

STATISTISK SENTRALBYRÅS HÅNDBØKER

Nr. 14

Oslo, 18. mars 1958

I N N F Ø R I N G I D E U C E

I N N F Ø R I N G I D E U C E

Statistisk Sentralbyrå
Oslo, 1958

F o r o r d

Som et ledd i forberedelsene til bruken av den elektroniske databearbeidingsmaskin DEUCE, sender Statistisk Sentralbyrå med dette ut Innføring i DEUCE. Heftet bygger på kurs som er holdt for Byråets funksjonærer med sikte på å gi en generell innføring i EDB-maskinens virkemåte og anvendelsesmuligheter. Det vil senere bli utarbeidd en fullstendig håndbok i programmering for DEUCE.

Innføring i DEUCE er utarbeidd av førstesekretær Erik Aurbakken ved Byråets Gruppe for metodespørsmål og statistiske standarder.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 18. mars 1958

Petter Jakob Bjerve

Svein Nordbotten

I n n h o l d

	Side
1. KORT OVERSIKT OVER VANLIGE HULLKORTMASKINER	4
1.1. Hovedmaskiner	4
1.2. Hjelpemaskiner	6
2. DEUCE	7
2.1. Liste over en del begrep som er brukt i omtalen av maskinen	7
2.2. Maskinens oppbygging	9
2.3. Liste over operasjoner som DEUCE kan utføre automatisk ved hjelp av en ordre	14
2.4. Liste over de viktigste tekniske data for DEUCE	15
3. I HVILKEN GRAD KAN DEUCE ERSTATTE VANLIGE HULLKORTMASKINER?	16
3.1. Tabulator	16
3.2. ESM 101	18
3.3. Collator	20
3.4. Kalkulator	22
3.5. Forenkling av arbeidsrutinen	23
4. PLANLEGGING FOR OMLEGGING AV ARBEIDSRUTINER TIL DEUCE	23
4.1. Kartlegging av eksisterende arbeidsrutiner	23
4.2. Vurdering av eksisterende arbeidsrutine og nye ønsker	25
4.3. Ny arbeidsrutine	25

1. KORT OVERSIKT OVER VANLIGE HULLKORTMASKINER

Ved overgangen til en EDB-maskin (elektronisk databearbeidingsmaskin) kan man til en viss grad avlaste vanlige hullkortmaskiner, men ikke erstatte dem fullt ut. DEUCE bruker en IBM 528 hullkortmaskin for å kunne ta inn opplysninger utenfra og gi fra seg resultatene. En blir derfor fortsatt nødt til å punche hullkort som hittil, en får bruk for å sortere kortene på vanlige sorteringsmaskiner, blande dem på collator og skrive lister og tabeller på tabulator. I de aller fleste statistikkene vil arbeidet bli utført dels på DEUCE, dels på vanlige hullkortmaskiner. Før en begynner å studere DEUCE og programmering, vil det derfor være nyttig å ha et visst kjennskap til de vanlige hullkortmaskinene. Her skal bare gis en kort omtale av de maskinene Statistisk Sentralbyrå har i dag og de viktigste av deres funksjoner.

1.1. Hovedmaskiner

En kan regne ESM 101 (Electronic Statistical Machine) og tabulatorene som hovedmaskiner i Byråets maskinavdeling. Det er disse maskinene som leverer de ferdige resultatene, det vil som regel si tabeller og lister.

1.1.1. Tabulator

Tabulatoren kan betraktes som en stor automatisk summerings- og skrivemaskin. Byråets IBM-tabulator har 80 regneverksposisjoner, dvs. de kan holde en 80-sifret sum eller mange små summer på tilsammen 80 siffer. Skrivingen foregår fra et skriveverk med 88 typestenger som skriver en type hver, på linje. En numerisk tabulator (type IBM 416) kan bare skrive siffer, mens en alfabetisk (alfanumerisk) tabulator (type IBM 420) i tillegg til siffer også kan skrive bokstaver i 45 typestenger til venstre. Skrivingen av summer foregår automatisk når maskinen kommer til en ny gruppe. Disse summene kan punches i nye hullkort hvis en kobler til en maskin som kalles sumpunch.

En tabulator kan arbeide på 3 forskjellige måter:

1. Listing. Maskinen skriver 1, 2 eller 3 linjer fra hvert kort som går igjennom. Hastigheten er 9 000 linjer pr. time på numerisk og 4 800 på alfabetisk tabulator.

2. Tabellering. Maskinen adderer ett eller flere tall fra hvert kort og skriver summene når det er slutt på en gruppe. Det er mulig å ta summer automatisk for 3 trinn, minor, inter og major; en final sum kan tas manuelt. Hastigheten er 9 000 kort pr. time, men det går tid tapt til

skrivning av summer. Det tar like lang tid å skrive en linje med summer som å summere ett kort.

3. Tabellering og listing. Dette er en kombinasjon av arbeidsmåte 1 og 2. Hastigheten er som ved listing, men det går tid med til skrivning av summer.

I tillegg til regneverk og skriveverk har tabulatoren en del selektorutstyr som gjør det mulig for maskinen til en viss grad å behandle forskjellige kort på forskjellig måte. Et felt i kortet kan f. eks. adderes i forskjellige kolonner i en tabell avhengig av verdien av et kjennemerke i kortet. Denne evnen til å foreta gruppering av kortene etter et kjennemerke de ikke er sortert på, er ikke særlig stor i en tabulator. En får her mye større muligheter på DEUCE.

1.1.2. ESM 101

Dette er en maskin som er spesielt beregnet på gruppering og telling. Den egner seg derfor utmerket til f. eks. folketelling. Det viktigste utstyret i maskinen er telleverkene og selektorutstyret. Den har 60 telleverk à 4 siffer og 2 regneverk à 8 siffer. Telleverkene kan bare addere en ener for hvert kort, mens regneverkene kan addere beløp fra kortet. I de 60 telleverkene er det mulig å telle 10 fordelinger samtidig, dvs. for hvert kort som går igjennom maskinen, kan det adderes en ener i 10 forskjellige telleverk.

Maskinen har skriveverk for automatisk skrivning av innholdet i telleverk og regneverk sammen med en 4-sifret indikasjon. Skrivningen foregår på to ark samtidig med ett regneverk, indikasjon og 30 telleverk på hver linje på hvert ark. Det tar ca. 18 sek. å skrive en linje.

Maskinen kan sortere kortene i 12 forskjellige grupper samtidig med tellingen og uavhengig av denne.

Ved siden av tabellkjøring, er kontroll av kortene før de blir brukt til tabellkjøring, det viktigste arbeidet på ESM 101. Til dette arbeidet gjør en bruk av maskinens sorterings- og grupperingsevne. De kortene med kjennemerkeverdier som en vil regne som tvilsomme, blir sortert ut fra de en vil betrakte som riktige.

Av spesielle arbeider som kan utføres på ESM 101, kan nevnes:

1. Trekking av utvalg fra en kortmasse, f. eks. kort nr. 13, 42, 85, 113, 142, 185, 213, 242, 285 osv. (Det står selvfølgelig ikke noe nummer i kortet).

2. Sortering eller telling av kortgrupper etter kjennemerket som bare er punchet i første kort i gruppen.

3. Sortering eller telling av kortene etter differansen mellom 2 tall i kortet; tallene bør ikke være på mer enn 2 siffer. Ved en folketelling kan en f. eks. gruppere kortene etter alder ved giftermål når en kjenner fødselsår og ekteskapsår.

ESM 101 arbeider med hastigheten 27 000 kort pr. time, men ved tabellkjøring må en huske på at mye tid går med til skriving av tabellen.

