บรรณานุกรม

1. Young C. Kim, "Ultimate Pit Limit Design Methodologies Using Computer Models the State of the Art," J. Mining Engineering, 30(10), 1453-1458, 1978.

2. Lerchs, H., and Grossmann, I.F., "Optimum Design of Open Pit Mines," Canadian Mining and Metallurgical Bull., Vol.58, No.633, pp. 47-54, Montreal, 1965.

3. Johnson, T.B., and Sharp, W.R., "A Three Dimensional Dynamic Programming Method for Optimal Ultimate Open Pit Design," Report of Investigation, 7553, United States Depaetment of The Interior, Bureau of Mines, U.S.A.,11971.

4. วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, การวิจัยดำเนินงาน เล่มที่ 2 ภาค Probabilistic, หน้า 222, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2524

5. Manfred Meyer, "Applying Linear Programming to the Design of Ultimate Pit Limits," J. Mannagement Science,116(2), B-121-B2135, 1969.

6. Borgman, L., and Lipkewich, M.P., "Two-and-Three-Dimensional Pit Design Optimization Techniques," AIME-SME-International Symposium on Computer Applications and Operation Research in The Mineral Industry, pp. 506-523, AIME-SME, U.S.A., 1969

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จากผลการวิจัย

```
10 '
20 '      Menu
30 '
40 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "for
" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : PRINT TAB(20
)"**************  Menu  **************" : PRINT
50 PRINT TAB(30) "Design Stages :-" : PRINT TAB(33)"1. Design Parameter" : PRINT
 TAB(33) "2. Mineralization Inventory" : PRINT TAB(33) "3. Pit Limit Design" : P
RINT TAB(33) "4. Mining Sequences" : PRINT TAB(33) "5. Design Data & Results"
60 INPUT "Design Stage Number  " ; DSN : PRINT
70 IF DSN = 1 THEN RUN "PARAMTER.BAS" ELSE IF DSN = 2 THEN RUN "INVENTRY.BAS" EL
SE IF DSN = 3 THEN RUN "PITLIMIT.BAS"
80 IF DSN = 4 THEN RUN "SEQUENCE.BAS" ELSE IF DSN = 5 THEN RUN "RESULTS.BAS"
90 IF DSN < 1 OR DSN > 5 THEN PRINT TAB(35) "<<< END OF MENU >>>"
100 RUN "MENU.BAS"
110 END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
200 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "fo
r" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : TITLE$ = "*
** Mining Design Parameter ***" : PRINT TAB(20) TITLE$ : PRINT : DMR = 0
210 '
220 '     Design Parameter
230 '
240 PRINT TAB(30)"Design Parameter :-" :PRINT:PRINT TAB(35)"1. Design Condition
":PRINT TAB(35)"2. Stripping Costs":PRINT TAB(35)"3. Ore Plan per Period":PRINT
TAB(35)"4. Stage Depth of Phase";INPUT "Enter your choice ";TC : DES$ = "SCRN;"
250 IF TC <> 1 THEN GOTO 450
260 PRINT : PRINT TAB(20) "Design Condition :-" : INPUT "Stripping Types (1) Cr
oss Strip (2) Star Strip " ; STC : INPUT "Block Concept (1) Regular (2) Irregul
ar " ; BCC : RBS = 0 : LMR = 0
270 INPUT "Ore Grade Distribution (1) Uniform (2) Fluctuation " ; GDC : INPUT"Pr
oduction Plan (1) Uniform (2) Fluctuation " ; PPC
280 CLS : PRINT TAB(20) "Product Property :-" : INPUT "Waste Tonnage (cu.m./ton)
" ; WTP : INPUT "Ore Tonnage (cu.m./ton) " ; OTP : INPUT "Standard Ore Grade "
; SGP : PRINT
282 IF BCC = 1 THEN INPUT "Regular Block Size (cu.m.) ";RBS
290 PRINT : PRINT TAB(20) "Phase Boundary :-" : INPUT "Phase Number " ; PND
295 INPUT "First Section Number " ; FSN : INPUT "Last Section Number " ; LSN :
INPUT "First Column Number " ; FCN : INPUT "Last Column Number " ; LCN : INPUT
"Expected Section Depth " ; ESD
300 INPUT "Expected Phase Depth " ; EPD : NSB = LSN - FSN + 3 : NCB = LCN - FCN
+ 3 : SDB = ESD + 1 : PDB = EPD + 1 : FSB = FSN - 2 : FCB = FCN - 2 : INPUT "Exp
ected Number of Stage " ; ENS
310 IF PDB > SDB OR ENS > PDB - 1 THEN PRINT TAB(20)"<<< DEPTH OR STAGE OVER
LIMIT >>>" : GOTO 300 ELSE PRINT
320 IF NSB > NCB THEN NDB = NSB ELSE NDB = NCB
330 PRINT TAB(20) "Planning Parameter :-" : INPUT "Ore Price per Ton-std " ; OPF
: INPUT "Expected Mining Period " ; MPF : INPUT "Starting Vertex Depth ";SVD :
SVD = SVD + 1
332 INPUT "Allocation of Stripping Equipment (1) Combination (2) Separation "; A
SE$ : INPUT "Waste Stripping Capacity (cu.m. per period) ";WST : INPUT "Ore Str
ipping Capacity (ton per period) "; OST
334 INPUT "Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping (%/10
0) "; PWT : INPUT "Pit Limit Contours base on (1) Ore Plan (2) Stripping Capacit
y "; POR$
336 PRINT : PRINT TAB(20)"Drive Location of Data Files ( A or B ) :-" : LINE INP
UT "Design Parameter ";DP$ : LINE INPUT "Cross Section Masses "; CS$ : LINE INPU
T "Longitudinal Section Masses ";LS$ : LINE INPUT "Temporary Longitudinal Masses
";TL$
337 PRINT "In case of large problem , please input cross section contours in dri
ve B:" : LINE INPUT "Cross Section Contours "; CC$ : LINE INPUT "Longitudinal Se
ction Contours ";LC$ : PRINT
430 WR = 1 : DR = 1 : GOSUB 4000 : GOTO 240 : ' Design condition
```

```
440 '
450 IF DMR = 0 THEN WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4000 : OPTION BASE 1 : DIM WSC(SDB)
, OSC(SDB) , QP(MPF) , DLS(ENS)
455 IF TC <> 2 THEN GOTO 540
460 DMR = 1 : CLS : PRINT : PRINT TAB(20) "Stripping Costs :-" : AA = 1
470 FOR I = 2 TO SDB
480 PRINT TAB(25) "Block Depth " ; I - 1
490 IF AA = 1 THEN INPUT "Waste Stripping Cost per cu.m. " ; WSC(I) ELSE IF AA =
 2 THEN INPUT "Ore Stripping Cost per cu.m. " ; OSC(I)
500 NEXT I
510 IF AA = 1 THEN AA = 2 : GOTO 470 ELSE IF AA = 2 THEN PRINT
520 WR = 1 : DR = 1 : GOSUB 4400 : GOTO 240 : ' Stripping costs
530 '
540 IF TC <> 3 THEN GOTO 620
560 DMR = 1 : PRINT : PRINT TAB(30)"Ore  Production  Plan :-" : PRINT
570 IF PPC = 1 THEN INPUT"Uniform Ore Production (ton-std) " ;UOP
580 FOR N = 1 TO MPF
590 IF PPC <> 1 THEN PRINT TAB(20)"Sequence Number " ; N : INPUT"Ore Plan (ton-s
td) " ; QP(N) ELSE IF PPC = 1 THEN QP(N) = UOP
600 NEXT N
610 WR = 1 : DR = 1 : GOSUB 4800 : GOTO 240 : ' Ore plan
620 '
630 IF TC <> 4 THEN GOTO 700
650 DMR = 1 : PRINT TAB(20)"Expected  Depth  Level of  Each  Stage :-" : PRINT
660 FOR N = 1 TO ENS
670 PRINT TAB(30)"Stage Number " ; N : INPUT "Depth Level of Planning " ; DL : D
LP(N) = DL + 1
680 NEXT N
690 WR = 1 : DR = 1 : GOSUB 5200 : ' Stage depth
700 PRINT : PRINT TAB(20)"<<< END OF DESIGN PARAMETER >>>"
710 RUN "MENU.BAS"
720 END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
900 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "fo
r" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : TITLE$ = "*
** Mineralization Inventory ***" : PRINT TAB(20) TITLE$ : PRINT
910 '
920 '     Mineralization Inventory
930 '
940 DES$ = "SCRN:" : WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4000 'Design condition
960 OPTION BASE 1 : DIM MC(NDB) , DC(NCB) , DK(NSB) , CL(SDB,NDB) , CN(SDB,NDB)
, WBV(SDB,NDB) , OBV(SDB,NDB) , OBT(SDB,NDB) , OGP(SDB,NDB) , CLN(NSB,NCB)
