

hyväksymispäivä arvosana

arvostelija

## Hollerith reikäkorttikoneet

Ilkka Kekkonen

Helsinki 21.1.2004  
Seminaarityö  
HELSINGIN YLIOPISTO  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

## Sisällys

Johdanto .....	1
Herman Hollerith .....	1
Tarpeet ja taustat .....	1
Teknologiset edellytykset ja idean jalostuminen .....	2
Hollerith-koneen toiminta .....	4
Teknologian käyttöönotto ja yleistyminen .....	7
Laitteistosukupolvet 1890 - 1928 .....	8
Vaikutukset .....	9
Lähteet .....	10

## Johdanto

Tässä esityksessä on kuvattu automaattisen tietojenkäsittelyn pioneerin Herman Hollerithin keksimän reikäkorttien lajittelu- ja laskentakoneen toimintaperiaate, keksinnön taustat, tarpeet, käyttöönotto ja vaikutukset. Esitelmässä keskitytään ajanjaksoon, jona Hollerit toimi aktiivisesti perustamassaan yrityksessä ja kehitti keksintöään (1890 – 1922).

## Herman Hollerith

Herman Hollerith (Kuva 1) syntyi vuonna 1860 Yhdysvaltojen Buffalossa. Hermanin vanhemmat olivat maahanmuuttajia saksasta. Hermanin isä, joka toimi englanninkielen opettajana, kuoli ratsastusonnettomuudessa Hermanin ollessa seitsemän vuotias. Äiti jäi huolehtimaan kuusihenkisestä perheestä ilman ulkopuolista taloudellista tukea. Herman muutti New Yorkiin opiskelemaan kaivostekniikkaa viisitoistavuotiaana. Kirjallisen ilmaisun vaikeuksista huolimatta Herman valmistui insinööriksi kiitettävien arvosanoin yhdeksäntoistavuotiaana. Vuonna 1879 Hollerith pestautui apulaiseksi Yhdysvaltojen väestönlaskentavirastoon, minkä seurauksena hän aloitti koneensa suunnittelun. [BLA01, s. 24 - 25]



*Kuva 1: Herman Hollerith*

## Tarpeet ja taustat

Yhdysvalloissa järjestettiin väestönlaskenta kymmenen vuoden välein. Väestönlaskenta tehtiin käsin, eikä väestöstä pystytty selvittämään juurikaan muuta kuin kokonaislukumäärä. Esimerkiksi koulutustason ja työpaikkojen selvittäminen oli mahdotonta. Jo perustietojenkin käsittely vaati käsin tehtynä useiden vuosien työn.

Väestön lukumäärän kasvu Yhdysvaltojen sisällissodan (1861 – 1865) jälkeen vaikeutti vuoden 1890 väestönlaskentaa. Arvioitiin, että väestönlaskenta ei ehtisi valmistua ennen seuraavaa vuonna 1900 järjestettävää laskentaa. Väestönlaskentavirastossa ei haluttu joutua tilanteeseen, jossa meneillään olisi ollut kaksi päällekkäistä laskentaa.

1800-luvun lopulla koneiden merkitys tuotannossa kasvoi. Thomas Edison perusti ensimmäisen kaupallisen sähkölaitoksen New Yorkissa vuonna 1882 [ZET03, s.1022]. Sähköistäminen mullisti maailman, ja ihmisten usko koneisiin ja automatisointiin oli rajaton. Etenkin Yhdysvalloissa tuotannon automatisointi oli teollisuuden kannalta elintärkeätä. Toisin kuin esimerkiksi Isossa-Britaniassa, ei Yhdysvalloissa halvan työvoiman haaliminen ollut helppoa. Hyvää jakamatonta viljelysmaata riitti, ja ihmiset perustivat mieluummin omia maatiloja kuin menivät tehtaaseen töihin nälkäpalkalla.

Tuohon aikaan ei siis ollut mitenkään mullistavaa ajatella, että myös väestönlaskentaan liittyviä tehtäviä voitaisiin automatisoida koneiden avulla.

