukentältä

sen sekä takaisinsyötön²⁹⁾. Saksassa ovat monet teollisuus- ja talouslaitokset ohjelmoineet teknillistä henkilökuntaansa ja muita työntekijöitään varten erilaisia kursseja, joiden opettamiseen käytetään televisiotekniikkaa³⁰⁾.

Ohjelma laaditaan televisio-opetusta varten edellä esitettyjä ohjelman laatimisen periaatteita noudattaen. Suomen Televisiossa esitetty, Saksassa valmistettu ja Ruleg-säännön mukaan ohjelmoitu saksan kielien kurssi vuonna 1968 oli eräs käytännön esimerkki television sopivuudesta ohjelmoituun opetukseen. Ohjelma voidaan laatia joko massaopetusta, ryhmätyöskentelyä tai yksilöopetusta varten. Suljetun piirin televisio-opetuksessa lienee sotilaskoulutuksessa edullisinta juuri ryhmäopetuksen antaminen. Opetus tapahtuu seuraavassa järjestyksessä:³¹⁾

²⁹⁾ 11., ss. 15—17

³⁰⁾ 67., 23.

³¹⁾ 23.

- ohjelman esittely, kertaus ja perustietoaineksen esittäminen,
- osatehtävän antaminen, ensimmäinen osio,
- tehtävän ratkaisu ryhmätyönä,
- vastauksen ilmoittaminen,
- oikean ratkaisun esittäminen (feedback),
- uusi tehtäväosa jne.

Ohjelma voi olla joko kokonaan tai osittain nauhoitettu riippuen opetetavan aineen luonteesta. Kontakti opettajan ja oppilaiden välillä voidaan järjestää mikrofonin, merkkilamppujen tai halpojen, luentosaleihin kiinteästi asennettujen televisiokameroiden avulla. Oppilasmäärän noustessa hyvin suureksi on kysymysten esittäminen opettajalle mahdollonta silloinkin, kun ohjelmaa ei ole etukäteen nauhoitettu, mutta tämä epäkohta on poistettavissa luentoassistentteilla, jotka seuraavat opetusta ryhmänsä mukana ja osallistuvat ryhmän puitteissa käytävään keskusteluun.

Televisio ei ole aito ohelmoidun opetusaineksen esittämisväline, mutta sitä voidaan käyttää ohjelmoidussa opetuksessa apuvälineenä. Se on nähtävä välineenä muiden opetusvälineiden joukossa ja sitä on valmistauduttava käyttämään mahdollisimman monipuolisesti — myös ohjelmoituun opetukseen liittyvänä apuvälineenä.

E. KIELISTUDIO ELI KIELILABORATORIO ELI HARJOITUSSTUDIO

Kielistudioiden käyttö sotilaskoulutuksessa sai alkunsa USA:ssa toisen maailmansodan aikana, jolloin amerikkalaiset ryhtyivät käyttämään niitä tehokkaasti upseereitten vieraitten kielten pikakursseilla. Lukuvuonna 1957—58 oli USA:n kouluissa noin 300 kielistudiota, vuonna 1961 noin 3 000 ja vuonna 1963 oli niiden lukumäärä kohonnut jo noin 10 000:een ²²⁾.

²²⁾ 10.

Suomessa on varovaisen alun jälkeen jo useita kielistudioita erilaisten koulujen käytössä. Puolustusvoimissamme oli vuonna 1969 kielistudio vain Kadettikoulussa. Tätä on käytetty sekä kielen että taktiikan ja johtamistaidon opetukseen ja saadut kokemukset ovat olleet myönteisiä.

Kielistudio-nimitys (The language laboratory) johtuu sen alkuperäisestä käyttötarkoituksesta ja on harhaanjohtava, sillä monipuolisen laitteistonsa johdosta se sopii moneen muuhun luokassa annettavaan opetukseen. Harjoitusstudio olisi paremmin käyttöä vastaava nimitys.

1. Kielistudion varustus ja studiotyypit

Kielistudiossa on opettaja-asema sekä keskikokaisen luokan oppilasmäärää vastaavasti oppilasasemia.

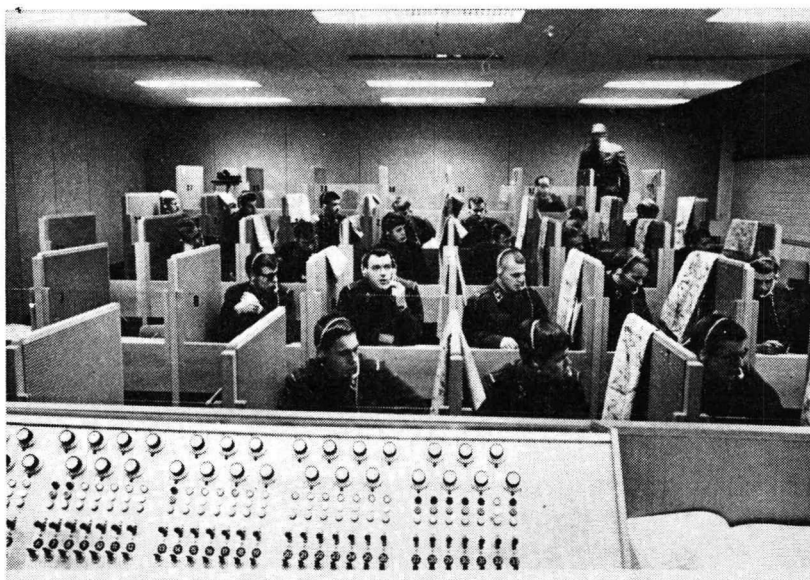
USA:ssa käytetään neljää eri tyyppiä olevia oppilasasemia: "audio-passive", "audio-active", "audio-active-comparative simplex" ja "audio-active-comparative duplex" ⁸⁸⁾).

"Audio-passive"-järjestelmän oppilasasemassa oppilaalla on ainoastaan kuulokkeet, joilla hän voi kuunnella opettaja-asemasta syötettyä ohjelmaa. Tämän järjestelmän ainoana etuna on se, että opettaja voi lähettää yhtäaikaan erilaista ohjelmaa eri oppilasryhmille.