970 NN = NCB : RR = SDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit
980 FOR J = 1 TO NCB : DC(J) = MC(J) : NEXT J
990 NN = NSB : RR = PDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit
1000 FOR K = 1 TO NSB : DK(K) = MC(K) : NEXT K
1010 PRINT : PRINT TAB(20) "Cross Section Masses :-" : PRINT : PRINT TAB(25) "1.
 Topographic Contour" : PRINT TAB(25) "2. Block Masses Typing" : PRINT TAB(25) "
3. Excavated Block Reset" : INPUT "Enter your choice " ; ADC : PRINT
1020 IF ADC = 2 THEN PRINT TAB(30) "Block Masses Typing" ELSE IF ADC = 3 THEN GO
TO 1220 ELSE GOTO 1500
1030 PRINT : PRINT "Last Section Number";TAB(25)KS : INPUT "Cross Section Numbe
r ", KS : KN = KS - FSB : MM = FCB : NN = NCB : NQ = 0 : BM$ = CS$ + ":CMAS" + S
TR$(KN + FSB) + ".DAT" : PRINT : PRINT
1040 IF KN < 2 OR KN > NSB - 1 THEN PRINT TAB(20)"<<< SECTION NUMBER OUT OF
LIMITS >>>" : PRINT
1050 FOR J = 1 TO NCB : MC(J) = DC(J) : NEXT J
1055 WR = 4 : PIT$ = CS$ + ":TOPOGRY.DAT" : GOSUB 9300 : ' Topography
1060 FOR  J = 2 TO NN - 1
1070 FOR  I = 2 TO DC(J)
1075 IF I <= CLN(K,J) THEN OBV(I,J) = 0 : WBV(I,J) = 0 : OGP(I,J) = 0 :GOTO 1160
1080 PRINT TAB(20) "Column " ; J + FCB ; TAB(40) "Depth " ; I - 1 ; TAB(60) "Sec
tion " ; KS : AA = 0
1090 IF BCC = 1 THEN INPUT  "Ore (cu.m.) " ;OBV(I,J) : WBV(I,J) = RBS - OBV(I,J)
 ELSE IF BCC = 2 THEN  INPUT  "Waste (cu.m.) " ; WBV(I,J) : INPUT "Ore (cu.m.) "
 ; OBV(I,J) ELSE  PRINT
1100 IF GDC = 1 THEN OGP(I,J) = 1 ELSE IF GDC = 2 THEN INPUT "Ore Grade " ; OGP(
I,J)
1110 IF BCC = 1 AND OBV(I,J) > RBS THEN GOTO 1080
1120 IF GDC = 1 THEN OBT(I,J) = OBV(I,J) * OTP ELSE IF GDC = 2 THEN OBT(I,J) = O
BV(I,J) * OGP(I,J) * OTP / SGP
1130 LINE INPUT "Press N-key for changing or Return-key for accept " ; A$ : A$ =
 LEFT$(A$,1)
1140 IF A$ = "N" OR A$ = "n" THEN GOTO  1080
1150 IF AA <> 0 THEN GOTO  1180
1160 NEXT I
1170 NEXT J
1180 PRINT : LINE INPUT  "All data are allright ? Press N-key (NO) or Press Retu
rn-key (YES) " ; M$ : M$ = LEFT$(M$,1)
1190 IF M$ = "N" OR M$ = "n" THEN GOTO 1200 ELSE GOTO 1210
1200 INPUT  "Correction at column " ; NJ : INPUT "and depth " ; MI : J = NJ - MM
 : I = MI + 1 : AA = 2 : GOTO  1090
1210 WR = 1 : DR = 1 : GOSUB 6000 : GOTO 1010 : ' Block masses
```

```
1220 '
1230 PRINT : PRINT TAB(20)"Excavated  Block  Reset :-" : PRINT : PRINT TAB(30)"1
. Keyboard Reset" : PRINT TAB(30)"2. Pit Limit Contour Reset" : PRINT : INPUT"En
ter your choice ";TC
1240 FOR J = 1 TO NCB : MC(J) = DC(J) : NEXT J
1250 IF TC = 2 THEN GOTO 1300
1260 INPUT"Cross Section Number "; KC : KN = KC - FSB : WR = 2 : DR = 1 : MM = F
CB : NN = NCB : BM$ = CS$ + ":CMAS" + STR$(KC) + ".DAT" : GOSUB 6000 : GOTO 1380
 : ' Block masses
1300 WR = 4 : DR = 1 : KN = NSB +1 : MM = FSB : NN = NSB : NQ = 0 : CLP$ = CS$ +
 ":RESETCOT.DAT" : GOSUB 9000 : MF = VF : ' Reset contour
1305 PIT$ = CS$ + ":ULTI-PIT.DAT" : GOSUB 9300 : ' Pit limit contour of last pha
se
1310 FOR K = 1 TO NSB : CL(MF,K) = CN(MF,K) : NEXT K
1320 FOR K = 2 TO NSB - 1
1325 SF = CL(MF,K)
1330 IF SF <= 1 THEN GOTO  1480
1360 WR = 2 : DR = 1 : KN = K : MM = FCB : NN = NCB : BM$ = CS$ + ":CMAS" + STR$
(K + FSB) + ".DAT" : GOSUB 6000 : ' Cross masses
1370 FOR J = 1 TO NCB : CN(SF,J) = CLN(K,J) : NEXT J
1380 FOR J = 2 TO NCB - 1
1390 IF TC = 2 THEN DD = CN(SF,J) : GOTO 1420
1400 PRINT TAB(20) "Column " ; J + FCB ; TAB(40) "of Section " ; KC : INPUT "Exc
avated Block Depth " ; DD : DD = DD + 1
1410 IF DD > MC(J) THEN PRINT TAB(20) "Infeasible bound , Please check again." :
 GOTO 1400 ELSE PRINT
1420 FOR I = 1 TO DD
1430 WBV(I,J) = 0 : OBV(I,J) = 0 : OBT(I,J) = 0 : OGP(I,J) = 0
1440 NEXT I
1450 NEXT J
1460 WR = 1 : DR = 1 : BM$ = CS$ + ":CMAS" + STR$(KN + FSB) + ".DAT" : NQ = 0 :
GOSUB 6000 : ' Cross sectn masses
1470 IF TC = 1 THEN GOTO 1490
1480 NEXT K
1490 GOTO 1010
1500 IF ADC < 1 OR ADC > 3 THEN GOTO 1600
1510 PRINT TAB(30)"Topographic Contour :-" : PRINT : PRINT TAB(25)"1. Flate Plan
e" : PRINT TAB(25)"2. Topographic Plane" : INPUT "Enter your choice "; FTP
1520 FOR K = 2 TO NSB - 1
1530 FOR J = 2 TO NCB - 1
1540 IF FTP = 1 THEN CLN(K,J) = 1 : GOTO 1560
1550 PRINT : PRINT TAB(5) "Section Number "; K + FSB ; TAB(30)"Column Number ";
J +FCB : INPUT "Topographic Depth "; TD : CLN(K,J) = TD + 1
1560 NEXT J
1570 NEXT K
1580 WR = 3 : STN = 0 : NQ = 0 : PIT$ = CS$ + ":TOPOGRY.DAT" : GOSUB 9300 : ' To
pography
1590 GOTO 1010
1600 PRINT TAB(20)"<<< END OF MINERALIZATION INVENTORY >>>" : RUN "MENU.BAS" : E
ND
```

```
1500 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "f
or" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : LINE INPUT
"Display in Screen (SCRN:) or Line printer (LPT1:) ";DES$
1510 '
1520 '     Pit  Limit  Design
1530 '
1540 PRINT : TITLE$ = "******  Pit  Limit  Design  ******" : WR = 2 : DR = 2 : G