*There ought to be a machine for doing the purely mechanical work of tabulating population and similar statistics*

-- John Billings Hollerithille ruokapöytäkeskustelussa 1880

## Teknologiset edellytykset ja idean jalostuminen

Hollerith ryhtyi pohtimaan väestönlaskennan automatisointia. Vuonna 1882 hän siirtyi Massachusetts Institute of Technologyn opettamaan mekaniikkaa. Samalla hän tutki kutomakoneen toimintaa ajatuksella, että samankaltaista konetta voitaisiin hyödyntää väestönlaskennassa [Ocr99].

Joseph-Marie Jacquardin Ranskassa vuonna 1804 – 1805 kehittämä kutomakone käytti kankaan kuvioinnin ohjaukseen reitettyjä kortteja [Cru03].



Kuva 2: Jacquard kutomakone

Kutomakoneen toiminnan tutkiminen ei vielä johtanut uuteen keksintöön, mutta seurattessaan junavirkailijan reiättävän matkalippua hän oivalsi että lävistettyjä kortteja voitaisiin käyttää henkilötietojen tallentamiseen väestönlaskennassa. Junalippujen uudelleenkäytön estämiseksi niihin merkittiin reikien avulla matkustajan fyysiset ominaisuudet kuten pituus, hiustenväri, nenän koko ja vaatetus [Bla01, s. 25].

Vielä työskennellessään Massachusetts Institute of Technologysa, Hollerith aloitti ensimmäiset kokeilunsa. Ensimmäisessä versiossa Hollerith käytti reiätettyä paperinauhaa. Ongelmana oli kuitenkin nauhan pysäyttäminen oikeassa kohdassa. Hollerith siirtyi käyttämään nauhan sijasta kortteja.



Vuonna 1884 Hollerith haki ensimmäisen patenttinsa reikäkorttien sisältämän tiedon muuttamisesta sähköisiksi signaaleiksi. Signaalit vuorostaan ohjasivat elektromagneettisia laskureita. Aluksi reiät tehtiin samalla lävistimellä jota käytettiin matkalippujen yhteydessä. Järjestelmä osottautui toimivaksi, mutta korteista oli mahdollista hyödyntää ainoastaan reunat. [Ocr99]

*Kuva 3: Varhainen reikäkortti*

Hollerith paranteli keksintöään, ja vuonna 1887 laitetta testattiin kuolintilastojen laskemiseen Baltimoressa. Hollerithin keksintö ei ollut ainoa laatuaan, vaan kaksi kilpailevaakin ratkaisuja oli. Väestönlaskentavirasto järjesti kilpailun, jossa etsittiin parasta ratkaisua vuoden 1890 väestönlaskennan automatisoinniksi. Hollerithin laite vei voiton.

Vuonna 1890 järjestetty väestönlaskenta oli menestys. Laskenta saatiin hoidettua kahdessa ja puolessa vuodessa [Ibm04]. Väestönlaskentavirasto säästi viisi miljoonaa dollaria. Tämä oli 1/3 viraston budjetista. Aikaisemmin (1870) väestönlaskennassa käytetyn viiden kysymyksen sijasta vuoden 1890 laskenta sisälsi 235 kysymystä. Nyt pystyttiin selvittämään mm. kielitaito, kotona ja muualla asuvien lasten lukumäärä, koulutuksen taso, alkuperäinen kotimaa ja uskonto. [Bla01, s. 26]

## Hollerith-koneen toiminta

Vuoden 1890 väestönlaskennassa käytetty laitteisto (Kuva 4) sisälsi seuraavat osat

- reikäkortti
- lävistäjä (pantografi)
- lukulaite
- laskuri
- kytkentälevy
- lajittelija