"Audio-active"-järjestelmässä oppilaalla on kuulokkeet ja mikrofonit. Hän voi siis kuunnella syötettyä ohjelmaa, ratkaista omatoimisesti tehtävät ja vastata kysymyksiin.

Kolmannessa eli "audio-comparative simplex"-järjestelmässä oppilasasemassa on kuulokkeen ja mikrofonin lisäksi magnetofonilaite. Tällöin oppilas voi opiskella joko opetusasemasta syötettyä ohjelmaa tai työskennellä omalla magnetofonillaan. Hänellä on mahdollisuus vastata annettuihin kysymyksiin, kuunnella oikea vastaus ja vertailla omaa vastaustaan malliääntämiseen. Tämä järjestelmä on nykyään yleisin kouluissa käytetyistä järjestelmistä ja sopinee monipuolisten käyttömahdollisuuksiensa perusteella parhaiten sotakoulujen käyttöön (kuva 18).

⁸⁸⁾ Ibid.



KUVA 18 Kadetteja taktiikan tunnilla harjoitusstudiossa. Tilanne annetaan kelmuheijastimella, kaikki antavat käskyn, nauhalta kuullaan mallikäsky

"Audio-comparative-duplex"-järjestelmä on kirjastoperiaatteella toimiva yliopistoissa käytetty studiotyyppi. Opiskelijalla on mahdollisuus noutaa arkistosta kahdella uralla varustettuja ääninauhoja, joitten avulla hän voi kuunnella äänitettyä ohjelmaa, puhua sekä verrata omaa suoritustaan nauhalla olevaan äänitykseen. Oppilas ottaa opettajaan yhteyttä vain kysyessään neuvoa tai täydentävää lähdekirjallisuutta.

Opettaja-asemassa on kranaatinheittimistössä käytettävää kompaniaupseerin keskusvaihdetta muistuttava studiopöytä, jonka kääntöavaimilla saadaan yhteys oppilasasemaan tai tarvittaessa yhteiskytkenä kaikkiin oppilasasemiin. Studiopöydällä on lisäksi magnetofoni, kuulokkeet ja mikrofoni. Opettaja voi käyttää opetuksessaan myös kelmuheijastinta, rainakuvia, esittää filmejä sekä käyttää muita nykyaikaisia audiovisuaalisia opetusvälineitä.

2. Kielistudio ohjelmoidussa opetuksessa

Kielistudion tehokkuus on hyvin paljon riippuvainen sen varustuksesta, mutta ratkaisevampaa on kuitenkin, että opettaja osaa laitteistonsa käytön sekä teknillisesti että myös opetusopillisessa mielessä. Kielistudiossa opettajalla on mahdollisuus kopioida valmiiksi nauhoitettuja ohjelmia oppilasaseman magnetofonille tai määrätuille oppilasryhmille heidän taitojensa mukaan tai nauhoittaa haluamiaan kohtia jonkun oppilaan harjoituksesta testinauhurin avulla. Tarvittaessa opettaja voi keskustella kahden kesken jonkun oppilaan tai oppilasryhmän kanssa tai järjestää kaikki oppilaat yhteiskytkenän avulla konventionaaliseksi opetusryhmäksi. Nauhurit syöttävät ohjelman opetettavien kuulokkeisiin, mutta opettaja voi pysäyttää nauhurit kertausta, keskustelua tai osatehtävien jakamista varten.

Oppilaalla on mahdollisuus samanaikaisesti, kun hän kuuntelee opetusta, nauhoittaa sitä omalle nauhurilleen. Hän voi myös nauhoittaa oman vastauksensa tai antamansa käskyn nauhan toiselle uralle, verrata omaa vastaustaan kuulemaansa mallisuoritukseen tai kutsua opettajaa ja keskustella hänen kanssaan kuulokkeen ja mikrofoniin välityksellä. Oppitunnin aikana kaikki työskentelevät omatoimisesti häiritsemättä toisiaan.

Vaikka kielistudioissa ei Suomessa yleensä opetetakaan ohjelmoidun opetuksen avulla, olisi kuitenkin esimerkiksi Skinner-tyyppisten ohjelmien käyttö niissä täysin mahdollista. Tällöin oppilaalle esitetään ohjelma ja sen sisältämä informaatio, annetaan ongelma, oppilas vastaa tehtävään, tarkistaa tietonsa tulokset ja jatkaa seuraavaan tehtävään noudattaen hänelle parhaiten sopivaa oppimismenopeutta. Kielistudioita käytettäessä tehtävät esitetään suullisesti tai nauhalta ja oppilaalle annetaan vastaamiseen tarvittava aika. Oppilaan vastauksen jälkeen annetaan oikea vastaus, mallikäsky tai kieltenopetuksessa opetettavalla kielellä annettu vastaus. Jos oppilailla on jokaisella käytössään oma nauha tai käytetään nauhakirjastoa eli "audio-active-comparative duplex"-järjestelmää, voi jokainen opiskelija myös noudattaa hänelle soveltuvaan opiskelunopeutta.

Kielistudioita voidaan edullisesti käyttää myös erilaisten kontrollikokeiden järjestämiseen varustamalla oppilasasemat yksinkertaisilla

vastauslaitteilla ja opettaja-asema vastausindikaattorilla. Vastauslaitteessa on koskettimia eri vastausvaihtoehtoja varten sekä eriväriset lamput vääriä ja oikeita vastauksia varten. Opettajan ilmaisimessa on vastaavat lamput jokaista opetettavaa varten sekä ryhmävastausilmaisim, joka antaa opettajalle prosenttiluvun koko luokan vastauksista ⁸⁴).

