

Jože Nemec*

Mehanizirana obdelava podatkov pred uvedbo računalnikov

POVZETEK

Konec 19. stoletja se je obseg podatkov v državnih upravah in velikih podjetjih tako povečal, da jim ročna obdelava ni bila več kos. Za obdelavo ljudskega štetja leta 1890 v Ameriki so zato uporabili luknjano kartico kot nosilec podatkov. Istočasno je izumitelj kartice Herman Hollerith skonstruiral vrsto naprav za njihovo obdelavo. Tehnološki razvoj je omogočil, da so te naprave razmeroma učinkovito obdelovale podatke v večjih informacijskih sistemih. Tudi, ko so te naprave zamenjali računalniki, so luknjane kartice ohranile vlogo nosilca podatkov vse do začetka osemdesetih let 20. stoletja. Danes o sistemih, ki so uporabljale luknjane kartice pričajo le še zaprašene fotografije.

Ključne besede: luknjana kartica, stroji za obdelavo kartic.

1. Uvod

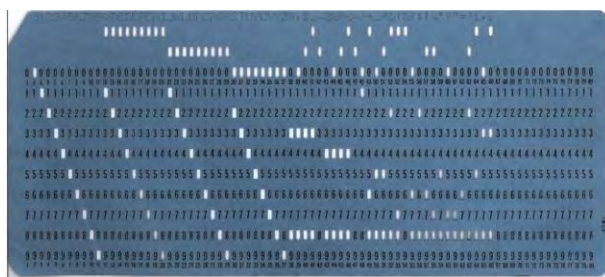
V času, ko srečujemo računalnike na vsakem koraku, se redko vprašamo, kako so obdelovali podatke pred njihovo uveljavitvijo. Prepričani smo, da je bilo podatkov manj ter da so za njihovo obdelavo zadoščali mehanski kalkulatorji in pisalni stroji. Vendar je to prepričanje zmotno, saj so tudi pred ero računalnikov obstajali sistemi, ki so operirali z velikimi količinami podatkov. Tako so za obdelavo podatkov ljudskega štetja v ZDA, ki je bilo leta 1880, porabili sedem let.

Za obdelavo podatkov ljudskega štetja 1890 je bila razpisana nagrada izumitelju, ki bi omogočil hitrejšo obdelavo. Zmagovalec tega razpisa je bil Herman Hollerith, ki je predlagal uporabo luknjane kartice. Kartice so bile po velikosti in obliki enake tistim, ki so bile v uporabi tudi pri prvih generacijah računalnikov, le da so imele večje okrogle luknjice za podatke. Kartice so luknjali s preprostimi luknjalnimi napravami. Hollerith pa je skonstruiral tudi stroje za obdelavo podatkov na karticah. Ti stroji so omogočili, da je bila obdelava ljudskega štetja, izvedenega leta 1890, končana v treh letih. Njegovo podjetje Tabulating Machine Company, ki je izdelovalo stroje za obdelavo kartic, je kasneje preraslo v računalniški gigant IBM.

Hollerithove stroje za obdelavo podatkov so kmalu nakupile tudi vlade evropskih držav. Prav tako so te stroje nabavila velika podjetja in pot do uspešnega prodora sistemov z luknjanimi karticami je bila odprta.

2. Luknjane kartice

Luknjane kartice so bile izdelane iz tankega kartona in bile velike $187,3 \times 82,6$ mm. Ta velikost je bila podobna velikosti tedanjega dolarskega bankovca. Z določenimi prilagoditvami so lahko dele naprav za štetje bankovcev uporabili tudi pri strojih za luknjane kartice. Sprva so lahko na kartice zapisali 48 števil.



Slika 1. IBM-ova 80 stolpična kartica.

Leta 1931 pa je IBM uvedel pravokotne luknjice v osemdesetih stolpcih in dvanajstih vrstah. Na sliki 1 je prikazana 80 stolpčna luknjana kartica.

Vsak stolpec na kartici je prikazoval en znak. Številke so bile prikazane z luknjico v vrstici označeni z ustrežno številko. Črke so bile prikazane z dvema luknjicama, prva je bila v eni izmed treh zgornjih vrstic, druga pa v eni izmed devetih spodnjih vrstic. Nekaj specialnih znakov (tudi črke č, š in ž) pa so bile prikazane s tremi luknjicami. Na vrhu kartice je bil tudi pas na katerem je lahko stroj za luknjanje izpisal vsebino kartice.