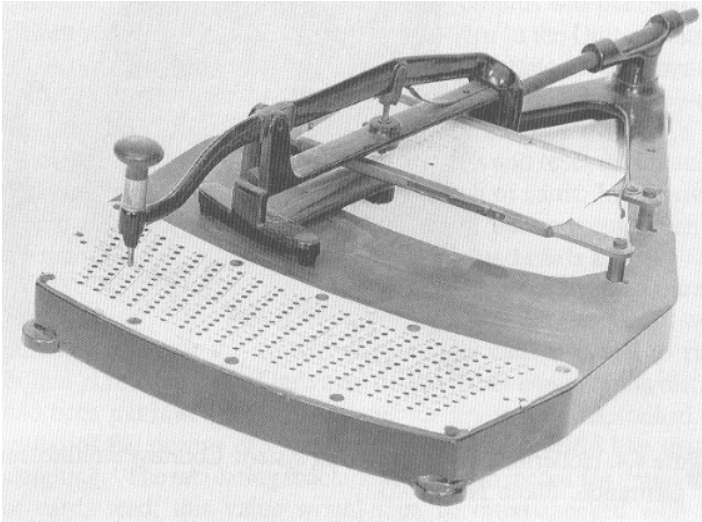
Kuva 4: Vuoden 1890 väestönlaskennassa käytetty reikäkorttikone

1	2	3	4	CM	UM	Jp	Ch	Oc	In	20	50	80	Dv	Un	3	4	3	4	A	E	L	a	g
5	6	7	8	CL	UL	O	Mi	Qd	Mo	25	55	85	Wd	CY	1	2	1	2	B	P	M	b	h
1	2	3	4	CS	US	Mb	B	M	0	30	60	0	2	Mt	0	15	0	15	C	G	N	c	i
5	6	7	8	No	Hd	Wt	V	F	5	35	65	1	3	Sg	5	10	5	10	D	H	O	d	k
1	2	3	4	Fh	Ff	Fm	7	1	10	40	70	90	4	0	1	3	0	2	St	I	P	e	l
5	6	7	8	Hh	Hf	Hm	8	2	15	45	75	95	100	Un	2	4	1	3	4	K	Un	f	m
1	2	3	4	X	Un	Pt	9	3	i	o	X	R	L	E	A	6	0	US	Ir	So	US	Ir	So
5	6	7	8	Ot	En	Mt	10	4	k	d	Y	S	M	F	B	10	1	Gr	En	Wa	Gr	En	Wa
1	2	3	4	W	R	CK	11	5	1	e	Z	T	N	G	O	15	2	Sv	FC	EC	Sv	FC	EC
5	6	7	8	7	4	1	12	6	m	f	NG	U	O	H	D	Un	3	Nv	Bo	Hu	Nv	Bo	Hu
1	2	3	4	8	5	2	Oc	O	n	g	a	V	P	I	AL	Na	4	Dk	Fr	It	Dk	Fr	It
5	6	7	8	9	6	3	0	p	o	h	b	W	Q	K	Un	Pa	5	Ru	Ot	Un	Ru	Ot	Un

Reikäkortti (Kuva 5) sisälsi 24\*12 reikäpaikkaa ja se oli kooltaan 3,25\*7,375 tuumaa. Kortin koko oli valittu vuoden 1887 rahan mukaan, jolloin kortteja oli mahdollista säilyttää ja kuljettaa rahalaatikoissa. Kortti oli sähköiseltä ominaisuudeltaan johtamaton (pahvia).

Kuva 5: Vuoden 1890 reikäkortti

Reikäkorttien tarkkuusvaatimukset olivat tiukat. Paperin paksuus oli 0,0067 tuumaa  $\pm$  0,0005. Pituuden ja leveyden virhemarginaalit oli noin  $\pm$  0,005 tuumaa. Korttien käsittelyssä ja varastoinnissa oli noudatettava tarkkoja kosteus ja lämpötilavaatimuksia. [Bla01, s. 97]



Lävistyslaite (Kuva 6) oli täysin manuaalinen. Kortti asetettiin laitteen keskiosaan ja lävistys tehtiin edessä olevan paneelin perusteella. Laitteella pystyi lävistämään keskimäärin 700 korttia päivässä. Muotoilussa oli kiinnitetty huomiota ergonomiaan.