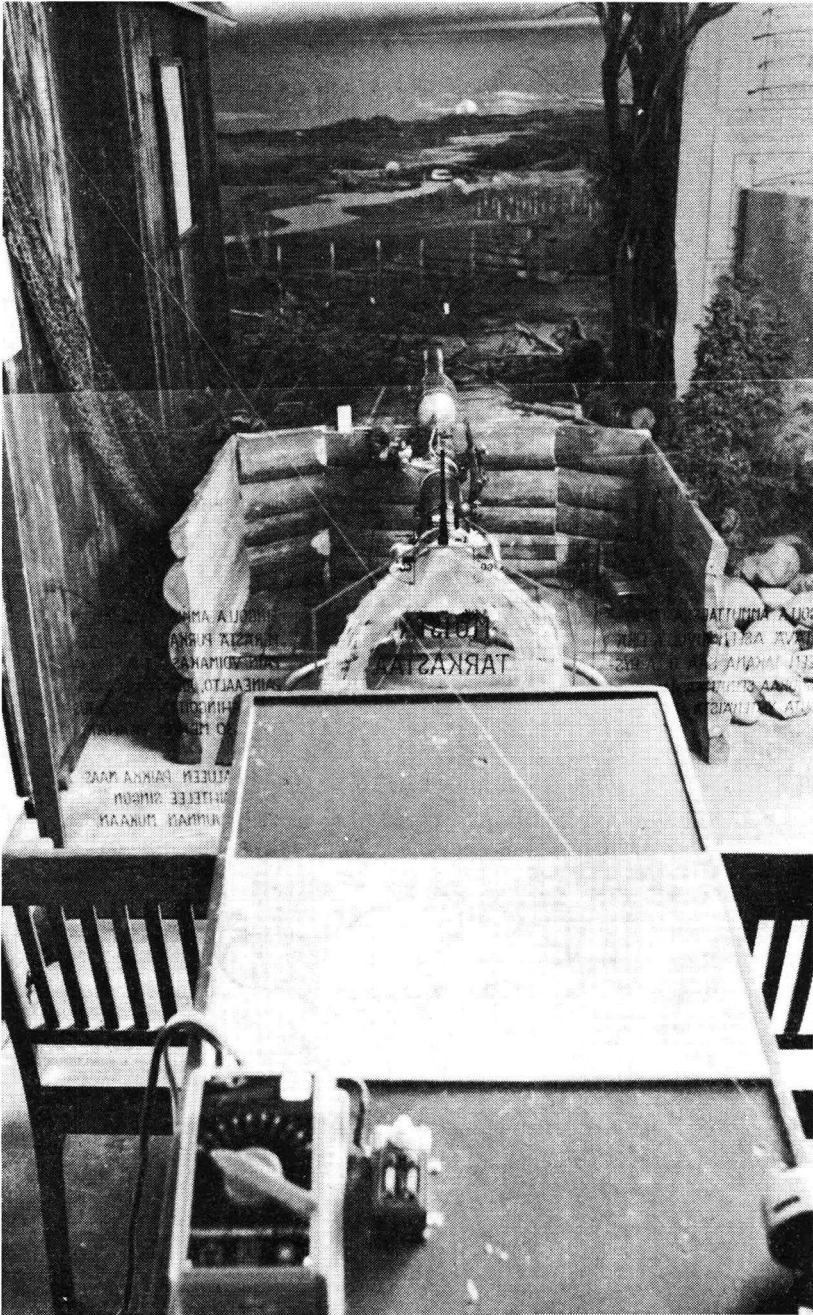
F. SIMULAATTORIT

Simulaattorit ovat laitteita, joilla jäljitellään tilanteita. Ohjelmoituilla simulaattoreilla tarkoitetaan mekaanisia laitteita ja maastoon tai koulutussaleihin rakennettuja harjoitusratoja, joilla koulutettavat voivat harjoitella etukäteen valmistetun ohjelman mukaan ilman kouluttajan opastustakin. Ohjelman osio on tällöin osa tilanteesta, tehtävät annetaan käskyinä ja tieto suorituksen laadusta saadaan maalilaitteiden tai ilmaisimien avulla. Simulaattoreilla voidaan antaa joko yksilökoulutusta tai niitä voidaan käyttää niin sanottuun sosiaalisimulointiin eli yhteistyön jäljittelyyn.

Tilanteen jäljittelyssä on kaksi psykologisesti ratkaisevaa seikkaa: aitouden tuntu ja ohjelmointi. Aitouden ei tarvitse perustua pikkupiirteittäin yksityiskohtaiseen kuvaamiseen, vaan jäljittelyssä on tärkeintä olennaisen, usein visuaalisen, mielikuvan hahmottuminen. Simulaattoreilla voidaan jäljitellä hyvinkin mutkikkaita tilanteita, mutta ohjelmoinnin on oltava vähitellen vaikeutuvaa, sillä epäonnistumisten toistuessa aloittelija ei hallitse tilanteita ja hänen oppimisensa hidastuu.

Simulaattoreilla tapahtuvaa koulutusta käytetään sellaisilla aloilla, missä vaativan työtilanteen hallitsemista ei kannata opettaa kallishintaisilla työkoneilla ja missä työ saattaisi tottumattomalle muodostua vaaralliseksi. Ohjelmoidun simuloinnin avulla opitaan ensin välineistön toimintaperiaatteet ja käsittely sekä tilannetekijät ennen käytännön harjoittelua. Taisteluakin on ensin harjoiteltava käytännön tilanteissa, joissa toiminnoista huomattava osa on todellisuutta vastaavaa. Harjoittelu oikealla välineellä ei ole aina kannattavaa eikä mahdollistakaan. Esimerkiksi mittarilennon, tutkamittauksen ja ohjusam-

⁸⁴) 1., ss. 120—123



KUVA 19 Sinko sisäämpumaradalla. Takana on simuloitu maalielu ja edessä ohjauspöytä (Kadettikoulu)

munnan käytännön harjoituksissa ilmenee jo monia taloudellisia vaikeuksia.

Ohjelmoiduilla simulaattoreilla koulutettaessa säästetään kalliita taisteluvälineitä, aktiiviseen harjoitteluun saadaan enemmän aikaa, tapaturmien määrä pienenee, suorituksia voidaan paremmin valvoa ja tilanteet saadaan vähitellen vaikeutuviksi. Simulaattorit vapauttavat kouluttajia muihin tehtäviin ja niiden avulla voidaan kouluttaa vuorokaudessa suurempia määriä kuin elävän opettajan avulla.