OSUB 4000  : XL = 4 * NCB : PRINT TAB(20) TITLE$ : PRINT : ' Design condition
1550 DIM WSC(SDB) ,OSC(SDB) ,MC(NDB) ,DC(NCB) ,DK(NSB) ,RK(NSB) ,WBV(SDB,NDB) ,O
BV(SDB,NDB) ,OBT(SDB,NDB) ,OGP(SDB,NDB) ,HB(SDB) ,CN(SDB,NDB) ,CL(SDB,NDB) ,UB(N
DB) ,LB(NDB) ,CM(SDB,NDB) ,TV(5,SDB),CLN(NSB,NCB)
1560 DIM AR(3) , BR(3) , DI(XL) , DJ(XL) , XI(XL) , XJ(XL) , FX(XL) , SG(XL)
1561 PRINT : PRINT TAB(30) "Pit  Limit  Design :-" : PRINT : PRINT TAB(33) "1. F
irst Calculation" : PRINT TAB(33) "2. Continue" : INPUT "Enter your choice " ; T
C : PRINT
1562 IF TC = 2 THEN INPUT "Last Calculated Section " ; KS : KN = KS - FSB
1563 IF TC = 2 AND (KN < 2 OR KN > NSB - 1) THEN PRINT TAB(20)"<<< SECTION  NUMB
ER  OUT  OF  LIMITS >>>" : GOTO 1562
1564 IF SVD <= 2 THEN GOTO 1567
1565 WR = 4 : DR = 1 : KN = NSB + 1 : MM = FSB : NN = NSB : NQ = 0 : CLP$ = CS$
+ ":RESETCOT.DAT" : GOSUB 9000 : ' Reset contour
1566 PIT$ = CS$ + ":ULTI-PIT.DAT" : GOSUB 9300 : ' Ultimate pit limit of last ph
ase
1567 FOR K = 1 TO NSB
1568 IF SVD <= 2 THEN RK(K) = 2 ELSE IF SVD > 2 THEN RK(K) = CN(VF,K)
1569 IF RK(K) <= 1 THEN RK(K) = 2
1570 NEXT K
1575 WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4400 : ' Stripping cost
1580 NN = NSB : RR = PDB : GOSUB 5600 : SK = SD : ' Depth limit of long sectn
1590 FOR K = 1 TO NSB : DK(K) = MC(K) : NEXT K
1600 NN = NCB : RR = SDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit of cross sectn
1610 FOR J = 1 TO NCB : DC(J) = MC(J) : NEXT J
1620 FOR F = 2 TO SK    : 'MINIMUM VERTEX BLOCKS
1630 IF STC = 1 THEN HB(F) = 1 ELSE IF STC = 2 THEN HB(F) = 2 * ( SK - F ) + 1
1640 NEXT F
1650 KN = 1
1660 IF TC = 2 THEN GOTO 1680 ELSE IF TC < 1 OR TC > 2 THEN GOTO 2050
1670 WR = 2 : DR = 3 : GOSUB 4000
1680 IF TC <> 2 THEN GOTO 1710
1690 KN = KS - FSB
1710 IF TC < 1 OR TC > 2 THEN GOTO 2050
1720 KA = KN + 1
1730 FOR K = KA TO NSB - 1
1740 WR = 2 : DR = 1 : KN = K : MM = FCB : NN = NCB : BM$ = CS$ + ":CMAS" + STR$
(K + FSB) + ".DAT" : GOSUB 6000 : ' Block masses
1750 IF K = 2 THEN GOTO 1800
1760 FOR F = RK(K - 1) TO DK(K - 1)
1770 WR = 2 : DR = 2 : KN = K - 1 : MM = FCB : NN = NCB : VF = F : CLP$ = CC$ +
":C" + STR$(KN + FSB) + "V" + STR$(F - 1) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Contour line
1780 FOR J = 1 TO NCB : CL(F,J) = CN(F,J) : NEXT J
1790 NEXT F
```

```
1800 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #1
1810 PRINT #1, : PRINT #1, TAB(30)"Cumulative  Profit  Masses" : PRINT #1, TAB(4
0)"of" : PRINT #1, TAB(30)"Cross  Section  Number ";K + FSB : PRINT #1, : PRINT
#1,
1820 PRINT #1, TAB(10)"Depth" ; TAB(20)"Column" ; TAB(45)"Profit" ; TAB(60)"Cumu
lative" : PRINT #1, TAB(62)"Profit" : PRINT #1,
1830 FOR J = 2 TO NCB - 1
1840 TT = 0
1850 FOR I = 2 TO DC(J)
1860 PX = OBT(I,J) * OPF - WSC(I) * WBV(I,J) - OSC(I) * OBV(I,J) : TT = TT + PX
: CM(I,J) = TT
1870 PRINT #1, TAB(11) I - 1 ; TAB(22) J + FCB ; TAB(45) PX ; TAB(60) TT
1880 NEXT I
1890 NEXT J
1900 PRINT #1, : PRINT #1, : PRINT #1, : CLOSE #1
1901 TT = - 100 ^ 10 : ' Center column of mineral distribution
1902 FOR J = PDB TO NCB - PDB + 1
1903 IF CM(PDB,J) > TT THEN TT = CM(PDB,J) : CMD = J
1905 NEXT J
1910 FOR F = RK(K) TO DK(K)
1920 KN = K : VF = F
1930 GOSUB 6500 : ' Feasible regions
1940 GOSUB 8000 : ' Dynamic programming
1950 GOSUB 8500 : ' Path decision
1960 WR = 1 : DR = 1 : NQ = - 10 : CLP$ = CC$ + ":C" + STR$(K + FSB) + "V" + STR
$(F - 1) + ".DAT" : GOSUB 9000  : ' Contour line
1970 NEXT F
1980 FOR M = 1 TO 4
1990 TV(5,1) = 0
2000 FOR F = 1 TO DK(K)
2002 IF F < RK(K) THEN TV(5,F) = 0 ELSE TV(5,F) = TV(M,F)
2004 NEXT F
2010 FOR N = 2 TO DK(K) : TV(M,N) = TV(5,N) - TV(5,N - 1) : NEXT N
2020 NEXT M
2030 WR = 1 : TM$ = TL$ + ":TEMP" + STR$(K + FSB) + ".DAT" : GOSUB 9500 : ' Temp
orary
2040 NEXT K
2050 PRINT TAB(20)"<<< END OF PIT LIMIT DESIGN >>>"
2060 RUN "MENU.BAS" : END
```

```
2200 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "f
or" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : LINE INPUT
 "Display in Screen (SCRN:) or Line printer (LPT1:) ";DES$
2210 '
2220 '     Mining  Sequences
2230 '
2240 PRINT : TITLE$ = "*****  Mining  Sequences  *****" : PRINT TAB(20) TITLE$
 : PRINT : WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4000  : XL = PDB * NSB : ' Design condition
2250 DIM MC(NSB), DK(NSB), RK(NSB), DLP(ENS), QP(MPF), RQP(MPF + 1), WBV(PDB,NSB
), OBV(PDB,NSB), OBT(PDB,NSB), OGP(PDB,NSB), CM(PDB,NSB), CN(PDB,NDB), CL(PDB,ND
B), TV(4,PDB),CLN(NSB,NCB),CLM(NSB,NCB)
2260 DIM UB(NSB), LB(NSB), SB(NSB), AR(3), BR(3), XI(XL), XJ(XL), DI(XL), DJ(XL)
, FX(XL), SG(XL)
2270 WR = 2 : GOSUB 4800 : ' Ore plan
2280 WR = 2 : GOSUB 5200 : ' Stage depth
2290 NN = NSB : RR = PDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit of long sectn
2300 FOR K = 1 TO NSB : DK(K) = MC(K) : NEXT K