Myöhemmin lävistyslaitteeseen kehitettiin näppäimistö.

*Kuva 6: Lävistyslaite eli pantografi*

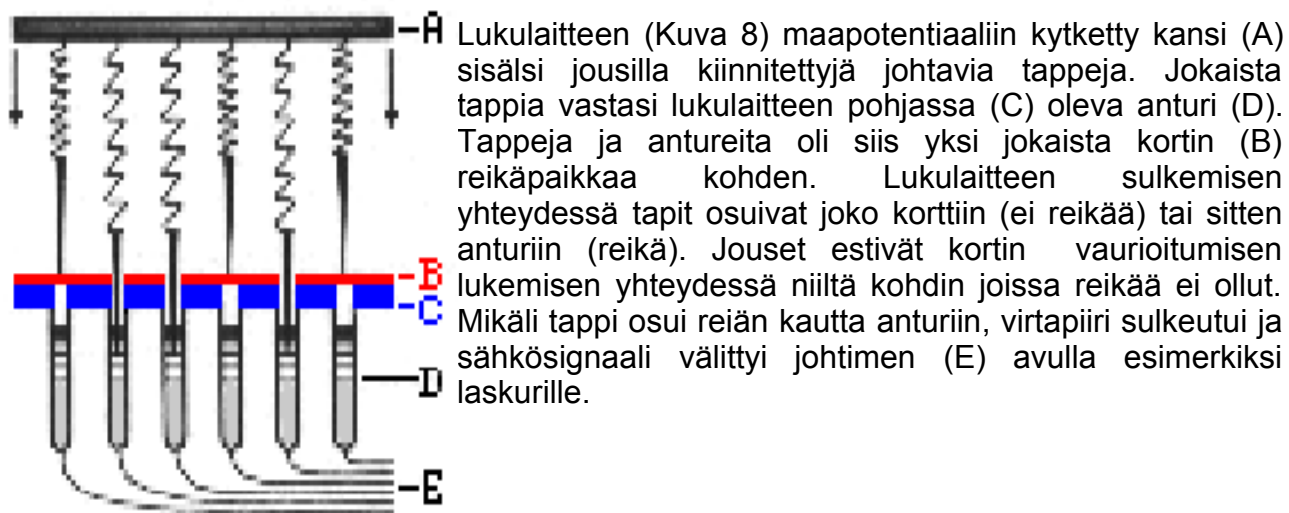


Lukulaite (Kuva 7) oli järjestelmän monimutkaisin osa. Kortti asetettiin lukulaitteeseen ja lukulaite suljettiin kahvan avulla. Elektroniset anturit tunnistivat reikien paikat. Aluksi lukulaitteessa oli manuaalinen syöttö.

Reikänäuhan käyttö korttien sijasta olisi mahdollisesti helpottanut automaattisen syöttölaitteen kehittämistä. Ehkäpä tämä oli Hollerithilla mielessä, kun hän teki ensimmäisiä kokeilujaan. Myöhemmin lukulaitteeseen kuitenkin tuli kortteja tukeva automaattisyöttö.