Arbeid som spesielt egner seg for ESM 101, kan det være vanskelig å utføre mer effektivt på DEUCE, særlig hvis det ikke kan kombineres med andre operasjoner, f. eks. regnearbeid.

1.2. Hjelpemaskiner

I en maskinpark trenger en forskjellige typer hjelpemaskiner til å utføre spesielle operasjoner i en arbeidsrutine.

1.2.1. Kalkulator

Kalkulatoren kan utføre de 4 regneoperasjonene: addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon på tall som er punchet i kort. Byråets kalkulator, IEM 626, har bare en kortbane slik at resultatene må punches i samme kort som grunnlaget for beregningene står eller i et blankt kort som følger etter. DEUCE derimot har 2 kortbaner, en for datakort og en for resultatkort. Det er imidlertid mulig å punche bare i den siste. Hastigheten på kalkulatoren er maksimum 3 000 kort pr. time. Den avhenger noe av tallet på regneoperasjoner og i større grad av hvor mange siffer som skal punches for hvert kort.

1.2.2. Sorterer

Byrådet har i dag 6 sorterere. Hastigheten er 24 000, 27 000, 36 000 og 40 000 kort pr. time for de forskjellige modeller. På samme måte som kortene blir sortert i dag før tabellering, vil det i alminnelighet være nødvendig å sortere kortene før de blir kjørt på DEUCE. Men det er mulig en kan spare noe sortering ved overgangen til DEUCE, fordi denne maskinen gir langt større muligheter for å foreta en gruppering internt uten sortering av kortene.

1.2.3. Collator

Denne maskinen har 2 kortbaner som kan arbeide samtidig. Ved hjelp av collatoren er det mulig å sammenlikne 2 kortmasser som er sortert i samme orden, og skille ut kort fra hver av dem som ikke har tilsvarende kort i den andre massen. Kortene fra den ene banen kan sorteres til 3 forskjellige uttak (lommer) og fra den andre banen til 2 uttak. Ett av disse uttakene

er felles for begge baner (det er altså 4 uttak i alt), slik at det er mulig å blande kort fra de 2 banene i dette uttaket. Hastigheten er 13 000 kort pr. time på hver bane, slik at topphastigheten kan bli 26 000 kort pr. time hvis begge baner stadig kan arbeide samtidig, noe som sjelden er mulig.

1.2.4. Reproduser

Reproduseren brukes til å lage nye kort når de gamle er utslitt, overføring av fellesopplysninger fra et kortsett til et annet og overføring av streker til hull i "marksensede" kort. Reproduseren kan dessuten kobles til tabulator og brukes som sumpunch. Maskinen har 2 kortbaner og ett uttak for hver bane. Hastigheten er 6 000 kort pr. time på hver bane.

1.2.5. Sumpunch

Sumpunchen brukes sammen med tabulatoren for å få summer fra denne inn i nye hullkort. Maskinen har en kortbane og ett uttak. Hastigheten er 6 000 kort pr. time.

1.2.6. Interpreter

Denne maskinen brukes til å skrive innholdet i kortet i klarskrift på selve kortet. Dette er særlig nyttig på registerkort med alfabetiske opplysninger. Ellers kan det ofte være praktisk å interpretere kort i stedet for å kjøre lister på tabulatoren, f. eks. når det gjelder feilkort.

2. DEUCE

2.1. Liste over en del begrep som er brukt i omtalen av maskinen

A d r e s s e. Minnet i maskinen er delt inn i like store enheter, ord. Disse er nummerert, og en kan referere til dem ved hjelp av disse numrene som kalles adresser. 11₅ er adressen til ord nr. 5 i delaylinje nr. 11.

B i n æ r t k o d e d e d e s i m a l s i f f e r o g b o k s t a v e r. Hvert desimalsiffer og hver bokstav leses inn fra IBM 528 og kodes om automatisk til en 6 bits binær kode.

B i t. Forkortelse for binary digit.

D e l a y l i n j e. Hurtigminnet i DEUCE er bygd opp av delaylinjer. En delaylinje er en strømkrets hvor impulsene (tallene) sirkulerer med en viss omløpstid avhengig av lengden av forsinkelsen i delaylinjen. I DEUCE blir impulsene forsinket ved at de omformes til mekaniske svingninger ved inngangen til et kvikksølvør og tilbake til elektriske impulser ved utgangen av røret. En forsterker er koblet inn i kretsen.

K o m m a, f a s t. Regneoperasjonene i DEUCE blir utført med fast komma. Dette betyr i praksis at høyeste (mest signifikante) siffer i tallet går tapt hvis tallet etter en regneoperasjon består av flere siffer enn registeret, hvor tallet skal lagres, kan inneholde. Dette er også vanlig i mekaniske regnemaskiner.

M i n n e. Det stedet i maskinen hvor program, data og resultater blir lagret.

O r d. Minnet i maskinen er delt inn i like store enheter à 32 bits som kalles ord. Et ord kan inneholde et tall eller en ordre.

O r d r e. Et program er satt sammen av en serie ordrer av fast lengde, 32 bits. Maskinen kan utføre et bestemt antall forskjellige elementoperasjoner automatisk. Til hver av disse svarer en numerisk kodet ordre. Ordrene blir tydet av maskinens kontrollorgan som setter den tilsvarende operasjon i gang.

O r d t i d. Den tiden det tar for et ord å passere et punkt under en overføring. I DEUCE kalles dette en minor-cycle, en minor-cycle er 0,032 ms.¹⁾

P r o g r a m. Maskinen arbeider automatisk, styrt av et program (arbeidsprogram) som er bygd opp av ordrer lest inn og lagret i en numerisk form i maskinens minne. Programmet kan lett skiftes ut med et nytt.

R e g i s t e r. De korte delaylinjene i DEUCE, på 4, 2 og 1 ord, kalles i alminnelighet registrer.

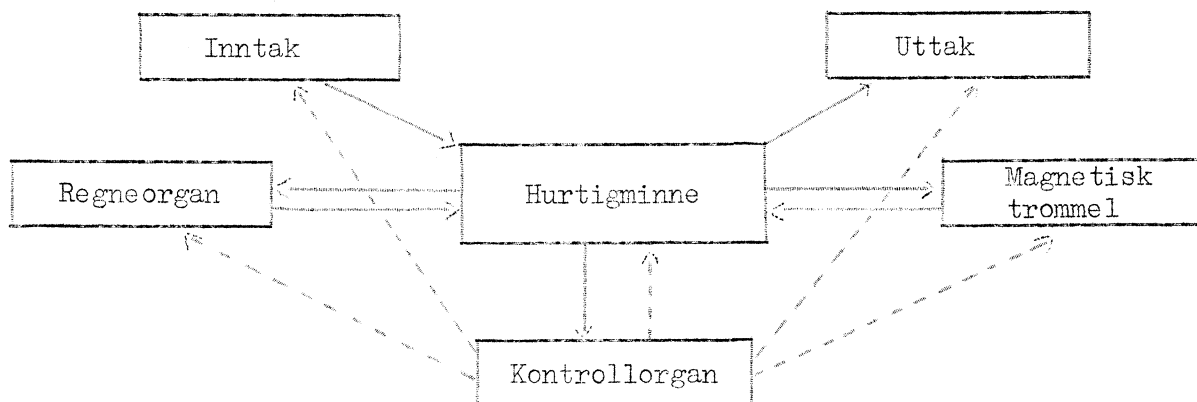
S e r i e p r i n s i p p e t. DEUCE er en seriemaskin (det motsatte av seriemaskiner er parallellmaskiner). I en seriemaskin blir sifrene i et tall transportert etter hverandre (i serie) som et impulstog når de skal overføres fra et sted til et annet.