Z razvojem naprav za obdelavo se je širila tudi uporaba kartic. Tu omenimo le kartice, ki so imele na desni strani prostor za 35 milimetrski mikrofilmski posnetek, medtem ko je bil na levi strani identifikacijski opis posnetka. Prav tako so skonstruirali tudi stroje, ki so lahko namesto luknjic brali črte zapisane z mehkim svinčnikom.

Leta 1970 je IBM skušal nadomestiti 80 stolpično kartico z veliko manjšo 96 stolpično kartico. Na njej so podatke zapisovali v treh pasovih z okroglimi luknjicami. Ker pa je ta kartica prišla na tržišče v času zatona uporabe tega nosilca, se je le redko uporabljala.

3. Stroji za obdelavo kartic

Za obdelavo podatkov zapisanih na luknjanih karticah so uporabljali vrsto strojev. Vsak izmed teh strojev je lahko opravil le del obdelovalnega procesa. Njihovo delovanje je temeljilo na

*E-naslov: joze.nemec@guest.arnes.si

elektromehanskem principu. Pri delovanju so uporabljali elektromotorje za transport kartic preko jermenic, valjev ter vzvodov in releje ter elektromagnete za kontrolo in usmerjanje kartic. Hitrost obdelave je bila zaradi uporabe omenjenih elementov omejena. Kasneje so del elektromehanskih sklopov skušali nadomestiti z elementi, ki so uporabljali elektronke in kasneje še tranzistorje. Vendar so te naprave predstavili v času, ko so že začeli prihajati na tržišče elektronski računalniki, zato široke uporabe niso dosegle.

Edini nosilec podatkov v procesu obdelave so bile luknjane kartice. Stroji so morali vse spremembe podatkov vnesti bodisi na obstoječe bodisi na nove luknjane kartice. Zato so mehanografski centri porabili več milijonov kartic letno. Stroški za kartice so bili običajno veliko večji od stroškov najema ali nabave naprav za obdelavo.

Stroje za obdelavo luknjanih kartic so nabavljala velika podjetja. Le ta so imela opravka z velikimi količinami podatkov in dovolj denarja za nakup opreme. V nadaljevanju bomo stroje za obdelavo kartic in njihove funkcije na kratko opisali.

Luknjač kartic - Za vnos podatkov na kartice so uporabljali luknjače kartic. Ti so imeli tipkovnico podobno tipkovnici pisalnega stroja in del na katerem so luknjali kartice. Podatki so bili v večini številčni. Povprečna delavka je na dan vnesla podatke na okoli 2000 kartic. Za odpravo napak pri luknjanju so podatke na podobnih strojih lahko verificirali. Postopek verifikacije je potekal tako, da so ponovno vnesli iste podatke, stroj pa jih je primerjal z že vnešenimi podatki. V primeru neskladja je delavka morala ugotoviti vzrok neskladja in po potrebi luknjati novo kartico s pravilnimi podatki. Luknjanje in verifikiranje je bilo eno izmed najbolj enoličnih in utrujajočih del pri obdelavi podatkov.

Luknjane kartice so služile kot vhodni medij tudi v času, ko so se pojavili veliki računalniški sistemi. Zaradi njihove visoke cene jih je najprej nadomestil magnetni trak, kasneje pa diskete. Kartice so se uporabljale le še za vnose programov v računalnik. Luknjač kartic je prikazan na sliki 2.



Slika 2. Luknjač kartic.

Sortirni stroj - Kartice so lahko obdelovali le, če so bile zložene v pravilnem vrstnem redu. V nasprotnem primeru, bi zahtevalo iskanje ustrezne kartice s podatki veliko časa. Pri izstavljanju računov za izdelke so morale kartice biti zložene v vrstnem redu šifer kupca. V primeru, da so želeli ugotoviti stanje zalog, pa so morale biti iste kartice zložene v vrstnem redu šifer izdelkov. Zato je bilo v procesu obdelave kartic veliko sortiranje. Sortirni stroj je prikazan na sliki 3.



Slika 3. Sortirni stroj.

Sortiranje je potekalo tako, da so določili stolpce na kartici, v katerih je bil zapisan ključ sortiranja. Pri sortiranju so se kartice odlagale v 13 predalov. V prvih 12 predalov so se odlagale kartice, ki so imele ustrezno luknjico v vrstici, v trinajsti predal pa so se odlagale kartice z napako. Sortiranje je zahtevalo toliko prehodov kartic skozi sortirni stroj, kolikor mest je imel sortirni ključ. Seveda je to veljalo le, če je bil ključ številčen. V primeru sortiranja alfanumeričnih podatkov sta bila potrebna za vsak stolpec dva prehoda. V tabeli 1 je prikazano sortiranje v primeru ključa, ki ima tri številke.