*Kuva 7: Lukulaite*





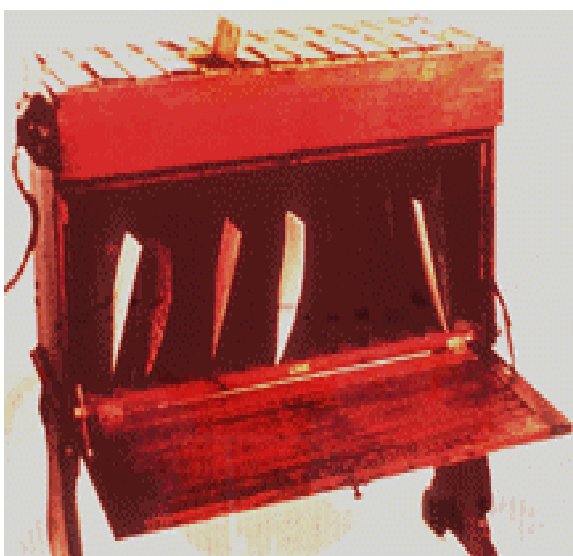
Kuva 8: Lukulaitteen toiminta



Kuva 9: Laskureita

Laskuri (Kuva 9) oli toimintaperiaatteeltaan elektromagneettinen. Lukulaitteelta saatu sähkösignaali kasvatti laskuria yhdellä yksiköllä. Laskureita oli yhteensä 40 kappaletta. Käytön jälkeen operaattori kirjasi laskureiden lukemat paperille.

Myöhemmin laskureiden määrää kasvatettiin ja niiden ohella voitiin käyttää muistipaikkoja. Viimeisimmissä malleissa laskurit oli korvattu tulostimella.

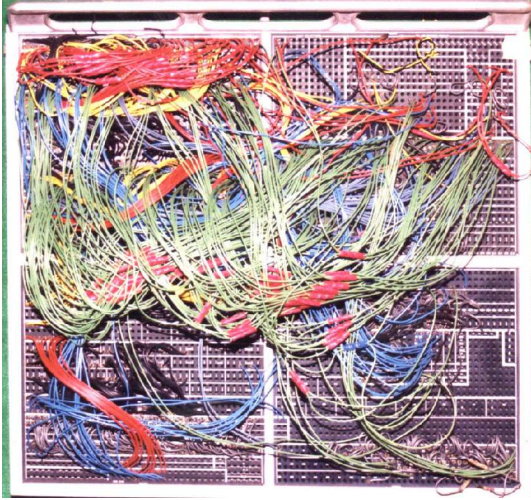


Kuva 10: Lajittelija

Lajittelija (Kuva 10) kytkettiin johtimien avulla lukulaitteeseen. Kortin lukemisen jälkeen lajittelijassa avautui lokero, jonne operaattori sujautti käsitellyn kortin.

Myöhemmin lajittelija integroitiin keskusyksikköön, ja kortit siirtyivät lukulaitteelta automaattisesti lokeroihin.





Lukulaitteen antureiden johtimet liitettiin laskureihin ja lajittelijaan kytkentäpaneelin (Kuva 11) avulla. Suorien kytkentöjen lisäksi loogiset operaattorit AND ja OR olivat käytettävissä. Laitteen toiminnan ohjaus (ohjelmointi) tehtiin kytkentäpaneelin avulla.

Aluksi kytkennät olivat kiinteät ja konetta pystyi käyttämään ainoastaan yhteen sovellukseen. Myöhemmin kytkentäpaneelin kaapelointia pystyi muokkaamaan, ja viimeisissä malleissa koko kytkentäpaneelin saattoi vaihtaa.

*Kuva 11: KytKentäpaneeli*

KytKentävirtuoosit pystyivät taidokkaalla kytkentäteknikalla tekemään reikäkorttikoneilla varsin ihmeellisiä aikaansannoksia [Suo04].

## Teknologian käyttöönotto ja yleistyminen

Melko varhaisessa vaiheessa Hollerith ymmärsi että hänen laitettaan voitiin hyödyntää muissakin yhteyksissä kuin pelkästään väestönlaskennassa. Laitteella kyettiin hoitamaan yrityksen kirjanpidon tehtäviä, suunnitella rautatieliikennettä, arvioida vakuutusten kannattavuutta ja tekemään monia muita aikaisemmin käsin tehtynä mahdottomia laskentatehtäviä. [Bla01, s. 26]