V e n t e t i d. De opplysningene som er lagret i et minne, er for de fleste typer av minne ikke tilgjengelige for maskinen til et hvert tidspunkt. En sier derfor at minnet har en ventetid. Ventetiden er den tiden som går fra kontrollorganet "ber om" å få forbindelse med en lagerplass til innholdet av denne lagerplassen er tilgjengelig og klart til å overføres. I delaylinjene i DEUCE er et ord tilgjengelig bare i det øyeblikk det kommer ut av kvikksølv-røret. Forsøker en å få tak i et ord på et annet tidspunkt, må en vente en tid, og ventetiden avhenger av hvilket tidspunkt en forsøker å få tak i ordet. En snakker derfor om gjennomsnittlig ventetid.

1) ms er forkortelse for millisekund, 1/1000 sekund.

2.2. Maskinens oppbygging

DEUCE er en elektronisk siffermaskin. Den er bygd etter serieprinsippet og arbeider i det binære tallsystemet, med fast komma. Nedenfor er gitt en skjematisk framstilling av de viktigste delene i maskinen og sammenhengen mellom dem.



F i g. 1

Helt opptrukkede linjer i figuren antyder at data kan overføres i den retning pilespissene peker. Streke-linjer antyder at kontrollorganet styrer alle andre organer.

2.2.1. Inntak og uttak

En IBM hullkortmaskin, type 528, er koblet til DEUCE, og denne brukes til å få opplysninger inn og ut av maskinen. DEUCE må altså få program og data presentert i form av hullkort, og resultatene blir også levert i denne form.

IBM 528 er en maskin med 2 kortbaner, en lesebane med hastighet 12 000 kort pr. time og en punchebane med hastighet 6 000 kort pr. time. Hvis begge baner skal arbeide samtidig, vil hastigheten i lesebanen gå ned til 6 000 kort pr. time. Hver bane har bare et uttak; det er følgelig ikke mulig å sortere kortene under en gjennomkjøring. Det er heller ikke mulig å punche et resultat i samme kort hvor grunnlaget for beregningene står på grunn av at lesing av data og punching av resultat foregår i forskjellige kortbaner.

DEUCE er ikke i stand til å gi fra seg skrevne resultater. For å få skrevet en tabell, må kortene listes på en vanlig tabulator.

IBM 528 er forsynt med vanlig pluggbord både for lesing og punching. Dette gjør det mulig å fordele kolonnene i kortet som en vil.

Det er også mulig å få data inn og ut av maskinen manuelt, inn ved å stille inn brytere og ut ved å lese av lamper. En kan på denne måten håndtere et tall (ord) på 32 bits om gangen.

All innlesing og punching foregår som regel i det desimale tallsystemet (bortsett fra innlesing av program). Maskinen foretar en automatisk omkodning av desimalsiffer og bokstaver som leses fra kortet, slik at disse blir lagret i maskinen som binært kodede desimalsiffer og bokstaver. Koden er på 6 bits, slik at et desimalsiffer eller en bokstav opptar 6 bits i maskinen. Alle regneoperasjoner foregår imidlertid i det binære tallsystemet, slik at de desimale tallene ved hjelp av programmet må regnes om til binære tall. Når resultatene er ferdige (i binær form) må programmet sørge for at de blir regnet om til desimale tall igjen, og hvert desimalsiffer må få samme binære kode som det hadde ved innlesingen. Denne binære koden for sifrene 0 - 9 er de vanlige binære tallene for 0 - 9.

2.2.2. Hurtigminnet

Som en ser av fig. 1 er hurtigminnet sentrum i maskinen. Det tjener som forbindelsesledd mellom de andre enhetene. I tillegg til denne funksjonen skal det tjene som lagerplass for arbeidsprogrammet eller størst mulig del av det. Arbeidsprogrammet må stå i hurtigminnet mens det blir utført, men kan ellers lagres på trommelen. I hurtigminnet må en også få plass til mest mulig data og mellomresultater.

Hurtigminnet i DEUCE er bygd opp av delaylinjer i form av kvikksølv-rør av forskjellig lengde. Delaylinjene er delt inn i ord à 32 bits.

Nedenfor er gitt en oversikt over delaylinjene i hurtigminnet:

12 stk. à 32 ord,	DL 1 - DL 12,	tilsammen 384 ord,	gj.sn. ventetid 0,496 ms
2 " " 4 " ,	QS 17 og QS 18,	" 8 " ,	" " 0,048 "
3 " " 2 " ,	DS 19 - DS 21,	" 6 " ,	" " 0,016 "
4 " " 1 " ,	TS 13 - TS 16,	" 4 " ,	" " 0

DL = Delayline, QS = Quadruple store

DS = Double store, TS = Temporary store

Hele hurtigminnet er altså på 402 ord. En del av delaylinjene har spesielle funksjoner. Nedenfor er gitt en oversikt over disse.

DL 1 - DL 8. Her må programmet lagres når det skal utføres. Det er altså bare DL 1 - DL 8 som har forbindelse med kontrollorganet.

DL 11. Denne tjener som forbindelsesledd mellom hurtigminnet og den magnetiske trommelen. Det er bare denne delaylinjen som kan brukes ved overføringer til og fra trommelen.

- DL 12. Denne tjener som forbindelsesledd mellom hurtigminnet og IHM 528. Den ene halvparten brukes til innlesing og den andre til punching. 2 ord ved siden av hverandre kan lagre 10 desimalsiffer eller bokstaver binært kodet; til dette brukes 60 bits av 64, de 4 høyeste bits er ledige. Det er altså mulig å lese inn eller punche alle 80 kolonner i kortet.
- TS 13. Brukes ved addisjon og subtraksjon, enkel lengde, til den ene operand og resultatet.
- TS 14. Innholdet av TS 14 kan skiftes opp eller ned. Inneholder den ene operand ved logisk multiplikasjon og rudimentær addisjon.
- TS 15. Inneholder den andre operand ved logisk multiplikasjon og rudimentær addisjon.
- TS 16. Brukes til å oppbevare multiplikator ved multiplikasjon og divisor ved divisjon.
- DS 21. Innholdet kan skiftes nedover (divideres med 2^n). Brukes ved addisjon og subtraksjon, dobbel lengde, til den ene operand og resultatet. Brukes ved multiplikasjon og divisjon til den operand som ikke står i TS 16 og til resultatet.

Selv om en delaylinje har en spesiell funksjon, kan den også brukes som vanlig lagerplass.

2.2.3. Regneorgan

I en hullkortmaskin, tabulator eller kalkulator, har en som regel flere regneverk som kan arbeide samtidig, og maskinens kapasitet er sterkt avhengig av antall regneverk. I en elektronisk regnemaskin er forholdet et noe annet. Som regel har man ett sett utstyr som kan utføre de 4 vanlige regneartene, og dette utstyret kan vi kalle maskinens regneorgan. I en hullkortmaskin blir resultatet av en regneoperasjon stående i regneverket. I en elektronisk maskin derimot er det bare utførelsen av regneoperasjoner som foregår i regneorganet. Resultatet blir lagret i et bestemt register. For enkelhets skyld kan man gjerne betrakte disse registrene som de egentlige regneorgan. Det en trenger å vite er hvilke regneoperasjoner som kan utføres, hvor operandene skal plasseres og hvor resultatet blir plasert. I DEUCE blir operander og resultat plasert i bestemte registrer som vi regner til hurtigminnet. Regnehastighetene er gitt i 2.4. Liste over de viktigste tekniske data for DEUCE.