2310 PRINT : PRINT TAB(30)"Mining  Sequences :-" : PRINT : PRINT TAB(33)"1. Long
itudinal Masses Preparation" : PRINT TAB(33)"2. Calculation Stage" : PRINT TAB(3
3)"3. Production Data Assignment" : INPUT "Enter your choice " ; TC : PRINT
2320 IF TC = 1 THEN PRINT TAB(20)"Longitudinal  Masses  Preparation" : PRINT ELS
E IF TC = 2 THEN PRINT TAB(30)"Calculation  Stage" : PRINT ELSE IF TC = 3 THEN G
OTO 3420 ELSE GOTO 3730
2330 IF TC = 1 THEN GOTO 2390
2340 INPUT "Starting Stage Number " ; SSN
2350 IF SSN > ENS THEN PRINT TAB(30)"<<<NUMBER  OVER>>>" : GOTO 2340
2360 IF SSN = 1 THEN WR = 2 : DR = 3 : GOSUB 4000
2370 GOTO 2470
2380 '
2390 FOR K = 2 TO NSB - 1
2400 WR = 2 : KN = K : TM$ = TL$ + ":TEMP" + STR$(K + FSB) + ".DAT" : GOSUB 9500
 : ' Temporary
2410 FOR F = 2 TO DK(K)
2420 WBV(F,K) = TV(1,F) : OBV(F,K) = TV(2,F) : OBT(F,K) = TV(3,F) : OGP(F,K) = T
V(4,F)
2430 NEXT F
2440 NEXT K
2450 WR = 3 : DR = 2 : KN = NSB + 2 : MM = FSB : NN = NSB : VF = 1 : BM$ = LS$ +
 ":LMAS" + STR$(0) + ".DAT" : GOSUB 6000 : ' Block masses
2460 GOTO 2310
2470 '
2480 PRINT : INPUT "Number of disks, used for cross section contour "; NDU
2490 DIM LCS(NDU)
2500 IF NDU = 1 THEN  LCS(1) = NSB - 1 + FSB : GOTO 2520
2510 FOR I = 1 TO NDU : PRINT "  In disk number "; I : INPUT "Last cross section
 number "; LCS(I) : NEXT I
2520 MF = DLP(SSN) : KN = NSB + 2 : MM = FSB : NN = NSB
2530 WR = 4 : DR = 1 : STN = SSN - 1 : BM$ = LS$ + ":LMAS" + STR$(SSN - 1) + ".D
AT" : GOSUB 6000 : ' Block masses
```

```
2540 IF SSN <> 1 THEN GOTO 2620
2550 EY = 0 : SY = 0 : SPR = 0
2560 IF SVD > 2 THEN GOTO 2580
2570 FOR K = 1 TO NSB : SB(K) = 1 : NEXT K
2580 IF SVD <= 2 THEN GOTO 2610
2590 WR = 4 : DR = 1 : NQ = 0 : CLP$ = CS$ + ":RESETCOT.DAT" : GOSUB 9000 : ' Re
set Contour
2600 FOR K = 1 TO NSB : SB(K) = CN(VF,K) : NEXT K
2610 GOTO 2650
2620 WR = 4 : DR = 1 : STN = SSN - 1 : CLP$ = LC$ + ":L" + STR$(SSN - 1) + "Q" +
 STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Contour line
2630 FOR K = 1 TO NSB : SB(K) = CN(VF,K) : NEXT K
2640 IF POR$ <> "1" THEN GOTO 2680
2650 IF SY > INT(SY) THEN SYIX = INT(SY) + 1 ELSE IF SY = INT(SY) THEN SYIX = SY
2660 SYX = SY : SPRX = SPR : SPYX = SYIX - SY
2670 IF SYIX >= MPF - 1 THEN GOTO 3430
2680 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #1
2690 PRINT #1, : PRINT #1, TAB(25)"Cumulative  Profit  Masses" : PRINT #1, TAB(3
6)"of" : PRINT #1, TAB(27)"Longitudinal  Section" : PRINT #1, TAB(27)"In  Stage
 Number ";SSN : PRINT #1, TAB(27)"At  Expected  Depth "; MF - 1 : PRINT #1,
2700 PRINT #1, TAB(10)"Depth" ; TAB(20)"Section" ; TAB(40)"Profit" ; TAB(60)"Cum
ulative" : PRINT #1, TAB(62)"Profit" : PRINT #1,
2710 FOR K = 1 TO NSB
2720 UB(K) = 1 : LB(K) = DK(K) : TT = 0
2730 IF DK(K) > MF THEN LB(K) = MF
2740 IF K = 1 OR K = NSB THEN GOTO 2790
2750 FOR M = 2 TO LB(K)
2760 TT = TT + OGP(M,K) : CM(M,K) = TT
2770 PRINT #1, TAB(11) M - 1 ; TAB(22) K + FSB ; TAB(40) OGP(M,K) ; TAB(60) TT
2780 NEXT M
2790 NEXT K
2800 PRINT #1, : PRINT #1, : PRINT #1, : CLOSE #1
2810 VF = MF : STN = SSN : GOSUB 8000 : ' Dynamic programming
2820 IF POR$ <> "1" THEN GOTO 2890
2830 RQP(1) = SPRX : SYM = SYIX + 1 : TT = SPRX : TM = 1
2840 FOR M = SYM TO MPF
2850 TT = TT + QP(M) : TM = TM + 1 : RQP(TM) = TT
2860 NEXT M
2870 IF SYM = 1 THEN RX = 2 : GOTO 2890
2880 IF RQP(1) <= .1 * QP(SYM - 1) THEN RX = 2 ELSE RX = 1
2890 NQ = 0 : MXX = 1
2900 FOR K = 3 TO NSB
2910 IF POR$ = "1" AND RX >= TM THEN GOTO 3300
2920 NN = K : GOSUB 8500 : TRT = ZZ : ' Path decision
2930 IF POR$ <> "1" THEN GOTO 3060
2940 IF MF = SDB AND K = NSB THEN RQP(RX) = TRT : TRTX = TRT
2950 IF RQP(RX) > TRT THEN GOTO 3300
2960 NQ = NQ +1
2970 FOR M = RX TO TM
2980 IF TRT >= RQP(M) THEN RY = M
2990 NEXT M
```

```
3000 XX = TRT - RQP(RY)
3010 IF XX = 0 THEN EY = SPYX + (RY - 1) ELSE IF XX > 0 THEN EY = SPYX + (RY - 1
) + ( INT (100 * XX / (RQP(RY + 1) - RQP(RY))) ) / 100
3020 SY = SYX + EY
3030 IF MF = SDB AND K = NSB THEN TA = INT ( SY - 1 + .1 ) : TY = TA + ( TRTX -
RQP(RY - 1) ) / QP(TA + 1) : SY = ( INT( 100 * TY ) ) / 100 : EY = SY - SYX
3040 IF XX = 0 THEN SPR = 0 ELSE IF XX > 0 THEN SPR = RQP(RY + 1) - TRT
3050 GOTO 3100
3060 IF MF = SDB AND K = NSB THEN GOTO 3080
3070 IF INT(TG + .2) < MXX THEN GOTO 3300
3080 IF INT(TG + .2) = MXX THEN  MXX = MXX + 1 ELSE MXX = INT(TG + .2) + 1
3090 NQ = NQ + 1
3100 FOR J = 1 TO NSB
3110 IF SB(J) > CN(MF,J) THEN CN(MF,J) = SB(J)
3120 NEXT J
3130 WR = 3 : DR = 1 : STN = SSN : KN = NSB + 1 : MM = FSB : NN = NSB : CLP$ = L
C$ + ":L" + STR$(SSN) +"Q" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' contour line
3140 FOR M = 1 TO NSB : CL(MF,M) = CN(MF,M) : NEXT M
3150 NDUX = 1
3160 FOR M = 2 TO NSB - 1
3170 SF = CL(MF,M) : SCNX = M + FSB
3180 IF SF >= 2 THEN GOTO 3210
3190 FOR J = 1 TO NCB : CLN(M,J) = 1 : NEXT J