IV OHJELMOIDUN OPETUKSEN SOPIVUUS SOTILASKOULUTUKSEEN

A. OHJELMOIDUN OPETUKSEN ASEMA ERAIDEN MAIDEN SOTILASKOULUTUKSESSA

1. Yhdysvallat ja Englanti

Ohjelmoidun opetuksen kotimaassa USA:ssa on tämän opetusmenetelmän käytöstä sotilaskoulutuksessa jo varsin pitkäaikaiset ja arvokkaat käytännön kokemukset. Amerikan armeijan tutkimuskeskuksessa on työskennelty ohjelmoidun opetuksen kysymysten parissa jo toistakymmentä vuotta kiinteässä yhteistoiminnassa yliopistojen sekä teollisuuslaitosten kanssa¹⁾). Menetelmää käytettiin ensiksi ilmavoimissa, ja opetus tapahtui pääasiassa Crowderin järjestelmää noudattavien opetuskoneiden avulla²⁾). Nykyisin ohjelmoidun opetuksen tutkimustyö ja käyttö ovat ulottuneet jo sotilaskoulutuksen eri aloille³⁾). Hallitsevana piirteenä amerikkalaisessa ohjelmoidussa opetuksessa on siviili- ja sotilasopetusasiantuntijoiden yhteistyö sekä etenkin ilmavoimissa ja laivastossa opetuskoneitten ja tietokoneohjatun opetuksen käyttö. Käytettävissä olevan lähdeaineiston perusteella voidaan todeta,

¹⁾ 20.

²⁾ 33., s. 44; 59.

³⁾ 33., 53., 54. ja 66.

että tutkimusten tulokset tältä alalta ovat vielä koordinoimatta ja siinä määrin siviilitutkimuksiin liittyviä, että on vaikeaa löytää niistä suomalaista sotilaskoulutusta välittömästi hyödyttäviä tuloksia. Oikotie amerikkalaisten tutkimusten tuloksiin löytynee Englannista, jossa ohjelmoidun opetuksen tutkimustyö on aloitettu vastaavien amerikkalaisten tulosten pohjalta ja jossa alusta alkaen on kiinnitetty huomiota ulkomailla ja oman maan puolustushaaroissa tapahtuvan tutkimustyön koordinointiin ⁴⁾).

2. Neuvostoliitto

Neuvostoliitossa aloitettiin ohjelmoidun opetuksen tutkimustyö 1960-luvun alussa. Vuonna 1961 oli professori Skinner tutustuttamassa venäläisiä tiedemiehiä uusiin menetelmiinsä sekä tekemässä selkoa saamistaan kokemuksista ⁵⁾). Ohjelmoidun opetuksen avulla nähdään Neuvostoliitossa voitavan tehostaa kvantitatiivisesti ja kvalitatiivisesti lisääntyneiden oppiaineiden opetusta sekä ennenkaikkea yhtenäistää maan laajaa opetustoimintaa ⁶⁾). Ohjelmoitua opetusta pidetään uutena opetusmenetelmänä, joka on liitettävä joustavasti muihin traditionaaliisiin opetusmenetelmiin ⁷⁾). NL:ssa korostetaan enemmän kuin USA:ssa opettajan osuutta ohjelman laatijana ja ennen kaikkea ohjelman avulla tapahtuvan opetuksen valvojana. Opetuksessa korostetaan psykofyysisten tietojen hyväksikäyttöä, "aistiymmärrystä" ⁸⁾). Oppimisessa on pyrittävä maksimituloksiin, mutta opiskelijan väsymyksen estämiseksi on ohjelmiin laadittu oppimista säännösteleviä aikataulukkoja. Opetus tapahtuu sekä ohjelmoitujen oppikirjojen että erilaisten opetuskoneitten avulla, joita nykyisin on jo noin 300 erilaista mallia ⁹⁾). Lukumäärä sisältänee myös audiovisuaalisia välineitä, joita ei muualla yleensä pidetä varsinaisina opetuskoneina. Tiedot ohjelmoidun opetuksen käytöstä sotilaskoulutuksessa perustuvat niukkohon lehtitietoihin, mutta niiden

⁴⁾ 14., s. 3

⁵⁾ 20.

⁶⁾ 16.

⁷⁾ 40.

⁸⁾ Ibid.

⁹⁾ Ibid.

perusteella voidaan kuitenkin todeta, että tätä menetelmää sovelletaan jo muun muassa upseereiden palveluksen ulkopuolella tapahtuvassa itseopiskelussa, ilmavoimissa sekä monimutkaisten elektronisten laitteiden käyttöön tarvittavan henkilöstön koulutuksessa.

3. Länsi-Saksa

Länsi-Saksassa ohjelmoitu opetus aloitettiin vuonna 1966 HAWK-ilmatorjuntaohjusjoukoissa, joilla rauhanaikaisen koulutustehtävän lisäksi on jatkuva toimintavalmiustehtävä¹⁰⁾. Koulutettavat otetaan palvelukseen 3 kuukauden väliajoin, ja jokainen saapumiserä saa noin 6 viikkoa kestävä peruskoulutuksen koulutuskeskuksessa. Koulutus tapahtuu pelkästään ohjelmoidun opetuksen avulla jakautuen yleis- ja erikoiskoulutukseen. Tärkein ohjelman esittämism väline on ohjelmoitu kirja siihen liittyvine kuvineen, mutta lisäksi käytetään myös erilaisia havaintovälineitä ja simulaattoreita. Opiskelu alkaa yksilöopetuksen periaattein kunkin opetettavan omaa oppimism nopeutta noudattaen ja jatkuu ryhmäkohtaisena opetuksena opetuselokuvien ja harjoitustehtävien avulla. Jokaisen viikon lopulla on monivalintajärjestelmään perustuva kertaus, jonka yhteydessä mitataan kunkin oppilaan tulokset. Tätä menetelmää käyttäen on saavutettu annetut opetustavoitteet ja koulutettavat on voitu siirtää koulutuskeskuksesta suoraan ohjusasemiin¹¹⁾.