A d d i s j o n. I DEUCE kan man foreta addisjon med både enkel og dobbel lengde, dvs. med tall på 32 eller 64 bits. Ved addisjon av enkel lengde må den ene addenden stå i TS 13, og den andre hvor som helst i

hurtigminnet. Summen blir plasert i TS 13. Tilsvarende brukes DS 21 under addisjon av dobbel lengde.

S u b t r a k s j o n. Samme muligheter som addisjon.

M u l t i p l i k a s j o n. Multiplikanden plasseres i høyeste halvpart av DS 21, laveste halvpart av DS 21 nullstilles, multiplikator plasseres i TS 16, og et 64 bits produkt blir plasert i DS 21. Hvis noen av faktorene er negative, må produktet justeres.

D i v i s j o n. Dividenden plasseres i høyeste halvpart av DS 21, laveste halvpart nullstilles, divisor plasseres i DS 16, og resultatet blir plasert i DS 21, alltid med riktig fortegn. Dividend, divisor og kvotient må være av enkel lengde.

R u d i m e n t æ r a d d i s j o n (\neq). Operandene plasseres i TS 14 og TS 15, og resultatet kan plasseres hvor som helst i hurtigminnet (også i TS 14 og TS 15).

```
Eksempel:      0 1 1 0 1   i TS 14
                ≠ 1 0 1 0 1   i TS 15
                = 1 1 0 0 0   Hvor som helst i hurtigminnet
```

Hvis $a \neq b = x$, så er $a \neq x = b$ og $b \neq x = a$.

L o g i s k m u l t i p l i k a s j o n (&). Operander og resultat som ved rudimentær addisjon.

```
Eksempel:      0 1 1 0 0   i TS 14
                & 0 1 0 1 0   i TS 15
                = 0 1 0 0 0   Hvor som helst i hurtigminnet
```

Logisk multiplikasjon brukes til å plukke ut deler av et ord.

S k i f t. Innholdet av TS 14 kan divideres og multipliseres med 2, og resultatet plasseres hvor som helst i hurtigminnet. Det samme gjelder for divisjon med 2 i DS 21. Divisjon og multiplikasjon med 2 vil i en binær maskin si at tallet flyttes en posisjon (bit) til venstre eller høyre i registeret. Disse operasjonene kalles i alminnelighet skift.

2.2.4. Magnetisk trommel

Hurtigminnet i DEUCE er for lite til å kunne oppbevare alt hva en kan ha interesse av å lagre i maskinen samtidig. DEUCE er derfor forsynt med en magnetisk trommel hvor det er mulig å lagre 8 192 ord. Dette er en metallsyylinder som roterer med stor hastighet og har en magnetisk overflate.

Trommelen er inndelt i 16 blokker à 16 spor, og hvert spor er delt i 32 ord som en lang delaylinje i hurtigminnet.

Det er mulig å overføre innholdet i et spor i begge retninger mellom DL 11 og trommelen ved hjelp av lese- og skrivehoder. Det er 16 lese- og 16 skrivehoder. Disse hodene er montert i 2 grupper, en for lese- og en for skrivehoder. En gruppe dekker 16 spor, dvs. en blokk, av trommelen om gangen. Gruppene kan flyttes, uavhengig av hverandre, fram og tilbake, slik at det er mulig å lese og skrive på hele trommelen. Det tar 35 ms. å flytte en gruppe med hoder til en annen blokk, og en overføring av et spor tar 13 ms. Maskinen kan gjøre andre operasjoner mens en overføring eller flytting av hoder pågår, men DL 11 må ikke brukes til andre formål under en overføring.

2.2.5. Kontrollorgan

Alle operasjoner i maskinen og maskinens forbindelse med utenverdenen gjennom IBM 528 og brytere og lamper på kontrollbordet styres fra maskinens kontrollorgan. Dette sørger for å hente inn deler av programmet, en ordre om gangen, fra DL 1 - DL 8, lagre denne ordren i et spesielt register som kalles TS count, tyde ordren og sette i gang den operasjonen som ordren består av. Når en ordre er utført, blir neste hentet inn; hver ordre inneholder nemlig også adresse til neste ordre. I en ordre som alltid består av ett ord, er det mulig å spesifisere følgende:

1. Hvilke operasjoner som skal utføres. En har et begrenset antall elementøperasjoner å velge mellom. I avsnitt 2.3. er gitt en oversikt over disse.

2. Adresser til operand eller resultat. Ved noen regneoperasjoner tar maskinen automatisk den ene operanden fra et bestemt register hvor den må være plasert på forhånd, og resultatet blir plasert i et bestemt register. Det er da mulig å angi adresse til den andre operanden. I andre operasjoner (& og \neq) må begge operander plaseres i bestemte registrer på forhånd, og det er anledning til å angi adresse for resultatet. Ved multiplikasjon og divisjon kan man ikke angi adresse for hverken operand eller resultat.

3. Hvor mange ganger operasjonen skal gjentas. Dette gjelder for enkelte operasjoner. Det er f. eks. mulig å gjenta en skiftoperasjon "n" ganger, slik at tallet blir forskjøvet n plasser. Det er også mulig å summere flere ord, inntil 32, i samme delaylinje ved hjelp av en ordre.

4. Adresse til neste ordre. At man angir adressen til neste ordre, gjør det mulig for maskinen å "finne fram" i programmet.

2.3. Liste over operasjoner som DEUCE kan utføre automatisk ved hjelp av en ordre

Listen gir ikke noen detaljert oversikt over operasjonene; noen kan forekomme i flere varianter. En slik liste kalles i alminnelighet maskinens ordreliste. Til hver operasjon (ordre) svarer en numerisk kode som en bruker når en skriver programmet. Disse kodene er ikke tatt med her. Ved å studere maskinens ordreliste får en et inntrykk av hvor detaljert en arbeidsrutine må settes opp før den kan skrives om til et program for maskinen. Hvert trinn i rutinen må nemlig kunne utføres ved en av operasjonene i listen nedenfor.

2.3.1. Regneoperasjoner

1. Addisjon
2. Subtraksjon
3. Multiplikasjon
4. Divisjon
5. Skift
6. Rudimentær addisjon
7. Logisk multiplikasjon

2.3.2. Testoperasjoner

1. Undersøke et talls fortegn og velge mellom to veier i programmet på grunnlag av dette.
2. Undersøke om et tall er lik eller forskjellig fra 0 og velge mellom to veier i programmet på grunnlag av dette.