3200 GOTO 3250
3210 IF SCNX > LCS(NDUX) THEN NDUX = NDUX + 1 : PRINT TAB(10) "Data limit of cro
ss section contour in disk "; NDUX - 1 : PRINT "Please insert next data disk int
o drive B: and press the return-key " : INPUT SE$
3220 IF NDUX <= 1 THEN CX$ = CC$ ELSE CX$ = "B"
3230 WR = 2 : DR = 2 : KN = M : MM = FCB : NN = NCB : VF = SF : CLP$ = CX$ + ":C
" + STR$(M + FSB) + "V" + STR$(SF - 1) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Contour line
3240 FOR J = 1 TO NCB : CLN(M,J) = CN(SF,J) : NEXT J
3250 NEXT M
3260 IF NDUX > 1 THEN PRINT "Please insert the first disk data of cross section
contour into drive "; CC$ : INPUT "Press the return key when you are ready "; SE
$
3270 WR = 3 : STN = SSN : PIT$ = CS$ + ":P" + STR$(STN) + "L" + STR$(NQ) + ".DAT
" : GOSUB 9300 : ' Pit limit contour
3280 WR = 4 : DR = 2 : STN = SSN : KN = NSB + 1 : MM = FSB : NN = NSB : CLP$ = L
C$ + ":L" + STR$(SSN) +"Q" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' contour line
3290 IF POR$ = "1" THEN RX = RY + 1
3300 NEXT K
3310 FOR K = 1 TO NSB
3320 FOR I = 1 TO DK(K)
3330 IF I > CN(MF,K) THEN GOTO 3350
3340 WBV(I,K) = 0 : OBV(I,K) = 0 : OBT(I,K) = 0 : OGP(I,K) = 0
3350 NEXT I
3360 NEXT K
3370 WR = 3 : DR = 2 : STN = SSN : MM = FSB : NN = NSB : BM$ = LS$ + ":LMAS" + S
TR$(SSN) + ".DAT" : GOSUB 6000 : ' Block masses
3380 SSN = SSN + 1
3390 IF SSN <= ENS THEN MF = DLP(SSN) : GOTO 2630
3400 GOTO 2310
```

```
3410 '
3420 PRINT TAB(10)"<<< Production  Data  Assignment  for  Each  Sequence >>>" :
PRINT
3430 PRINT TAB(20)"Longitudinal masses in drive :"; LS$ : PRINT TAB(20)"Longitud
inal contours in drive :"; LC$ : PRINT TAB(20)"Temporary data in drive : B" : XZ
Z$ = "B" : INPUT "Are you alright ? if No , please key A"; XZZ$
3440 WR = 4 : STN = 0 : NQ = 0 : PIT$ = CS$ + ":TOPOGRY.DAT" : GOSUB 9300 : ' To
pography
3450 FOR K = 2 TO NSB - 1
3460 FOR J = 2 TO NCB - 1
3470 CLM(K,J) = CLN(K,J)
3480 NEXT J
3490 NXT K
3500 FOR N = 1 TO ENS
3510 WR = 4 : DR = 2 : STN = N : KN = NSB + 1 : BM$ = LS$ + ":LMAS" + STR$(N) +
".DAT" : GOSUB 6000 : NX = NQ : ' Long.masses
3520 IF NX <= 1 THEN GOTO 3720
3530 FOR M = 2 TO NX
3540 WR = 4 : STN = N : NQ = M - 1 : CLP$ = LC$ + ":L" + STR$(STN) + "Q" + STR$(
NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Long.contour
3550 CTT = CC : DTT = DD : ZTT = ZZ : RJJ = RN : CJJ = RC
3560 NQ = M : CLP$ = LC$ + ":L" + STR$(STN) + "Q" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 90
00
3570 CC = CC - CTT : DD = DD - DTT : ZZ = ZZ - ZTT : RN = RN - RJJ : RC = RC - C
JJ : PF = RN - RC
3580 IF ZZ < .001 THEN AOG = 0 : ABG = 0 : SR = 0 ELSE AOG = ZZ * SGP / (DD * OT
P) : ABG = ZZ * SGP / (DD * OTP + CC * WTP) : SR = CC / ZZ
3590 WR = 3 : CLP$ = XZZ$ + ":TEMPO" + STR$(M) + ".DAT" : GOSUB 9000
3600 NEXT M
3610 FOR M = 2 TO NX
3620 WR = 4 : CLP$ = XZZ$ + ":TEMPO" + STR$(M) + ".DAT" : GOSUB 9000
3630 WR = 3 : CLP$ = LC$ + ":L" + STR$(STN) + "Q" + STR$(M) + ".DAT" : GOSUB 900
0
3640  WR = 4 : PIT$ = CS$ + ":P" + STR$(STN) + "L" + STR$(M) : GOSUB 9300 :' Pit
 limit contours
3650 FOR K = 2 TO NSB - 1
3660 FOR J = 2 TO NCB - 1
3670 IF CLM(K,J) > CLN(K,J) THEN CLN(K,J) = CLM(K,J)
3680 NEXT J
3690 NEXT K
3700 WR = 3 : PIT$ = CS$ + ":P" + STR$(STN) + "L" + STR$(M) : GOSUB 9300 : ' Pit
 limit contours
3710 NEXT M
3720 NEXT N
3730 PRINT : PRINT TAB(20)"<<< END OF MINING SEQUENCES >>>" : RUN "MENU.BAS" : E
ND
```

```
3200 CLS : PRINT TAB(20) "Application of Dynamic Programming" : PRINT TAB(35) "f
or" : PRINT TAB(20) "Pit Limit Design and Mining Sequences" : PRINT : LINE INPUT
 "Display in Screen (SCRN:) or Line printer (LPT1:) "; DES$
3210 '
3220 '     Design  Data  &  Results
3230 '
3240 TITLE$ = "****  Design  Data  &  Results  ****" : PRINT : PRINT TAB(20) TIT
LE$ : PRINT
3250 WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4000 : ' Design condition
3260 DIM DC(NCB), DK(NSB), MC(NDB), WSC(SDB), OSC(SDB), WBV(SDB,NDB), OBV(SDB,ND
B), OBT(SDB,NDB), OGP(SDB,NDB), CN(SDB,NDB), CL(SDB,NDB), CLN(NSB,NCB), DLP(ENS)
, QP(MPF)
3270 WR = 2 : DR = 3 : GOSUB 4000
3280 CLS : PRINT : PRINT TAB(30)"Design  Data  &  Results :-" : PRINT : PRINT TA
B(33)"1. Mining Design Parameter" : PRINT TAB(33)"2. Cross Section Masses" : PRI
NT TAB(33)"3. Pit Limits and Sequences"
3290 PRINT TAB(33)"4. Data Transfer " : INPUT "Enter your choice "; TC
3300 IF TC < 1 OR TC > 4 THEN GOTO 3900
3310 IF TC <> 1 THEN GOTO 3380
3320 DR = 1 : WR = 2 : GOSUB 4000 : ' Design condition
3330 GOSUB 4400 : ' Stripping costs
3340 GOSUB 4800 : ' Ore plan
3350 GOSUB 5200 : ' Stage depth
3360 GOTO 3280
3370 '
3380 IF TC = 4 THEN GOTO 3430
3390 NN = NSB : RR = PDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit of long sectn
3400 FOR K = 1 TO NSB : DK(K) = MC(K) : NEXT K