1890 väestönlaskennan jälkeen laite saavutti Yhdysvalloissa suuren suosion. Hollerith teki sopimuksia myös muiden hallitusten kanssa. Laitetta hyödynnettiin mm. Saksassa, Venäjällä ja Isossa-Britaniassa. Vuonna 1896, palattuaan Venäjän väestönlaskennasta, Hollerith perusti yrityksen Tabulating Machine Company (TMC). Yritys ei myynyt koneita vaan ainoastaan vuokrasi niitä. Tämä johtui siitä, että Hollerith pelkäsi että joku kopioisi hänen laitteensa idean mikäli saisi laitteen tutkittavakseen. Hollerithin pelko laitteen kopioinnista vaikutti haitallisesti TMC:n toimintaan. Asiakasneuvotteluissa Hollerith saattoi jopa sairaanloisen mustasukkaisesti suojella laitettaan kopioimiselta. Lisäksi Hollerith koki, että hän oli valtioiden yläpuolella, olivathan ne vain hänen asiakkaitaan. [Bla01, s. 27]

Vuoden 1900 väestönlaskennassa Yhdysvaltojen hallitus oli saanut tarpeekseen TMC:n toiminnasta ja hinnoittelusta. Vuonna 1905 Yhdysvaltojen väestönlaskentavirasto kokeilikin kilpailevaa reikäkorttikonetta. Kyseessä oli James Powersin kehittämä laite. Vuonna 1906 Hollerithin patentti raukesi. Vuoden 1910 väestönlaskennassa ei enää käytetty Hollerithin koneita. Hollerith nosti syytteen väestönlaskentarekisteriä vastaan patenttirikkomuksesta, ja hän hävisi oikeusjutun. Lääkärit suosittelivat Hollerithille vetäytymistä liiketoiminnasta. [Bla01, s. 28]

Vuonna 1911 liikemies Flint osti TMC:n ja fuusioi sen kahden muun yrityksen kanssa. Yrityksen nimeksi tuli Computing-Tabulating-Recording company (CTR). Hollerith tienasi kaupassa hyvin, ja hän jatkoi työskentelyä yrityksessä vuoteen 1922 saakka. Aluksi CTR

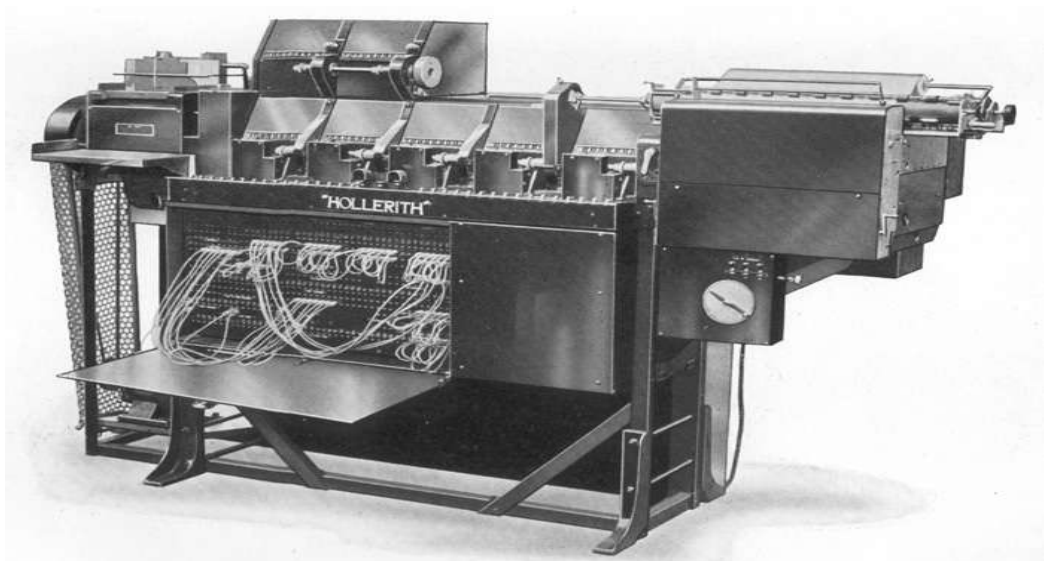
ei tehnyt kovinkaan suurta tulosta. Vuonna 1915 entinen kaupparatsu James Watson aloitti yrityksen toimitusjohtajana, ja tämän jälkeen yrityksen tulos parani merkittävästi. Watsonin markkinointityyli oli aggressiivinen, ja CTR sai takaisin valtaosan Hollerithin menettämistä asiakkaista. Lisäksi Watson huolehti siitä, että kilpailijat kuten James Powers, eivät menestyneet kovinkaan hyvin. Hollerithin eläkkeelle vetäytymisen jälkeen Watson muutti yrityksen nimeksi International Business Machines (IBM). Yritys oli nimensä mukaisesti kansainvälinen, ja sillä oli useita tytäryhtiöitä euroopassa. Hollerithin teknologiaa oli käytössä ympäri maailmaa. [Bla01, s. 30 –, 43]