2.3.3. Intern dataoverføring

1. Overføringer mellom forskjellige delaylinjer i hurtigminnet.
2. Overføringer mellom DL 11 og trommelen.

2.3.4. Lesing og punching av kort

1. Les et kort i IBM 528.
2. Punch et kort i IBM 528.

2.3.5. Diverse

1. Les et ord fra brytere på kontrollbordet.
2. Send et ord til lampene på kontrollbordet.
3. Gi lyd i et alarmapparat.

2.4. Liste over de viktigste tekniske data for DEUCE

Ordlengde	32 bits
Ordtid	0,032 ms
Ordrelengde	32 bits
Internt tallsystem	binært
Arbeidsmåte	serie
Regnemåte	fast komma
Hurtigminne (kvikksølvrrør)	402 ord

Spesifikasjon av hurtigminne:

12 delaylinjer à 32 ord, gj.sn. ventetid	0,496 ms
2 " " 4 " , " "	0,048 "
3 " " 2 " , " "	0,016 "
4 " " 1 " , " "	0
Magnetisk trommel, 16 blokker à 16 spor à 32 ord	8 192 ord
Overføringstid for et spor	13 ms
Antall lesehoder på trommelen	16
Antall skrivehoder på trommelen	16
Tid for flytting av lese- eller skrivehode	35 ms

Regnehastigheter (eksklusive ventetid):

Addisjon, subtraksjon, enkel lengde	0,064 ms
" , " , dobbel lengde	0,096 "
Multiplikasjon	2,080 "
Divisjon	2,112 "
Skift en pos., enkel lengde	0,064 "
" " " , dobbel lengde	0,096 "
Tillegg pr. pos. for langt skift, enkel lengde	0,032 "
" " " " " " , dobbel lengde	0,064 "
Rudimentær addisjon	0,064 "
Logisk multiplikasjon	0,064 "

3. I HVILKEN GRAD KAN DEUCE ERSTATTE VANLIGE HULLKORTMASKINER ?

Hvis en sammenlikner hastigheter for lesing og punching for DEUCE med vanlige hullkortmaskiner, finner en at vi har hullkortmaskiner med like stor punchehastighet (reproduser) og med langt større lesehastighet (ESM 101). Den interne arbeidshastigheten og evnen til å lagre opplysninger er imidlertid langt større i DEUCE. I oppgaver hvor en kan dra nytte av denne interne kapasitet i DEUCE, kan det derfor være mulig å erstatte vanlige hullkortmaskiner i større eller mindre grad.

3.1. Tabulator

Lesehastigheten for tabulatoren er 9 000 kort pr. time, mens tilsvarende hastighet for DEUCE er 12 000 kort pr. time. På tabulatoren kan en få skrevet en tabell etter hvert som summene blir ferdige i maskinen. På DEUCE har en ikke noe skriveverk. En må derfor punche sumkort og få disse skrevet på tabulatoren. Det er da lite eller ingenting å vinne ved å bruke DEUCE i de tilfelle hvor hele arbeidet kan gjøres på en gjennomkjøring på tabulatoren.

Hvis en skal ha 2 eller flere tabeller fra kortene, må en på tabulatoren kjøre kortene en gang igjennom for hver tabell og for hver tabell sortere kortene etter tabellens forspalte. I slike tilfelle kan det tenkes at en på DEUCE kan lage flere tabeller samtidig og dermed spare både gjennomkjøringer for tabellering og sortering. Det er her DEUCE's evne til å lagre opplysninger i minnet kommer til nytte. En kan lagre hele tabeller på den magnetiske trommelen og skrive dem ut når alle kortene er kjørt igjennom. På trommelen er det plass til å lagre 8 192 tall à 9 desimalsiffer. Den tilsvarende lagringskapasiteten i en tabulator er 80 desimalsiffer. Teoretisk skulle det være mulig å lagre en tabell på f. eks. 1 000 linjer à 8 kolonner på trommelen hvis ingen av summene overstiger 9 desimalsiffer. I praksis vil det være meget vanskelig å utnytte trommelen så godt.

Vanskeligheten består i å finne ut hvor en bestemt enhet skal summeres i tabellen. Ut fra kjennemerkeverdien i kortet skal en finne fram til en adresse på trommelen hvor kort med denne verdien skal adderes. Det gjelder altså å finne en sammenheng mellom kjennemerkeverdiene i kortet og adressene på trommelen, slik at en ved en regneoperasjon kan finne adressen når en kjenner verdien. Adressene på trommelen kan en betrakte som en fortløpende nummerering av ordene fra 0 til 8 191, selv om den er inndelt i blokker og spor. De kodesystemene som brukes i Byrået i dag, er gjerne bygd opp slik at en kan sløyfe ett eller flere av de laveste sifrene etter som en

vil ha større grupperinger. I handelsstatistikken kan en f. eks. kjøre tabeller for 2, 3 eller 5 siffer av en kode for varetype på 7 siffer. Når man bygger opp koden ut fra slike hensyn, får man en kode med mange siffer, og de brukte verdiene i koden vil fordele seg utover i det mulige området med større og mindre mellomrom. Hvis en ser på noen av de vanlige kodene i Byrået, vil en få et inntrykk av forholdet mellom brukte og mulige verdier.

Herred,	4 siffer,	744 brukte verdier av	10 000 mulige
Næring,	4 " ,	ca. 450 " " "	10 000 "
Land,	4 " ,	128 " " "	10 000 "
Varenr.,	7 " ,	ca. 2 500 " " "	10 000 000 "

I slike kodesystemer vil det være meget vanskelig å finne noen sammenheng mellom verdiene av koden og adressene på trommelen, ihvertfall så lenge en må ta hensyn til alle sifrene i koden. Det en må gjøre er å la DEUCE foreta en omkodning fra det gamle systemet til et nytt "tett" system som starter på 0 og hvor verdiene er brukt fortløpende til høyeste verdi. En slik omkodning kan gjøres ved å lagre alle verdier i det gamle systemet i stigende rekkefølge på trommelen og ved siden av hver av disse verdiene sette den tilsvarende verdien i det "tette" systemet. For hver verdi som leses inn, må så maskinen lete i denne listen på trommelen til den finner en tilsvarende verdi og bytte om den gamle med den nye verdien fra det "tette" systemet. I praksis trenger man ofte ikke å lagre verdiene i det "tette" systemet; de kan beregnes ut fra adressen til det ordet hvor verdien i det gamle systemet er lagret. Hvis en ikke finner tilsvarende verdi i listen, betyr det at den verdien som er lest inn, er feil. Samtidig med denne omkodingen får en altså kontrollert at det ikke forekommer verdier som ikke skal brukes.

Når en har funnet en "tett" kode, er det en enkel sak ut fra denne å beregne den adressen en er ute etter, f. eks. ved en multiplikasjon med en konstant.

Ulempen ved dette systemet er at omkodingen tar tid, og den listen som må lagres, tar plass; et ord for hver verdi av koden. Tiden går med til overføringer fra trommelen til hurtigminnet. En liste som dekker 10 spor (320 verdier av koden), vil det ta minst 130 ms (13 ms \cdot 10) å lete igjennom hvis en søker rett fram i listen. Det blir programmerers oppgave å lage et program som foretar en rask søking med et minimum av overføringer og dra nytte av eventuell systematikk i det enkelte kodesystemet.

Av det foregående skjønner en at mye programmeringsarbeid kan spares hvis kodesystemene er "tette", og lagerplassen i maskinen kan også nyttes

bedre. Ved opplegg av nye kodesystem bør en derfor, så lenge det ikke går ut over andre hensyn, forsøke å lage systemet "tett".

Når en skal kjøre flere tabeller samtidig, blir kortene sortert på forspalten til den ene tabellen. Noen annen sortering trenger en ikke. For denne tabellen lagres en og en linje om gangen i maskinen, på samme sted, og skrives ut når tilsvarende kort er lest inn. Dette er tilsvarende arbeidsmåte som for tabulatoren, og det går lite lagerplass med til denne tabellen, ett ord for hver kolonne i tabellen. De andre tabellene derimot må i sin helhet lagres på trommelen, og antall ord som går med til lagringen av hver tabell, vil være lik antall linjer ganger antall kolonner i tabellen. En må derfor ordne seg slik at en lagrer i sin helhet de tabellene som tar minst plass og sorterer kortene etter forspalten til den tabellen som ville tatt størst plass.

3.2. ESM 101

De arbeider som det kan komme på tale å overføre fra ESM 101 til DEUCE, vil være tabellkjøring og kontroll av kortmassen.