4. Ranska

Ranskassa aloitettiin ohjelmoidun opetuksen tutkimustyö noin viisi vuotta sitten ilmavoimien tutkimuskeskuksessa (Centre d'Etudes et Recherches Psychologiques de l'Armée de l'Air)¹²⁾. Nykyisin menetelmää käytetään merivoimissa sekä useissa ilmavoimien kouluissa, joissa sen avulla opetetaan muun muassa matematiikkaa, kieliä ja viestitekniikkaa sekä annetaan ohjaaja- ja lennonjohtokoulutusta¹³⁾. Yleisimpiä

¹⁰⁾ 19.

¹¹⁾ Ibid.

¹²⁾ 28; 64.

¹³⁾ Ibid.

ohjelman esittämismuunnos ovat Auto Tutor Mark II sekä sen yksinkertaisempi muunnos. Tutkimuskeskuksen johtajan, eversti De Brissinin käsityksen mukaan ohjelmoitu opetus on tehokasta; muun muassa ilmavoimissa tullaan ohjelmoitun opetuksen alalla siirtymään yhä enemmän tietokoneohjattuun opetukseen, mutta se ei voi koskaan korvata normaalia opetusta.

5. Ruotsi

Ruotsin kouluhallitus määräsi jo vuonna 1961 tutkimusryhmän selvittämään ohjelmoitun opintomateriaalin ja opetuskoneiden käyttöä. Tutkimukset aloitettiin välittömästi Tukholman ja Göteborgin yliopistoissa ja käytännön kokeilut opetuskoneilla ja koeohjelmilla Valtion Kokeilukoulussa Linköpingissä lukuvuosina 1962—63¹⁴⁾. Tutkimustyöhön osallistui alusta alkaen myös sotilasopetusalan asiantuntijoita, ja tuskin missään muussa maassa on yliopistojen ja sotilaskoulutuksesta vastaavien henkilöiden yhteistoiminta ollut tällä alalla niin tiivistä kuin Ruotsissa. Ohjelmoitua opetusta kokeiltiin ensin Uppsalan viestikoulussa ja muutama vuosi sitten kokeilut aloitettiin rannikkotyökistön päällystökoulussa (KA 4) Göteborgissa¹⁵⁾. Pääesikunnan koulutusosaston, Tukholman Yliopiston ja Sotilaspsykologisen laitoksen yhteisvoimin on aloitettu ohjelmointihenkilöstön koulutus ja valmistettu muutamia kokeiluohjelmia¹⁶⁾. KA 4:ssä käytetään ohjelmoitua opetusta muun muassa tulenjohtokoulutuksessa, ase- ja ampumakoulutuksessa, viestitekniikassa ja suunnistuksessa. Ohjelmia on kokeiltu vuonna 1966 myös kertausharjoituksissa, jolloin reserviläisten koulutus voitiin aloittaa jo joukkojen varustamisvaiheessa¹⁷⁾. Erityistä huomiota on Ruotsissa kiinnitetty ääninauhakoulutukseen, jossa ohjelma välitetään opettaville joko kuulokkeiden tai kenttäkaiuttimien välityksellä. Ruotsin sotilaskoulutuksessa on ohjelmoitun opetuksen käyttö hyvin joustavaa, voidaan puhua eräänlaisten sekamenetelmien käytöstä, mutta tätä linjaa on noudatettu tarkoituksellisesti käytännön vaatimuksia noudattaen¹⁸⁾.

¹⁴⁾ 33. ss. 13—14

¹⁵⁾ 24.

¹⁶⁾ 25.

¹⁷⁾ 24.

¹⁸⁾ Ibid.

B. TUTKIMUKSISTA JA KOKEILUISTA SAATUJEN TULOSTEN TARKASTELUA

Ohjelmoituun opetukseen kohdistuneiden tutkimusten tulokset ovat eräiltä osin hyvin ristiriitaisia. Eräinä syinä mainittakoon, että tutkimuksissa ei ole käytettävissä täydellistä opetuksen teoriaa, vertailevissa kokeissa eivät ohjelmoituun opetukseen verrattavat standardit, kuten konventionaalinen opetus, ole selvästi määriteltyjä ja oppimistulosten mittaaminen on vaikeaa. Seuraavassa esitetään vain yhteenvedonmaisesti muutamia tuloksia, joiden kohdalla on yleensä päädytty yhtäpitäviin toteamuksiin.

Arvioitaessa ohjelmoidun opintomateriaalin käyttömahdollisuuksia joudutaan kiinnittämään huomiota aluksi siihen, kuinka tehokasta ohjelmoitu opetus on verrattuna konventionaaliseen opetukseen. Useat kokeet ovat osoittaneet, että ohjelmoidun materiaalin avulla on mahdollista saada aikaan vähintään yhtä hyviä tuloksia kuin perinnäisin menetelmin¹⁹⁾. Eräänä esimerkkinä esitetään seuraavassa taulukossa Harvard Busines Review-lehden (toukokuu 1964) kokoamia amerikkalaisten yhtiöiden kokeilutuloksia.