## Laitteistosukupolvet 1890 - 1928

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1) on esitetty Hollerith-koneiden mallit ja ominaisuudet vuosilta 1890 - 1928 [Cru03]. Myöhemmin IBM jatkoi koneiden kehittämistä aina vuoteen 1949 saakka. Tämän jälkeen tietokoneet alkoivat syrjäyttämään reikäkorttikoneita.

*Taulukko 1: Laitesukupolvet*

1890	Hollerith Census Tabulator	Käsisyöttö, puinen kotelo, kiinteät kytkennät, pelkästään inkrementointi
1896	Hollerith Integrating Tabulator	Käsisyöttö, yhteenlasku
1900	Hollerith Automatic Feed Tabulator	Automaattisyöttö, käytettiin 1900 luvun väestönlaskennassa
1906	Hollerith Type I Tabulator	Automaattisyöttö, metallikotelo, kytkentälevy
1921	Hollerith Type III Tabulator	Tulostin
192x	Hollerith Type 3-S Tabulator	Vähennyslasku, vaihdettava kytkentälevy
1928	Hollerith Type IV Tabulator	80 sarakkeen kortit



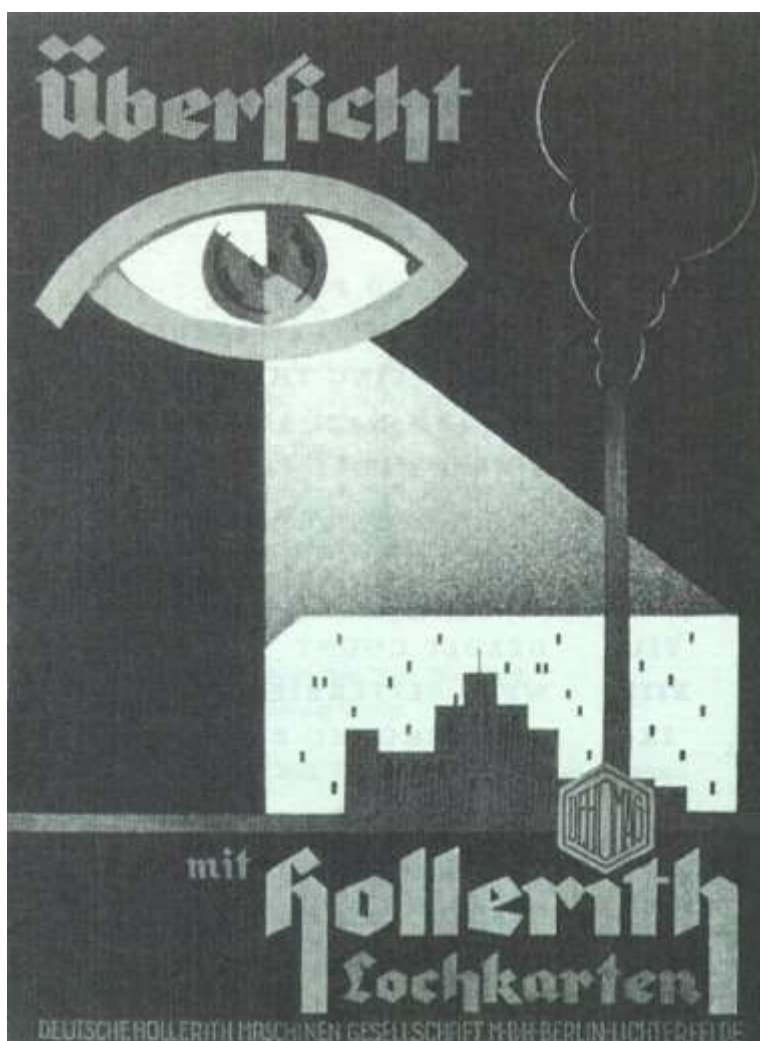
*Kuva 12: Hollerith Type IV Tabulator*

Vaikkakin vuoden 1928 jälkeen kehitettiin uusia malleja, eivät nämä poikenneet perusominaisuuksiltaan Hollerithin kehittämistä koneista. Vuonna 1949 kehitetty IBM 407 Accounting Machine oli nopeampi kuin edeltäjänsä, sisälsi muistia ja tarjosi yhteen- ja vähennyslaskun sekä muotoillun tulostuksen. Ominaisuuksistaan huolimatta kyseessä oli kuitenkin yhteenlaskuja suorittava reikäkorttikone.

## Vaikutukset

Hollerithin reikäkorttikoneiden vaikutusta on vaikea tarkaan määrittellä. Alkuvaiheessa laitteilla automatisoitiin yksinkertaista laskentaa ja lajittelua. Myöhemmin laitteiden kehittyessä niitä käytettiin taloushallinnollisissa tehtävissä. Siinä missä aikaisemmin laskennallisen tehtävän suorittamisessa tarvittiin useita reikäkorttikoneita ja tuhansia kortteja, nykyään yksi tietokone hoitaa koko prosessin. Reikäkorttikoneiden käyttöönotto tehosti taloushallintoa ja paransi yritysten ja valtioiden kilpailukykyä.