3.2.1. Tabellkjøring

Når det gjelder tabellkjøring, vil det være vanskeligere for DEUCE å konkurrere med ESM 101 enn med tabulatoren fordi både lesehastigheten og lagerkapasiteten i ESM 101 begge er omtrent 3 ganger så store i ESM 101 som i tabulatoren. Lesehastigheten er 27 000 kort pr. time, og en kan lagre 256 desimalsiffer. Tabellkjøring som egner seg typisk for ESM 101, vil derfor vanskelig kunne gjøres mer effektivt på DEUCE. På ESM 101 er det mulig å foreta gruppering i 10 fordelinger samtidig, dvs. at maskinen bruker gjennomsnittlig 13,3 ms på å addere en ener i en fordeling. Hvis en skal få samme effektivitet på DEUCE, må samme arbeidet også her gjøres på 13,3 ms. At dette kan være vanskelig, skjønner en når en tenker på at en overføring til trommelen tar 13 ms, og tabeller eller lister for omkoding må lagres på trommelen. En kan risikere flere overføringer for hver fordeling. Det later altså ikke til at det er lesehastigheten, men ventetiden til trommelen som gjør det vanskelig for DEUCE å konkurrere med ESM 101. Forholdet ville altså være det samme med magnetbånd for innlesing. Hvis en kan greie seg med bare hurtigminnet, er det mulig en kan oppnå et bedre resultat med magnetbånd, men dette vil sikkert være vanskelig.

Det problemet med beregning av adresser som ble nevnt under tabulatoren, vil bli det samme her, og løsningen må også bli tilsvarende. Ved bruk av magnetbånd vil en slik omkoding som ble nevnt, kunne gjøres en gang

for alle fordi en har anledning til å sette den nye koden inn på båndet. En tilsvarende løsning vil bli for kostbar i kjøretid og kortforbruk så lenge en arbeider med bare hullkort.

Hittil har en sett bort fra at en på ESM 101 sjelden kan utnytte muligheten å telle 10 fordelinger samtidig, og at en er begrenset til maksimum 60 forskjellige grupper tilsammen i de fordelingene en vil ta samtidig. Disse grensene er ikke så trange i DEUCE, men det er sjelden en har bruk for så svært mange fordelinger og grupper pr. fordeling.

3.2.2. Kontroll

Det kontrollarbeidet som blir gjort på ESM 101, består i å skille ut kjennemerkeverdier som ikke er brukt og kombinasjoner mellom kjennemerkeverdier som en ikke vil tillate. En slik kontroll er det også mulig å foreta på DEUCE.

I kontrollkjøringer har ESM 101 alltid den fordelingen framfor DEUCE at det er mulig å sortere ut de kortene en vil betrakte som feil, mens en på DEUCE er nødt til å punche et kopi av disse kortene. Denne punchingen nedsetter hastigheten og betyr forbruk av kort. På DEUCE bør en derfor være forsiktig med å ta ut for stor del av kortene som "mistenkkelige".

For å vise hvordan DEUCE kan utføre kontrollarbeid, skal en her se på et eksempel hvor det gjelder å skille ut alle verdier som ikke er brukt i en kode på 3 siffer.

I en 3-sifret kode er det 1 000 mulige verdier, og i en delaylinje (eller spor på trommelen) er det 1 024 bits. En kan ta 1 000 slike bits i en delaylinje, nummerere dem fra 0 til 999 og la hver av dem være tilordnet en mulig verdi i koden, i stigende rekkefølge. I alle bits som tilsvarende brukte verdier av koden, settes en ener, og i alle andre bits settes null. Kontrollen kan så utføres ved å bruke verdien av koden som "adresse" og hente en bit med slik adresse fra delaylinjen. Hvis denne bit er lik 1, har vi en brukt verdi; er den 0, er verdien feil.

Til en slik kontroll vil DEUCE ha langt større kapasitet enn ESM 101. En kan fint, på en gjennomkjøring, kontrollere alle 3-sifrede kjennemerker det er mulig å punche i et kort, noe som vil være utenkelig på ESM 101.

En tilsvarende kontroll av et kjennemerke på 4 siffer vil etter samme metode kreve 10 delaylinjer. Det er klart at en ikke kommer langt med denne metoden hvis en vil kontrollere kombinasjoner mellom kjennemerker. Kontroll av kombinasjoner mellom 2 kjennemerker på 3 siffer hver vil kreve 1 000 delaylinjer eller spor, og DEUCE har bare 256 spor på trommelen. Her

kan det tenkes at en kan komme lengre med ESM 101 hvis det er relativt få kombinasjoner som skal skilles ut.

I det foregående har en tenkt seg at kortene skal kjøres igjennom maskinene i tilfeldig orden. Hvis en derimot i det nevnte tilfelle med 2 kjennemerker sorterer kortene på det ene, kan kontrollen utføres på DEUCE ved hjelp av bare en delaylinje. Innholdet av denne delaylinjen må da skiftes ut ved hjelp av masterkort for hver verdi av den koden det er sortert på. Det går med 200 kolonner eller 3 kort for å fylle 1 000 bits med ny informasjon fra masterkortene. En kolonne i kortet kan nemlig inneholde like mye informasjon som 5 bits. Ved en slik metode får en langt større muligheter på DEUCE enn på ESM 101.

3.3. Collator

DEUCE kan ikke avlaste collatoren når det gjelder vanlig colleringsarbeid. Det kan til og med tenkes at det vil bli mer kjøring på collatoren ved overgang til DEUCE; det vil bli en del inncollering av masterkort og kontroll av rekkefølgen av kortene. Det er derimot en del kontrollarbeid som i dag blir gjort på collatoren, og dette arbeidet kan godt gjøres på DEUCE.

Dette kontrollarbeidet består i kontroll av kombinasjoner mellom to eller flere kjennemerker. Kortene må være sortert på alle kjennemerker som skal kontrolleres, og en må ha et masterkort for alle kombinasjoner av kjennemerkeverdier en vil tillate. Hvis det er flere tillatte kombinasjoner enn ikke tillatte, lønner det seg å ha masterkort for de kombinasjonene som en ikke vil tillate. En får da færre masterkort. Masterkortene må være sortert på samme måte som de kortene en vil kontrollere, detaljkortene. Collatoren skiller så ut alle detaljkort som ikke har tilsvarende masterkort. En slik kontroll kan i prinsippet utføres på ESM 101 uten sortering av kortene, men når det blir mange verdier av kjennemerkene og mange kombinasjoner å kontrollere, strekker ikke ESM 101's kapasitet til. I ESM 101 må nemlig all informasjon som trengs for kontrollen, opplysninger om tillatte kombinasjoner, lagres for hele massen i form av koblinger på et pluggbord. ESM 101 har svært liten evne til å bytte ut informasjon ved hjelp av masterkort. Den har nok en like stor evne som collatoren til dette, men det betyr at alle kortene må sorteres på alle kjennemerker som skal kontrolleres, og masterkortene må blandes med detaljkortene fordi ESM 101 har bare en kortbane. På collatoren slipper en denne blandingen, så collatoren er den mest praktiske maskin vi har i dag når antall kombinasjoner blir så stort at ikke informasjonene kan kobles opp for ESM 101 på ett (eller ihvertfall ganske få) pluggbord.

DEUCE har imidlertid stor evne til å ta imot informasjon i form av masterkort; det er bare å lese masterkortet inn og lagre det i minnet. Nå er det plass til å lagre mange masterkort samtidig i DEUCE. Dette betyr at en kan spare helt eller delvis den sorteringen en må gjøre foran en slik kontroll på collatoren. Kan en lagre alle masterkortene, er all sorteringen innspart. Kan en lagre masterkortene for alle verdier kjennemerke B kan ha for hver verdi av kjennemerke A, sparer en sortering på B, men må sortere på A.