Yhtiö	IBM	Schering	Du Pont	Bell Laboratories
Oppiaines	7070-tietokonekurssi	Ihotauti- ja mycologia farmas	Teknillisten piirrosten luku huoltomek	Sähköopin perusteet
Oppilaat	ylilopp			teknikoita
Konvent opetus	86,2	60,1	81,2	64,9*) 47,5**)
Ohjelmoitu opetus	95,1	91,9	91,2	76,8*) 66,4**)
Suorituskyvyn parannus %	10	53	12	18*) 40**)

Taulukko 3

*) faktatietojen hallinta **) teorian hallinta

¹⁹⁾ 8., s. 82; 14., ss. 21—45; 33., ss. 87—92

Puhuttaessa opetuksen tehokkuudesta on luonnollisesti otettava huomioon myös opetukseen käytetty aika. Erityisesti teollisuuslaitokset ovat kiinnittäneet tähän seikkaan huomiota, koska yrityksen henkilökuntaa koulutettaessa opetettavat ovat tuntien aikana poissa tuottavasta työstä. Englannin merivoimien kokeiluissa ajan voitto oli ohjelmoidun opetuksen avulla jopa 50 % ²⁰⁾, ja edellä mainitun lehden laatiman taulukon mukaan amerikkalaisten yhtiöiden kokeiluissa päädyttiin seuraaviin tuloksiin:

Yhtiö	IBM	Du Pont	Du Pont
Oppiaines	7070-tietokonekurssi	Teknillisten piirrosten luku	analogiakooneella laskeinta
Oppilaat Konvent opetus (h)	yliopp	huoltomek	insinöörejä
Ohjelmoitu opetus (h)	15	17	40
Ajan voitto %	11	12,8	11
	27	25	72

Taulukko 4

Edelleen on todettu, että

- menetelmä motivoi oppilasta aluksi, mutta jatkuva työskentely pelkästään ohjelmoidun materiaalin avulla voi laskea opiskelut motivaatiota ²¹⁾,
- menetelmää olisi käytettävä vain eräänä työmuotona muiden ohella, jolloin 15—30 minuutin oppihetket ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi ²²⁾, sekä, että
- ohjelmoitu kirja ja opetuskone ovat teholtaan samantapaiset ²³⁾.

²⁰⁾ 14., ss. 21—45

²¹⁾ 8., s. 81; 33., s. 108

²²⁾ 14., ss. 21—45

²³⁾ Ibid.

YHDISTELMA

Kysymys ohjelmoidun opetuksen käytöstä Suomessa on vielä akateeminen ja tästä syystä saattaa kouluhallituksen tulevaisuudessa julkaisema ohjelmoidun opetuksen määritelmä poiketa jossakin määrin tässä työssä esitetystä määritelmästä sekä ohjelmoidulle opetukselle annetuista tunnusmerkeistä. Sotilaskoulutuksessa ei kuitenkaan liene syytä odottaa siviilipiireissä tapahtuvaa kehitystä, vaan on pyrittävä mahdollisimman nopeasti käyttämään hyväksi muissa maissa saatuja tutkimusten tuloksia. Määritelmien ja käsitteiden tutkiminen ei ole sotilaskoulutuksessa tärkeintä. Kuitenkin nykyisin tämän alan koulutus ja kasvatustieteet liittyvät niin läheisesti muun yhteiskunnan alueella tapahtuvaan koulutukseen, että yhteistyö yliopistojen ja muiden siviiliopeutusta tutkivien laitosten kanssa on entisestään korostunut ja tämä edellyttää myös yhteisen kielen ymmärtämistä opetusalailla. Ohjelmoidun opetuksen käytössä on tunnettava sen muualla hyväksytyt periaatteet, mutta sotilaskoulutuksessa voitaneen hyväksyä myös linja, joka ei tarkoita noudattaa tämän menetelmän akateemisia vaatimuksia. Tällöin on ohjelmoitua opetusta sotilaskoulutukseen sovellettaessa otettava huomioon muun muassa, mitä mahdollisuuksia on yhdistää kyseistä menetelmää heijastinkoneiden ja ryhmätyöskentelyn käyttöön.

Ohjelmoitu opetus on vain eräs menetelmä eikä opetuskoneineen ja tietokonein suoritettuine ohjauksineen mikään nykyistä opetustoimintaa perinpohjin muuttava keksintö, joka korvaisi elävät opettajat ja aiheuttaisi luopumista traditionaalisista menetelmistä. Menetelmän huomattavimpana puolena on mahdollisuus saada yksityisopettajajärjestelmän edut samanaikaisesti hyödyttämään usean oppilaan opintoja; se vapauttaa sotilaskouluttajia johtamis- ja kasvatustehtäviin ja tehostaa eriytyvää koulutusta. Ohjelmoidulla opetuksella on myös varjopuolensa: opettajan ja oppilaan välinen inhimillinen kosketus vähenee, opetus on kaavamaisista, oppilas on sidottu ohjelmaan, ohjelmien laatiminen vaatii melkoisten asiantuntijaryhmien yhteistyötä, on suuritöistä ja kallista.

Ohjelmoidulla opetuksella, joka on koulutusteknologian apuväline, saavutetaan lisäksi eräitä piileviä, koulutusta tehostavia etuja. Opetusteknologian tavoiteanalyysi antaa tulokseksi tiedon, mitä opetuskohteita

on ohjelmoitava ja ohjelman tavoiteanalyysissä selvitetään, mitä opettavien on opittava. Näin joudutaan yhtenäistämään eri asteilla tapahtuvaa oppilaiden opettamista ja määrittelemään nykyistä tarkemmin niiden opetustavoitteet. Opetustavoitteiden määrittelyn yhteydessä joudutaan selvittämään myös, millaiseen koulutustasoon on päästävä. Nykyisin ei liene tarkkaa mitta, jolla mitattaisiin hyvin tai huonosti koulutetun joukon taisteluarvoa. Ei ole mitään syytä epäillä, etteivätkö käytössä olevat arvostelumenetelmät olisi riittäviä, mutta ohjelmien valmistamisen tarpeen vuoksi voitaneen suhtautua kriittisesti eräisiin, muun muassa johtamistaidon arviointimenetelmiin.

Ohjelmoidun opetuksen mahdollisuuksiin suhtaudutaan muualla hyvin optimistisesti. Yhdysvalloissa, Englannissa ja Neuvostoliitossa käytetään huomattavasti varoja ohjelmoidun opetuksen suunnitteluun, käyttömahdollisuuksien tutkimiseen ja laitteiden hankintoihin. Suomessa ei tämän alan kehityksen jälkeenyjääminen johtune siitä, että ohjelmoidun opetuksen mahdollisuuksia aliarvioitaisiin, vaan osasyynä lienee alan uutuus, hyvän ohjelmoidun materiaalin laadinnan monimutkaisuus sekä se, että ohjelmien toimittajat ja käyttäjät eivät meillä vielä hallitse tekniikkaa.