3410 NN = NCB : RR = SDB : GOSUB 5600 : ' Depth limit of cross sectn
3420 FOR J = 1 TO NCB : DC(J) = MC(J) : NEXT J
3430 WR = 2 : DR = 2 : GOSUB 4000 : ' design condition
3440 IF TC <> 2 THEN GOTO 3520
3450 PRINT : PRINT TAB(20)"Cross Section Masses Data :-" : PRINT TAB(25)"1. One
by One of Selected Section" : PRINT TAB(25)"2. Sequencial of Sections" : PRINT :
 INPUT "Enter your choice ";SMD : PRINT
3460 IF SMD = 1 THEN INPUT "Selected Cross Section Number ";KS : KSN = KS - FSB
: KSM = KSN : PRINT  ELSE IF SMD = 2 THEN INPUT "Starting Cross Section Number";
KSN : KSN = KSN - FSB : KSM = NSB - 1 : PRINT
3470 FOR K = KSN TO KSM
3480 WR = 2 : DR = 1 : KN = K : MM = FCB : NN = NCB : BM$ = CS$ + ":CMAS" + STR$
(K + FSB) + ".DAT" : GOSUB 6000 : ' Block masses
3490 NEXT K
3500 GOTO 3280
```

```
3510 '
3520 IF TC <> 3 THEN GOTO 3680
3530 PRINT : PRINT TAB(20)"The Results of Pit Limit & Sequences :-" : PRINT TAB(
25)"1. One by One of Selected Mining Stage" : PRINT TAB(25)"2. All Mining Stages
" : PRINT : INPUT "Enter your choice ";RPP : PRINT
3535 PRINT TAB(20)"The Results of Longitudinal Section Masses :-" : PRINT TAB(25
)"1. Display" : PRINT TAB(25)"2. No display" : INPUT "Enter your choice "; RPD :
 PRINT
3540 IF RPP = 1 THEN INPUT "Selected Mining Stage Number "; MSN : MSM = MSN : PR
INT ELSE IF RPP = 2 THEN MSN = 0 : MSM = ENS : PRINT
3550 IF RPP = 1 THEN INPUT "Selected Mining Sequence Number ";MQN : MQM = MQN :
PRINT
3560 FOR K = 1 TO NSB : MC(K) = DK(K) : NEXT K
3570 FOR N = MSN TO MSM
3580 WR = 4 : DR = RPD : STN = N : KN = NSB + 1 : MM = FSB : NN = NSB : BM$ = LS
$ + ":LMAS" + STR$(N) + ".DAT" : GOSUB 6000 : NX = NQ : ' Block masses
3590 IF RPP = 2 THEN MQN = 1 : MQM = NX
3600 IF NQ = 0 THEN GOTO 3650
3610 FOR M = MQN TO MQM
3620 WR = 4 : DR = 1 : NN = NSB : STN = N : NQ = M : CLP$ = LC$ + ":L" + STR$(ST
N) + "Q" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Long. contour
3630 PIT$ = CS$ + ":P" + STR$(STN) + "L" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9300 : ' Pi
t limit contour
3640 NEXT M
3650 NEXT N
3660 GOTO 3280
3670 '
3680 IF TC < 4 THEN GOTO 3280
3690 IF TC <> 4 THEN GOTO 3890
3700 PRINT : PRINT TAB(25)"Data Transfer :-" : PRINT : PRINT TAB(27)"1. Design C
ondition" : PRINT TAB(27)"2. Cross Section Contour" : PRINT TAB(27)"3. Ultimate
Pit Limit Contour" : PRINT : INPUT "Enter your choice "; TCA
3710 IF TCA <> 1 THEN GOTO 3740
3720 PRINT : PRINT TAB(25) "<<< Design Condition >>>" : PRINT : PRINT TAB(30)"So
urce Data in Drive B:" : INPUT "Press the return key when you are ready "; TK$ :
 WR = 2 :DR = 1 : GOSUB 4000 : ' Design condition
3730 PRINT : PRINT TAB(30)"Target Data in Drive B:" : INPUT "Press the return ke
y when you are ready "; TK$ : WR = 1 : GOSUB 4000 : GOTO 3700 : ' Design conditi
on
3740 IF TCA > 3 THEN GOTO 3890
3750 PRINT : PRINT TAB(30)"Source Data in Drive A:" : PRINT TAB(30)"Target Data
in Drive B:" : PRINT
3760 IF TCA <> 2 THEN GOTO 3830
3770 PRINT : PRINT TAB(25)"<<< Cross  Section  Contour >>>" : PRINT : INPUT"Cros
s Section Number "; SG : INPUT "Maximum Depth of the Section "; VG : VG = VG + 1
3780 FOR F = 2 TO VG
3790 WR = 2 : DR = 1 : VF = F : KN = SG - FSB : NQ = -10 : MM = FCB : NN = NCB :
 CLP$ = "A:C" + STR$(SG) + "V" + STR$(F - 1) + ".DAT" : GOSUB 9000  : ' Contour
line
3800 WR = 1 : CLP$ = "B:C" + STR$(SG) + "V" + STR$(F - 1) + ".DAT" : GOSUB 9000
 : ' Contour line
3810 NEXT F
3820 GOTO 3700
```

```
3830 IF TCA <> 3 THEN GOTO 3700
3840 PRINT : PRINT TAB(25)"<<< Ultimate Pit Limit Contour >>>" : PRINT : PRINT T
AB(25)"ONLY FOR MULTI-PHASE PIT LIMIT" : PRINT : INPUT "Stage Number of Last Pha
se "; STN : INPUT "At Sequence Number "; NQ
3850 WR = 4 : DR = 1 : KN = NSB + 1 : MM = FSB : NN = NSB : CLP$ = "A:L" + STR$(
STN) + "Q" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9000 : ' Expected reset contour
3860 WR = 3 : CLP$ = "B:RESETCOT.DAT" : GOSUB 9000 : ' Reset contour
3870 WR = 4 : PIT$ = "A:P" + STR$(STN) + "L" + STR$(NQ) + ".DAT" : GOSUB 9300 :
' Pit limit contour
3880 WR = 3 : PIT$ = "B:ULTI-PIT.DAT" : GOSUB 9300 : GOTO 3700 : ' Pit limit con
tour
3890 GOTO 3280
3900 PRINT : PRINT TAB(20)"<<< END  OF  DESIGN  DATA  &  RESULTS >>>"
3910 RUN "MENU.BAS" : END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
4000 '
4010 '     Design  Condition
4020 '
4030 IF WR = 1 THEN OPEN "A:CONDITNS.DAT"  FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR = 2 THEN
 OPEN "A:CONDITNS.DAT" FOR INPUT AS #1
4040 IF WR = 1 THEN WRITE #1,STC,BCC,GDC,PPC,WTP,OTP,SGP,NSB,NCB,NDB,SDB,PDB,ENS
,FSB,FCB,OPF,MPF,RBS,SVD,PND,WST,OST,PWT,DP$,CS$,LS$,TL$,CC$,LC$,ASE$,POR$
4050 IF WR = 2 THEN INPUT #1,STC,BCC,GDC,PPC,WTP,OTP,SGP,NSB,NCB,NDB,SDB,PDB,ENS
,FSB,FCB,OPF,MPF,RBS,SVD,PND,WST,OST,PWT,DP$,CS$,LS$,TL$,CC$,LC$,ASE$,POR$