I tillegg til at en sparer sortering, viser det seg at det også er mulig å greie seg med betydelig færre masterkort. Hvis en vil kontrollere kombinasjonene mellom kjennemerke A og B, må en på collatoren ha $a \cdot b'$ masterkort. Her er "a" antall verdier av kjennemerke A, og "b'" gjennomsnittlig antall tillatte verdier av kjennemerke B for hver verdi av kjennemerke A. På DEUCE kan en klare seg med a masterkort hvis $b \leq 350$ og antall siffer i A er mindre enn 10. Her er "b" antall verdier av kjennemerke B. Antall siffer i B har altså ingen betydning for antall masterkort. Hvis $350 < b \leq 700$, får en $2a$ masterkort osv. Et eksempel vil vise hvordan en slik "pakking" av informasjon i masterkort er mulig:

I handelsstatistikken vil det være av interesse å kontrollere kombinasjonene mellom varenr. og land og mellom varenr. og tollsted. I tillegg til dette vil en kontrollere at prisen på hvert vareparti ligger mellom visse øvre og nedre grenser. Hvert varenr. skal ha sine grenser. I statistikken over innførsel som er den største delen av handelsstatistikken, er det ca. 2 500 forskjellige varenr., ca. 15 000 tillatte kombinasjoner mellom varenr. og land og ca. 25 000 mellom varenr. og tollsted. Skulle de nevnte kontrollene utføres på vanlige hullkortmaskiner, vil en trenge følgende masterkort for å oppbevare alle nødvendige informasjoner for kontrollen:

2 500 prismasterkort

15 000 vare - land-masterkort

25 000 vare - tollsted-masterkort

Ved bruk av DEUCE vil det være mulig å lagre all informasjon i prismasterkortene, altså 2 500 kort i stedet for 42 500.

Koden for land er på 4 siffer med 128 forskjellige verdier. Det er da mulig å uttrykke et hvilket som helst utvalg av disse verdier som et binært tall med 128 siffer. En lar hvert av sifrene i tallet, i stigende rekkefølge, representere en verdi av koden, i stigende rekkefølge. Laveste verdi i koden er altså tilordnet laveste siffer i tallet og høyeste verdi i koden høyeste siffer i tallet. Så settes alle siffer som er tilordnet tillatte verdier av koden (tillatt for vedkommende varenr.) lik 1 og alle andre siffer lik 0. Hvis en for et varenr. vil tillate alle land, vil tallet

bestå av 128 enere; hvis høyeste og laveste landkode (verdi) skal tillates, vil tallet få en ener i høyeste og laveste siffer og resten nuller. Det gjelder altså å få punchet et binært tall på 128 siffer i kortet. Det er mulig å punche kombinasjoner av hull i en kolonne slik at den kan representere alle binære tall fra 0 til 31. Dette betyr at en kan lagre 5 binære siffer i en kolonne i kortet, og det vil gå med $128 : 5 = 26$ kolonner av hvert prismasterkort for å få inn alle tillatte kombinasjoner mellom varen og landene. Koden for tollsted er på 2 siffer med 60 forskjellige verdier, og det vil gå med 12 kolonner i de samme kortene for å få inn alle tillatte kombinasjoner mellom varenr. og tollsted. Det er da god plass igjen i kortet til prisgrensene.

Under kontrollen må DEUCE foreta en omkoding mellom den 4-sifrede desimale koden for land til en "tett" binær kode for å kunne "slå opp" i de informasjonene som er lagret i masterkortet.

En slik nedskjæring av antall masterkort betyr en stor innsparing i sortering, collering og antall kortgjennomganger på DEUCE. På innførselen har en ca. 100 000 detaljkort pr. måned, og disse må deles i 3 puljer under bearbeidingen. En risikerer derfor å måtte kjøre alle masterkortene 3 ganger gjennom maskinene. Med over 40 000 masterkort blir dette flere kortgjennomganger av masterkortene enn av detaljkortene.

Metoden har dessverre sine ulemper. Det er et komplisert arbeid å opprette masterkortene første gang og å gjøre nødvendige endringer i dem, i forhold til det vanlige systemet. Dette arbeidet kan imidlertid gjøres maskinelt. Den største vanskeligheten vil imidlertid være å få innført nye verdier av koden. Om noen verdier går ut, spiller ingen rolle.

3.4. Kalkulator

Det arbeidet som i dag blir gjort på kalkulatoren, vil alltid kunne gjøres på DEUCE, og DEUCE vil ha en langt større kapasitet enn kalkulatoren. Det spørsmål som melder seg, er om programmeringen av et forholdsvis enkelt regnearbeid av den typen som utføres på kalkulatoren, kan gjøres like fort og enkelt som å koble opp et pluggbord fra kalkulatoren. Med et enkelt automatisk system for programmeringen eller med ferdige standardprogrammer vil antakelig programmeringen for DEUCE bli enklere og raskere enn arbeidet med å sette opp et pluggbord for kalkulatoren.

3.5. Forenkling av arbeidsrutinen på maskinavdelingen

I det foregående er det sett på hvordan DEUCE kan konkurrere med forskjellige hullkortmaskiner. Det er der sett bort fra den muligheten at en på en og samme kjøring på DEUCE kan utføre flere typer av maskinoperasjoner samtidig. Det kan ofte være slik at f. eks. en kjøring på kalkulator, en på tabulator og en på ESM 101, alle kan erstattes av en kjøring på DEUCE. Dette betyr en stor forenkling av arbeidsrutinene på maskinavdelingen og dermed innspart tid og arbeidskraft. En vanlig kombinasjon av operasjoner vil sannsynligvis bli kontroll av kortene og reduksjon til sumkort.

4. PLANLEGGING FOR OMLEGGING AV ARBEIDSRUTINER TIL DEUCE

Det som må gjøres av planleggingsarbeid før DEUCE blir installert, faller dels på oppdragsgiveren og dels på den som skal utføre oppdraget, dvs. dels på de enkelte kontorene og dels på programmererne. I det følgende er arbeidet delt i tre avsnitt. Arbeidet under de to første avsnittene, 4.1. og 4.2., må gjøres i samarbeid mellom kontorene og programmererne, mens arbeidet under avsnitt 4.3. stort sett faller på dem som skal utføre programmeringen. Det er vanskelig å komme i gang med arbeidet under 4.3. før en har gjort unna arbeidet under 4.1. og 4.2.

4.1. Kartlegging av eksisterende arbeidsrutiner

De arbeidene en først og fremst vil forsøke å legge over på DEUCE, er de som i dag blir bearbeidd på hullkort. Når en skal løse et problem på en maskin, er første ledd i arbeidet å skaffe seg en oversikt over problemet. En slik oversikt vil i praksis si en fullstendig beskrivelse av arbeidsrutinen slik den er i dag. En kan dele dette arbeidet i tre trinn:

1) Oversikt over grunnmaterialet. 2) Beskrivelse av eksisterende arbeidsrutine. 3) Liste over produkter (tabeller m.m.).