Reikäkorttikoneiden vaikutukset eivät olleet pelkästään myönteiset. Saksassa Hollerithin reikäkorttikoneita hyödynnettiin juutalaisten joukkotuhossa ja Hitlerin sotakoneiston pystyttämisessä. IBM:n Saksan tytäryhtiö Dehomag tarjosi kolmannelle valtakunnalle ratkaisun nopeaan ja tehokkaaseen väestön profilointiin (Kuva 12). [Bla01, s. 69 - 74]



Kuva 12: Dehomagin mainosjuliste vuodelta 1934  
"Hollerith reikäkorteilla näet kaiken"

Reikäkorttikoneiden valtakausi jatkui 1960-luvulle saakka, ja ne väistyivät vasta tietokoneiden yleistyessä. Reikäkortteja käytettiin vielä myöhemminkin tietokoneiden syötteiden tallentamiseen ja ohjelmointiin ennen magneettisia medioita.

## Lähteet

- Bla01 Edwin Black, *IBM and the Holocaust*, Little, Brown and Company, Lontoo, 2001
- Cru03 Frank da Cruz, *The Jacquard Loom*, 2003, <http://www.columbia.edu/acis/history/jacquard.html> [21.1.2004]
- Cru04 Frank da Cruz, *IBM Tabulators and Accounting Machines*, 2004, <http://www.columbia.edu/acis/history/tabulator.html> [21.1.2004]
- Ibm04 IBM Archives, *1890*, [http://www-1.ibm.com/ibm/history/history/year\\_1890.html](http://www-1.ibm.com/ibm/history/history/year_1890.html) [21.1.2004]
- OcR99 O'Connor, Robertson, *Herman Hollerith*, 1999, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Hollerith.html> [21.1.2004]
- Suo04 Suomen Tietojenkäsittelymuseoyhdistys ry, *Kytkenälaatat*, [http://www.tietokonemuseo.saunalahti.fi/fin/kytken\\_fin.html](http://www.tietokonemuseo.saunalahti.fi/fin/kytken_fin.html) [21.1.2004]
- Zet03 Zetterberg et al., *Maailman historian pikkujättiläinen*, WS Bookwell Oy, Porvoo, 2003