Tabela 1. Prikaz sortiranja trimestrnega ključa. V prvem koraku sortiramo številke na zadnjem mestu, v drugem na predzadnjem mestu in v tretjem na prvem mestu.

Začetno stanje	1. korak	2. korak	3. korak
342	141	412	141
141	342	141	342
443	372	342	372
372	412	443	412
412	443	372	443

Sortirni stroji so sortirali s hitrostjo do 650 kartic na minuto. Temu je potrebno prišteti še 20 do 25 procentov časa za manipulacijo kartic in nastavitve stroja. Zato je bilo potrebnih za sortiranje 10.000 kartic, ki so imele 5 številčni ključ, okoli 100 minut. Če je bilo kartic več ali je imel ključ več mest, se je tudi čas sortiranja ustrezno podaljšal. Čas sortiranja so lahko skrajšali tako, da so za sortiranje uporabili več sortirnih strojev hkrati.

Mešalni stroj - Med obdelavo je bilo potrebno pogosto združiti dve skupini kartic, ki so imele isti ključ v enotno vrsto. Kot primer navedimo kartice o podatkih kupcev in kartice s podatki o izdelkih, ki so jih ti kupci nabavili. Da so lahko izstavili račun, so morali kartici vsakega kupca slediti kartice z nabavljenimi izdelki. Ves postopek je potekal tako, da so morali

po istem ključih razvrstiti najprej kartice s podatki o kupcih in zatem še kartice s podatki o kupljenih izdelkih. Zatem pa so morali s pomočjo mešalnega stroja obe zbirki podatkov združili v enotno zbirko. To delo je opravljal mešalni stroj prikazan na sliki 4.



Slika 4. Mešalni stroj.

Mešalni stroj je imel dva vhodna predala in štiri ali pet izhodnih predalov. Mešanje je potekalo tako, da je stroj najprej prebral kartico iz prvega predala, zatem pa je bral kartice iz drugega predala tako dolgo, da je prišel do kartice z naslednjim ključem. Zatem je se je postopek ponovil s ponovnim branjem prvega vhodnega predala. Urejene kartice so se odlagale v srednje izhodne predale. V en stranski izhodni predal so se odlagale kartice s stalnimi podatki, ki niso imele ustreznih prometnih podatkov, v drugi stranski izhodni predal pa so se odlagale prometne kartice, ki niso imele ustreznih stalnih podatkov. Omenjene naprave so lahko brale kartice iz obeh vhodnih predalov s hitrostjo okoli 120 kartic na minuto.

Interpreter - Večina strojev, ki so lahko luknjali podatke, ni izpisovala vsebine kartic. Da so postale kartice berljive, so morali za izpis vsebine uporabiti interpreter. Ta stroj je bral podatke, ki so bili luknjani na kartici, zatem pa jih je nanje izpisal z velikimi tiskanimi črkami.

Reproducirni stroj - Ta stroj je imel dva vhodna predala. V prvi predal so se vlagale kartice, ki smo jih želeli kopirati, v drugem pa so bile prazne kartice. Stroj je lahko

- kopiral zapis na eni kartico na več drugih kartic
- kopiral vse kartice iz vhodnega predala na nove kartice
- bral s svinčnikom označena polja na ustreznih vhodnih karticah in jih prenašal na izhodne kartice
- primerjal podatke dveh setov kartic. To je lahko storil le, če je vhod, ki je bil običajno namenjen praznim karticam omogočal tudi branje kartic.

Ob tem so lahko določili, kateri podatki se kopirajo in mesta na izhodnih karticah kamor se naj ti podatki luknjajo.

Knjigovodski stroj - Ta stroj je bil redno opremljen s tiskalnikom za pisanje poročil. Z njimi je bilo mogoče pripravljati poročila iz podatkov na karticah. Ob tem je lahko opravljal določene kontrole ter sešteval in odšteval števila zapisana na karticah. Nekateri modeli so omogočali tudi priključitev enote za luknjanje kartic. S tem ste lahko dobljene

rezultate uporabili tudi v nadaljnjih obdelavah. Na sliki 5 je prikazan knjigovodski stroj na katerega je priključen stroj za luknjanje kartic.



Slika 5. V ospredju je računski stroj ob katerem je stroj za luknjanje kartic.