4.1.1. Oversikt over grunnmaterialet

Grunnmaterialet er i de fleste tilfelle skjemaassen. Det en trenger å vite her er lett å skaffe til veie:

1. Et eksemplar av skjemaet
2. Et eksemplar av de hullkortene som brukes
3. Størrelsen på skjemaassen og hvor ofte skjemaet blir innhentet
4. Maksimumsgrense for alle poster på skjemaet
5. Et eksemplar av alle kodelister som brukes ved eventuell koding

4.1.2. Beskrivelse av eksisterende arbeidsrutine

En slik beskrivelse skulle egentlig eksistere allerede i dag, men den foreligger sjelden i skriftlig form. Arbeidet er delt på forskjellige ledd, og for hvert ledd er det som regel flere funksjonærer. Funksjonærene har fått sine instruksjoner i muntlig form og gjennom opplæring. Mye av det en trenger å vite for å beskrive arbeidsrutinen, eksisterer som opparbeidd erfaring hos den enkelte funksjonær. Dette gjelder i høy grad alt som har med revisjon av grunnmaterialet å gjøre. En "arbeidsrutine" her kan som regel best beskrives av den som selv har utført arbeidet gjennom lengre tid. For den delen av arbeidet som utføres på hullkort, har en som regel gode rutinebeskrivelser i dag, i form av diagram og pluggbordtegninger. Dette er naturlig fordi det er her en har hatt det største behovet for en beskrivelse. Maskinene er ikke mottakelige for muntlige instruksjoner eller opplæring.

Formen for en rutinebeskrivelse kan være av underordnet betydning og til en viss grad tilpasses problemet. I mange tilfelle vil en framstilling i form av et diagram være naturlig, men spesifiseringen av operasjonene må ofte gis som bilag.

Det er vanskelig å sette opp faste regler for slike rutinebeskrivelser. Her skal bare nevnes noen viktige momenter som en bør ha for øye i dette arbeidet:

1. F u l l s t e n d i g h e t. En bør få med de trinnene som i dag går foran hullkortbearbeidingen, nemlig registerarbeid, koding og revisjon av skjemaene. Så lenge DEUCE ikke er utstyrt med magnetbånd, kan den neppe brukes til noe av registerarbeidet, men det kan være at opplysninger fra registerkortene kan komme til nytte under bearbeidingen. Når det gjelder revisjonen, kan det tenkes at DEUCE kan ta en større del av dette arbeidet enn de vanlige hullkortmaskinene kan gjøre. Beskrivelsen bør også omfatte en del av det arbeidet som gjøres etter hullkortbearbeidingen i tilfelle f. eks. noe av arbeidet med å sette opp manuskripttabeller kan legges over på maskinen.

2. T i d s p l a n. Det er nyttig å vite når de forskjellige operasjoner starter og når de er ferdige, hvilke tidsfrister som må holdes. En må her gjøre oppmerksom på eventuell puljeinndeling av arbeidet.

3. K o s t n a d s b e r e g n i n g. Det er nyttig å vite hvor mye en operasjon koster av arbeidskraft. Når det gjelder maskinelle operasjoner, vil som regel størrelsen av massen være en god indikator; for andre operasjoner vil en ofte kunne dra nytte av Byråets arbeidsstatistikk. Kostnadene kan avgjøre om en operasjon skal utføres manuelt eller maskinelt, og i siste tilfelle kan de avgjøre maskinvalget.

4. I n n o g u t. Det bør framgå av beskrivelsen hvor grunnmaterialet kommer fra, hvor stort det er, hvordan det skal arkiveres etter bearbeidingen, hvordan og hvor lenge mellomresultater skal oppbevares og til hvem resultatene skal leveres. Mangler på dette punktet kommer lettest til syne hvis beskrivelsen er gitt i form av et diagram. Kortklisjéer for detaljkort og sumkort er viktige bilag.

4.1.3. Liste over produkter

Dette vil som regel være tabelloppsett, og for de løpende statistikkene skulle dette materialet være lett å skaffe til veie. Tabelloppsettet bør være mest mulig fullstendig. Er det tvil om en tabell skal utarbeides, bør det følge med et vedlegg som forklarer på hvilket grunnlag beslutningen skal tas.

4.2. Vurdering av eksisterende arbeidsrutine og nye ønsker

En bør gjøre oppmerksom på de svakheter den nåværende rutinen har. Ved en omlegging kan en kanskje rette på disse. Det kan også tenkes at DEUCE kan gjøre arbeid som en hittil ikke har hatt kapasitet til å utføre maskinelt, og kanskje også arbeid som en ikke får gjort hverken maskinelt eller manuelt i dag. En bør derfor trekke fram alle ønsker, helst i prioritert orden, i tilfelle de kan realiseres i den nye rutinen som skal legges opp.

På den annen side bør en vurdere de produktene som det gamle systemet har levert for å se om noen av dem kan unnværes. Det kan tenkes at noen av dem er blitt framstilt bare fordi en har fått dem omtrent gratis, som "biprodukter" av systemet. Etter det nye systemet kan det kanskje koste uforholdsmessig mye å levere disse produktene. Til gjengjeld kan det tenkes at dette systemet kan levere andre "biprodukter" som mer enn oppveier de gamle.

4.3. Ny arbeidsrutine

Når en har gjort unna arbeidet under pkt. 4.1. og 4.2., gjelder det å nytte de mulighetene en har på den nye maskinen ved oppsettingen av den nye arbeidsrutinen.

Først må en avgjøre hvilke deler av rutinen som skal utføres manuelt og hva som skal overlates til maskinen. For de maskinelle deler av rutinen blir det et samarbeid mellom DEUCE og de vanlige hullkortmaskiner. Opplegget av arbeidet på hullkortmaskinene vil bli av samme type som en er vant til. Den vanskeligste delen av rutinen blir sikkert opplegget for arbeidet på DEUCE; det er dette arbeidet som i alminnelighet kalles programmering.

4.3.1. Programmering

Med programmering mener en arbeidet med å sette opp et arbeidsprogram for det problemet som skal løses. Dette programmet må skrives på en slik form at det kan leses inn i maskinen og tolkes av kontrollorganet i maskinen. For å kunne lage et program må en kjenne maskinens kapasitet og hvilke ordre (elementæroperasjoner) den kan utføre. Programmeringen kan deles i 3 trinn: 1) Valg av løsningsmetode. 2) Plan for maskinens arbeidsrutine. 3) Koding.

1. Valg av løsningsmetode. En må finne ut hvordan problemet best kan løses på maskinen, idet en tar hensyn til maskinens kapasitet når det gjelder minne og regnehastighet.

2. Plan for maskinens arbeidsrutine. Den løsningsmetoden en har bestemt seg for, må omsettes til en arbeidsrutine for maskinen. Rutinen må deles inn i trinn som settes opp i den rekkefølge de skal utføres. Et diagram er en naturlig framstillingsform. Hvert trinn i rutinen må så analyseres og brytes ned til enklere trinn. Til slutt må en få en rutine som består av så enkle trinn at hvert av dem kan utføres av maskinen som én operasjon ved hjelp av én ordre. Hvert enkelt trinn blir så erstattet av den numeriske koden for disse ordrene, og en kommer dermed fram til et program for maskinen. Under programmeringen er det tatt hensyn til hvor alle data, program, mellomresultater og ferdige resultater skal lagres i maskinen.

3. Koding. Det som står igjen, er å skrive programmet på en slik form at det kan punches og leses inn i maskinen. Dette arbeidet kalles koding. For å kunne utføre kodingen trenger en ikke kjenne problemet eller hva som er gjort tidligere under programmeringen. Det kan settes opp enkle generelle regler for kodingen av ethvert program, og under visse forutsetninger kan den også helt overlates til maskinen, som så utarbeider sitt eget program i detalj. Det innhold som er lagt i uttrykket "koding" her, stemmer overens med bruken av ordet ved DEUCE-installasjoner i England, men kan avvike noe fra det brukere av andre maskiner legger i ordet.