4060 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
4070 IF DR = 1 THEN GOTO 4120 ELSE IF DR = 2 THEN GOTO 4280
4080 PRINT #2,:PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2,TAB(20)"Application of Dynamic P
rogramming" : PRINT #2, TAB(35)"for" : PRINT #2, TAB(17)"Pit Limit Design and Pr
oduction Planning" : PRINT #2, : PRINT #2, TAB(20) TITLE$
4090 PRINT #2, : PRINT #2, TAB(25)"PHASE  NUMBER"; TAB(50)PND : PRINT #2, TAB(25
)"EXPECTED  DEPTH  LEVEL"; TAB(50)PDB - 1
4100 IF STC = 1 THEN PRINT #2, TAB(25)"CROSS  STRIPPING  CONDITION" ELSE IF STC
= 2 THEN PRINT #2, TAB(25)"STAR  STRIPPING  CONDITION"
4110 IF DR = 3 THEN GOTO 4280
4120 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"Mining  Design  Parameter" : PRI
NT #2, : PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"<<< Design  Condition >>>" : PRINT #2,
4130 IF STC = 1 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Cross Stripping Condition" ELSE IF STC =
 2 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Star Stripping Condition"
4140 IF BCC = 1 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Regular Block Concept" ELSE IF BCC = 2 T
HEN PRINT #2 , TAB(25)"Irregular Block Concept"
4150 IF GDC = 1 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Uniform Ore Grade Distribution" ELSE IF
GDC = 2 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Fluctuation Ore Grade Distribution"
4160 IF PPC = 1 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Uniform Production Plan" ELSE IF PPC = 2
 THEN PRINT #2 , TAB(25)"Fluctuation Production Plan"
4170 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, TAB(30)"<<< Product  Property >>>" : PRIN
T #2,
4180 PRINT #2, TAB(10)"Waste Tonnage "; TAB(50)WTP ; TAB(60)"cu.m./ton" : PRINT
#2, TAB(10)"Ore Tonnage "; TAB(50)OTP ; TAB(60)"cu.m./ton" : PRINT #2 , TAB(10)"
Standard Ore Grade " ; TAB(50) SGP : PRINT #2,
4190 IF BCC = 1 THEN PRINT #2, TAB(10)"Regular Block Size "; TAB(50) RBS ; TAB(6
0)"cu.m."
4200 PRINT #2, : PRINT #2, TAB(30)"<<< Phase  Boundary >>>" : PRINT #2,
4210 PRINT #2 , TAB(25)"First Section Number" ; TAB(60) FSB + 2 : PRINT #2, TAB(
25)"Last  Section Number"; TAB(60) NSB + FSB - 1 : PRINT #2 , TAB(25)"Number of
Cross Sections" ; TAB(60) NSB - 2
4220 PRINT #2, TAB(25)"First Column Number" ; TAB(60) FCB + 2 : PRINT #2 , TAB(2
5)"Last  Column Number" ; TAB(60) NCB + FCB - 1 : PRINT #2 , TAB(25)"Number of C
olumns" ; TAB(60) NCB - 2
4230 PRINT #2 , TAB(25)"Expected Section Depth" ; TAB(60) SDB - 1 : PRINT #2 , T
AB(25)"Expected Phase Depth" ; TAB(60) PDB - 1 : PRINT #2 , TAB(25)"Expected Num
ber of Stage" ; TAB(60) ENS : PRINT #2,
4240 PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"<<< Planning  Parameter >>>" : PRINT #2,
4250 PRINT #2 , TAB(25)"Ore Price per ton-std" ; TAB(60) OPF : PRINT #2 , TAB(25
)"Expected Mining Periods" ; TAB(60) MPF : PRINT #2,
4260 IF ASE$ = "1" THEN PRINT #2, TAB(25)"Equipment Combination for Waste & Ore
Stripping" ELSE PRINT #2,TAB(25)"Equipment Separation for Waste & Ore Stripping"
```

```
4270 PRINT #2, TAB(25)"Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)"; TAB(70) WST
 : PRINT #2, TAB(25)"Ore Stripping Capacity (ton per period)";TAB(70) OST : PRIN
T #2, TAB(7)"Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping  ";
 PWT
4275 IF POR$ = "1" THEN PRINT #2, TAB(7)"Pit Limit Contours base on Ore PLan" EL
SE PRINT #2, TAB(7)"Pit Limit Contours base on Stripping Capacity"
4280 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1 , #2
4290 RETURN
4400 '
4410 '     Stripping  Costs
4420 '
4430 IF WR = 1 THEN OPEN DP$ + ":STIPCOST.DAT" FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR = 2 T
HEN OPEN DP$ + ":STIPCOST.DAT" FOR INPUT AS #1
4440 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
4450 IF DR = 2 THEN GOTO 4480
4460 PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"<<< Stripping  Costs >>>" : PRINT #2,
4470 PRINT #2 , TAB(10)"Block Depth" ; TAB(40)"Waste Stripping" ; TAB(60)"Ore St
ripping" : PRINT #2 , TAB(13)"Level" ; TAB(43)"per cu.m." ; TAB(63)"per cu.m." :
 PRINT #2,
4480 FOR T = 2 TO SDB
4490 IF WR = 1 THEN WRITE #1, WSC(T) , OSC(T) ELSE IF WR = 2 THEN INPUT #1, WSC(
T) , OSC(T)
4500 IF DR = 1 THEN PRINT #2 , TAB(15) T - 1 ; TAB(43) WSC(T) ; TAB(63) OSC(T)
4510 NEXT T
4520 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1 , #2
4530 RETURN
4800 '
4810 '     Ore  Plan
4820 '
4830 IF WR = 1 THEN OPEN DP$ + ":OREPLAN.DAT" FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR = 2 TH
EN OPEN DP$ + ":OREPLAN.DAT" FOR INPUT AS #1
4840 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
4850 IF DR = 2 THEN GOTO 4880
4860 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"<<< Ore  Production  Plan >>>" :
 PRINT #2,
4870 PRINT #2 , TAB(25)"Sequence Number " ; TAB(50)"Ore Plan" : PRINT #2, TAB(50