LAHTEET

Kirjallisuus

- Bjerstedt, A
Undervisningsmaskiner, språklaboratorier och gruppdynamisk kartläggning, Lund Gleerups, 1965
- Bjerstedt, A
Undervisningsprogrammering och utvärdering, Tukholma, Bonniers, 1965
- Frank, H
Kybernetik, Brücke zwischen den Wissenschaften, Frankfurt am Main, Umschau Verlag, 1966
- Heinonen, V
Oppimisen psykologia opetustyössä, Jyväskylä, Oy Keskisuomalainen, 1966
- Husen, T
Pedagogisk psykologi, Tukholma, Norstedt, 1962
- Husen—Koskenniemi
Johdatus psykologiaan, Helsinki, Otava, 1965

- Kay, H—Dodd, B—Sime, M
Teaching Machines and Programmed Instruction, Lontoo, Richard Clay, 1968
- Koskenniemi, M
Opetuksen teorian perusaineksia, Helsinki, Otava, 1968
- Rostunow, I
Programmimirovanhoje obucenije i obucajuscije masiny (lyhennelmä), Kiev, Izdatelstvo Technika, 1967
- Stack, E M
The language laboratory and modern language teaching, New York, Oxford University, 1960
- Stiernbord, M
Introduktion till programmerad undervisning Arméstabens utbildningsavdelning och pedagogiska institutionen vid Stockholms Universitet, 1966
- Unesco
L'enseignement programmé un répertoire international Pariisi, Unesco, 1967
- Vogt, H-H
Der Nürnberger Trichter, Stuttgart, Kosmos, 1966
- Wallis, D—Duncan, K—Knight, N
Programmed instruction in the British Armed Forces A Report on Research and Development, Lontoo, Her Majestys Stationery Office, 1966
- Aikakauslehdet**
- Dougal, M
Some practical thoughts on teaching machines and programmed instruction, Reprinted from The Science Teacher n:o 7/1966
- INFA
(Centre de Documentation sur l'Enseignement Programmé, Paris)
L'enseignement programmé dans le monde, L'Enseignement Programmé n:o 2/1968
- Kaje, M
Tietokone opettajana, Tekniikan maailma n:o 15/1967
- Kaje, M
Tehokasta ATK-peruskoulutusta opettajana Auto Tutor Mark II, Tietokone n:o 1/1966
- Koppe, J
Das Ausbildungszentrum eines Fla-Rak-Regiments (HAWK), Truppenpraxis n:o 1/1968
- Kluss, H
Programmiertes Lernen und militärische Ausbildung, Wehrkunde n:o 2—3/1967
- Nizart, M
Television en circuit fermé et instruction, L'Armée n:o 64/1967
- Robinson, J
Educating the booming community, Engineering News 4, and 11./1965 (valokoplot)
- Stadlin, A
Programmierter Unterricht und Lehrmaschinen, Neue Züricher Zeitung 22. 6. 1968
- Uby, H
Programmerad undervisning och närbesläktade undervisningsmetoder vid KA, Kustartilleriet n:o 1/1967

Tutkimustyöt, mietinnöt ja muistiot

- Arméstabens utbildningsavdelning och Pedagogiska institutionen vid Stockholms Universitet Rapport n:o 4, Utbildning av värnpliktiga utbildningsprogrammerare, 1966
- Brisson—Bremmond
Pilotage militaire et Psychologie expérimentale Forces Aériennes Françaises, 1966
- Heikkurinen, T
Kieli, PHI-käsitteet ja opettaminen, Luennot 1968/69
- Kanninen, E
Kertomus ohjelmoidusta opetuksesta Ranskan ilmavoimien tutkimuskeskuksessa (Centre d'Etudes et Recherches Psychologiques de l'Armée de l'Air)
- Komiteamietintö
1965:B 66, Teknillisen koulutuksen kapasiteetin lisäämiskomitean I osamietintö,
- Komiteamietintö
1966:B1 1, Teknillisen koulutuksen kapasiteetin lisäämiskomitean II osamietintö
- Komiteamietintö
1966:B 12, Koulunuudistustoimikunnan mietintö
- Kronqvist, H
Koulutusteknologia ja ohjelmoitu opetus, Valtiovarainministeriön Raportti n:o 2/1968
- Kungl skolöverstyrelsen
Utredningar i skolfrågor n:o 11/1963, Undervisningsmaskiner och programmerat studiematerial,
- Pennsylvania State University
Instructional Television Research, Report n:o 2/1958, An Investigation of Closed-circuit Television for Teaching University Courses

Esitelmät

- Glaser, R (USA)
Centre de recherche et développement pédagogiques Université de Pittsburgh, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- Houziaux, M (Belgia)
Note sur l'enseignement programme en Belgique, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- Januszkiewicz, F (Puola)
Les tendances de recherches sur l'application de l'enseignement programmé dans les établissements polonais d'enseignement supérieur, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- Leith, G (USA)
Programmed Instruction, Acquisition of Knowledge and Mental Development of Students, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- Tobin, M (USA)
Teaching Machines in Programmed Instruction, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- Zaletaw, M (Moskova)
The scientific organization of teaching and programmed instruction, Seminaari Bulgariassa 19.—29. 8. 1968

Zielinsky, J (Saksa)

Perspectives of computers in education Aachen Technische Hochschule,
European Press Seminar, Rooma 1967

Esittelylehtiset ja käsikirjat

IBM

Advanced maintenance development explores computer assisted instruction in field engineering, 1966

IBM, Miller, R

Computer—Assisted instruction, 1966

Military Training Device Company, Sweden, "Marksman" film shooting range-Handbook/1966

Philips

Programmed Instruction, Educational Papers, Syyskuu/1965, Hollanti

USI

(U.S. Industries Educational Science Division), Auto Tutor Mark II Operators handbook