Računski stroj - Računski stroj je lahko izvrševal vse štiri računske operacije. Običajno je imel priključen še luknjač kartic za shranjevanje rezultatov. Najprej so izdelovali stroje, ki so uporabljali releje in so zmogli opraviti le eno množenje ali deljenje in rezultat luknjati na kartico.

Leta 1948 so releje zamenjale elektronke. Za računanje so imeli ti stroji vgrajenih preko tisoč elektronk. Razen tega so že premogli manjši pomnilnik, tako da je lahko shranili nekaj števil in do 40 programskih korakov. V zadnjih modelih računskih strojev so elektronke zamenjali tranzistorji. Kljub elektroniki pa so bili ti stroji še vedno počasni, saj so hitrost določali mehanski deli naprav. Tako so lahko na minuto obdelali okoli 100 kartic.

4. Programiranje naprav

Kot smo že omenili stroji za obdelavo kartic z izjemo računskega stroja niso imeli pomnilnikov. Zato so vsi stroji vključno z računskim strojem uporabljali posebne kontrolne stikalne plošče. Velikost plošče je bila odvisna od zmogljivosti stroja, za katerega je bila namenjena. Nekatero ploščo so bile velike tudi 80 x 80 centimetrov. Imele so več sto vtičnic. Glede na nalogo, ki jo je moral stroj izvršiti so posamezne vtičnice morale medsebojno povezati z žicami. Za zahtevnejše naloge je bil ta sloj žic debel tudi nekaj centimetrov. Z vstavitvijo plošče v stroj, je bil le ta pripravljen za izvrševanje dane naloge. Na sliki 6 je prikazana stikalna plošča ene izmed naprav za obdelavo kartic.

Postopek celotne obdelave je moral biti prepisan vnaprej. Prišel se je z luknjanjem kartic, nato pa so se le te v predpisanih korakih obdelovale na posameznih strojih. Ob vsakem koraku je bilo potrebno v stroj vložiti novo kontrolno ploščo s programom. Prav tako je moral operater paziti na pravi vrstni red kartic. Ob tem so v posameznih korakih lahko stroji luknjali nove kartice za obdelavo. Ob upoštevanju, da je bil datoteka s 5.000 karticami dolga okoli enega metra si lahko predstavljamo, da je bilo ob vsaki obdelavi število kartic veliko. Te kartice so zavzemale tudi veliko prostora. Že majhna nepazljivost pri

menjavi kartic ali uporaba napačnega programa je povzročila velike stroške in mnogo dodatnega dela.



Slika 6. Stikalna plošča za programiranje ene izmed naprav za obdelavo kartic.

5. Zaključek

Stroji za mehanizirano obdelavo luknjanih kartic so bili v uporabi približno osemdeset let. Kljub počasnosti so vendar omogočili veliko hitrejšo obdelavo podatkov od ročne obdelave. Podatke niso več obdelovali na kraju nastanka temveč v mehanografskih centrih. Vanje so se stekali podatki s celotne organizacije. Tam so se istovrstni podatki obdelovali po standardnih postopkih. Zato so organizatorji obdelav v teh centrih morali poznati organizacijo podjetja. Nadalje so morali natančno predvideti zaporedje obdelav na posameznih strojih in vsak korak ustrezno programirati – povezati konektorska mesta na ustreznih kontrolnih ploščah.

Tudi ko so se pojavili prvi računalniški sistemi, je bil postopek obdelave enak. Tudi v tem primeru so se podatki zbirali v računskih centrih, kjer so jih obdelovali. V njih so kartice nadomestili trakovi in diski, vse naprave za obdelavo kartic pa je nadomestila centralna enota računalnika. Tudi pri računalnikih morajo biti v programu računalnika vsi postopki določeni vnaprej. Ob prehodu z mehanografske obdelave na računalniško obdelavo so se kadri, ki so organizirali delo v mehanografskih centrih, lahko hitro prilagodili novi tehnologiji.

Luknjane kartice so se obdržale tudi še v času prodora računalnikov. Ker spočetka ti niso imeli terminalov, so bili programi luknjani na karticah. Ta medij je bil prikladnejši od magnetnih trakov, saj je omogočal lažjo popravo in dopolnitve programov. S pojavom disket in terminalov v osemdesetih letih prejšnjega stoletja pa so kartice polagoma izgubile na pomenu. Danes lahko kartice in stroje za njihovo obdelavo srečamo le še v muzejih računalništva.

Literatura

1. Levy Joseph, Punch Card Data Processing, McGraw Hill, 1967.
2. Punched Card Data Processing Principles, Vol. 1-7, IBM 1961.
3. IBM Card Equipment Summary, August 57.