USI

Auto Tutor Mark II teaching machine, Tutorfilm programmed courses

USI

Using programmed instruction Twenty Applications for Schools/1964

USI

News of Automated Teaching, Tutor Age n:t 13—14/1965, 15—17/1966

Esimerkkejä ohjelmoiduista oppikirjoista

Ast/Utö Avd UP i samverkan med Pedagogiska institutionen Stockholms
Universitet, VU-60 valokopio

Casserberg, T—Dahlkvist, R

Vad är programmerad undervisning, Sjelvinstruerande material, Tukholma, Bok och reklamtryck, 1964

Department of the Navy Bureau of Personell, Programmed-instruction maintenance course for radio transmitting set AN/WRT-2, U.S. Government Printing Office, 1966

IBM

System/360 Model 20, Assembler language coding, Programmed Instruction Course, New York, Endicott, 1967

U.S. Army Infantry School

Brigade and Battalion Operations Department Effective Writing, Fort Benning, Georgia, 1965

U.S. Army Infantry School

Brigade and Battalion Operations Department Prisoners of war, Fort Benning, Georgia, 1965

Opetuselokuvat

Teaching machines and programmed learning, 29 min, Washington, Norwood Films

Computers in The Classroom, The Brentwood Experiment, 3,5 min, IBM
Tulevaisuuden koulut, TV-ohjelma 5. 5. 1968 (USIS)

Haastattelut

Kaje, M, diplomi-insinööri, Valtioneuvosto

- a. Opetuskoneiden rakenne ja käyttöperiaatteet
- b. Electorwriter-laitteen rakenne
- c. Tietokoneen käyttö opetuksessa USA:ssa

Räsänen, J, maisteri, IBM

- a. Ohjelmoitu opetus IBM:ssä
- b. Tietokoneen käyttö ohjelmoidussa opetuksessa IBM:ssä
- c. Audiovisuaalisten opetusvälineiden sopivuus ohjelmoituun opetukseen

Lehikoinen, K, luutnantti, IBM

Suljetun piirin television käyttö IBM:n koulutuskeskuksessa

Kronqvist, H, kasvatustiet.lis., Valtioneuvosto

- a. Havaintoja ohjelmoidun opetuksen seminaarista Bulgariassa 19.—29. 8. 1968
- b. Ohjelmoidun opetuksen asema Suomessa

Lintonen, O, opettaja, Yleisradio

Ohjelmoidun opetuksen käyttö kouluradiossa ja koulutelevisiossa

Sihvo, S, majuri

Ohjelmoitu opetus ranskalaisissa sotakouluissa

Fredriksson, K, kapteeni

Ohjelmoitu opetus ruotsalaisissa sotakouluissa

Lehtimäki, P, kapteeni

Ohjelmoitu opetus U.S. Army Infantry School Fort Benning, Georgiassa

Muita lähteitä

Programmierter Lernen und programmierter, Unterricht, vuosikerrat 1967—1968, Berlin, Franz Cornelsen Verlag
Helsingin Yliopiston kasvatopsykologian luennot 1966—67

Programmed instruction

The need for education, which has immensely increased in the modern society, has forced us to study the possibilities to develop new and more effective teaching methods.

In the field of educational technology we have begun to study the theory of the new programmed instruction. The design of such appliances and auxiliaries has also been started, which, based on this theory, would serve as teachers or teachers' aid. The research work has, in general, been theoretical fundamental study until now, and we have not yet been able to put the results into practice.

In Finland's programmed instruction has only just begun, and no research work concerning this field has been done in our country. In this study, which is based on the writer's work for the diploma at the War College, the aim has been to find out what programmed instruction is, by studying the source material from different countries. Therefore, the writer first deals with some conceptions of the psychology of learning connected with programmed instruction.

In the second chapter the writer presents the various types of programmes and examines how these are made. This is important, because only the proper understanding of this decisive phase of work can form the basis for planning the composition of the programming groups and for making time schedules for the introduction of programmed instruction. In the third chapter the most modern teaching machines as well as other appliances for presentation of teaching material suitable for programmed instruction are introduced.

Various kinds of theories concerning programmed instruction have been introduced, and many countries have their own special lines. One can talk about the Anglo-American line, which is based on the use of teaching machines and computers. The Soviet line is aiming at unifying the educational activities of the whole country and is using traditional teaching methods.

As a common feature in the definitions of various researchers we can say that the efficiency of the programmed instruction is clearly dependant on the following facts:

- the educational objectives, which are clearly defined, and
- the careful arrangement of the teaching material into a programme proceeding gradually in a certain specific way.

The teaching material is divided into series, into small items, and introduced to the trainee in small portions in such an order that he can proceed one matter at a time without the trainer, until he reaches the final mastery of the task.

There is a difference of opinion in the question about the machinery used for presentation of the programmed material. According to the most limited views only the actual teaching machines belong to these. The most flexible system at the moment is said to be in the Soviet Union and in Germany, where also the usual audiovisual teaching equipment has been accepted as machines for presentation of the teaching material. In the study the writer means with the presentation appliances of programmed instruction all such equipment and books which can be used, when following the definition of programmed instruction with its distinctive features, as well as the principles of the psychology of learning. With their aid the trainee can study alone without the guidance of the trainer. Such devices are for instance programmed books, teaching machines, televisions, language laboratories, computers, simulators including different kinds of exercise tracks, as well those which are programmed as those using simulators. It should be emphasized that in programmed instruction it is not the machine that is teaching but the carefully made programme.

Programmed instruction with its teaching machines is not an invention which would change the present teaching system profoundly, nor would it compensate living teachers or would be a cause for giving up traditional methods. With its help it is possible to make the advantages of the private teacher method to benefit at the same time the studies of several trainees, it releases military trainers to attend commanding and pedagogical tasks and makes individual teaching more effective. As an auxiliary means of educational technology some hidden advantages are gained which intensify the education.

The objective analysis of educational technology results in what teaching objects must be programmed and the programme analysis in what the trainee must learn. Thus we have to unify the education in different stages and to define its aims more clearly than we do at the moment.