)"(ton-std)" : PRINT #2, : TT = 0
4880 FOR T = 1 TO MPF
4890 IF WR = 1 THEN WRITE #1 , QP(T) ELSE IF WR = 2 THEN INPUT #1 , QP(T)
4900 IF DR = 1 THEN PRINT #2 , TAB(30) T ; TAB(50) QP(T) : TT = TT + QP(T)
4910 NEXT T
4920 IF DR = 1 THEN PRINT #2, : PRINT #2, TAB(35)"Total" ; TAB(50) TT : PRINT #2
,
4930 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1 , #2
4940 RETURN
5200 '
5210 '     Stage  Depth
5220 '
5230 IF WR = 1 THEN OPEN DP$ + ":STGDEPTH.DAT" FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR = 2 T
HEN OPEN DP$ + ":STGDEPTH.DAT" FOR INPUT AS #1
5240 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
```

```
5250 IF DR = 2 THEN GOTO 5280
5260 PRINT #2, : PRINT #2 , TAB(30)"<<< Stage  Depth >>>" : PRINT #2,
5270 PRINT #2 , TAB(25)"Stage Number" ; TAB(50)"Maximun Depth" : PRINT #2,
5280 FOR T = 1 TO ENS
5290 IF WR = 1 THEN WRITE #1 , DLP(T) ELSE IF WR = 2 THEN INPUT #1 , DLP(T)
5300 IF DR = 1 THEN PRINT #2 , TAB(30) T ; TAB(55) DLP(T) - 1
5310 NEXT T
5320 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1 , #2
5330 RETURN
5600 '
5610 '     Depth  Limit
5620 '
5630 PP = INT ((NN + 1) / 2)
5640 IF PP <= RR THEN QQ = PP ELSE IF PP > RR THEN QQ = RR
5650 FOR T = 1 TO NN
5660 IF T <= QQ THEN MC(T) = T ELSE IF T >= NN - QQ + 1 THEN MC(T) = NN - T + 1
ELSE IF T > QQ AND T < NN - QQ + 1 THEN MC(T) = QQ
5670 NEXT T
5680 SD = QQ
5690 RETURN
6000 '
6010 '     Block  Masses
6020 '
6030 IF WR = 1 OR WR = 3 THEN OPEN BM$ FOR OUTPUT AS #1 : WRITE #1 , NQ ELSE IF
WR = 2 OR WR = 4 THEN OPEN BM$ FOR INPUT AS #1 : INPUT #1, NQ
6040 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
6050 IF DR = 2 THEN GOTO 6100
6060 PRINT #2, : PRINT #2, TAB(30)"Mineralization  Masses" : PRINT #2, TAB(39)"o
f"
6070 IF WR = 1 OR WR = 2 THEN PRINT #2, TAB(30) "Cross  Section  Number " ; KN +
 FSB : PRINT #2,: PRINT #2,TAB(5)"Depth" ; TAB(15)"Column" ; TAB(34)"Waste Vol."
 ; TAB(46)"Ore Vol." ; TAB(58)"Ore Wt." ; TAB(70)"Ore Grade"
6080 IF WR = 3 OR WR = 4 THEN PRINT #2, TAB(30) "Longitudinal  Section" : PRINT
#2, TAB(30)"In  Stage  Number " ; STN : PRINT #2,: PRINT #2, TAB(5)"Depth" ; TAB
(15)"Section" ; TAB(34)"Waste Vol." ; TAB(46)"Ore Vol." ; TAB(58)"Ore Wt." ; TAB
(70)"Profit"
6090 PRINT #2, TAB(34) "(cu.m.)" ; TAB(46) "(cu.m.)" ; TAB(58) "(ton-std)" : PRI
NT #2,
6100 FOR R = 2 TO NN - 1
6110 FOR T = 2 TO MC(R)
6120 IF WR=1 OR WR=3 THEN WRITE #1,WBV(T,R),OBV(T,R),OBT(T,R),OGP(T,R) ELSE IF W
R=2 OR WR=4 THEN INPUT #1,WBV(T,R),OBV(T,R),OBT(T,R),OGP(T,R)
6125 IF WR <= 2 THEN ABC = OGP(T,R)*SGP ELSE IF WR >= 3 THEN ABC = OGP(T,R)
6130 IF DR = 1 THEN PRINT #2,TAB(7)T - 1;TAB(17)R +MM;TAB(34)WBV(T,R);TAB(46)OBV
(T,R);TAB(58)OBT(T,R);TAB(70)ABC
6140 NEXT T
6150 NEXT R
6160 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1, #2
6170 RETURN
```

```
6500 '
6510 '     Feasible  Regions
6520 '
6530 IF KN <> 2 THEN GOTO 6550
6535 ' (1) Initial condition
6540 FOR C = 1 TO NCB : CL(1,C) = 1 : NEXT C
6545 ' (2) Stripping bounds
6550 FOR C = 1 TO NCB
6560 IF C = 1 OR C = NCB THEN UB(C) = 1 : LB(C) = 1 : GOTO 6820 ELSE IF C > 1 AN
D C < NCB THEN GG = 1 : AA = 0 : BB = 0 ELSE PRINT
6570 FOR W = 1 TO VF : ' Bound search
6580 IF W > DC(C) THEN GOTO 6770 : ' Bound limits cutting
6590 UU = 0
6600 FOR R = 1 TO 3 : ' Vertical relatived block
6610 IF UU = 2 THEN GOTO 6740
6620 DD = VF + (R - 2)
6630 IF KN <> 2 THEN GOTO 6650
6640 IF DD = 1 THEN GOTO 6660 ELSE IF DD <> 1 THEN GOTO 6740 : ' Only first sect
ion
6650 IF DD < RK(KN - 1) OR DD > DK(KN - 1) THEN GOTO 6740 : ' All section except
  the first
6660 UU = 3 : ' Setting for OK
6670 FOR T = 1 TO 3 : ' Horizontal relatived block
6680 IF STC = 2 THEN GOTO 6700 : ' Star strip only
6690 IF T <> 2 THEN GOTO 6730  : ' Cross strip only
6700 IF UU = 2 THEN GOTO 6730
6710 QQ = C + (T - 2) : PP = CL(DD,QQ) : ' Position comparison
6720 IF PP < W - 1 OR PP > W + 1 THEN UU = 2 : ' setting for NO relative
6730 NEXT T
6740 NEXT R
6750 IF UU = 2 THEN GOTO 6770
6760 IF GG = 1 THEN AA = W : BB = W : GG = 2 ELSE IF GG = 2 THEN BB = W
6770 NEXT W
6780 IF AA <> 0 THEN GOTO 6810 : ' Relative OK
6790 IF UB(C - 1) > DC(C) THEN AA = DC(C) ELSE AA = UB(C - 1) : ' In case of ove
r limit & NO relative
6800 IF LB(C - 1) > DC(C) THEN BB = DC(C) ELSE BB = LB(C - 1)
6810 IF SVD <= 2 OR VF <> RK(KN) THEN GOTO 6815
6811 IF SVD > 2 AND CLN(KN,C) = 1 THEN GOTO 6815
6812 IF AA < CLN(KN,C) THEN AA = CLN(KN,C)
6813 IF BB < CLN(KN,C) THEN BB = CLN(KN,C)
6815 UB(C) = AA : LB(C) = BB : ' Initial bounds
6820 NEXT C
6830 ' (3) Selected vertex columns
6840 IF STC = 1 THEN SS = PDB : FF = NCB - PDB + 1 ELSE IF STC = 2 THEN SS = VF
: FF = NCB - VF + 1
6845 EE = 1 : AA = 0 : BB = 0
6850 IF STC <> 1 THEN GOTO 6950
6860 TT = - 100 ^ 10 : ZZ = 2 * NCB : ' Cross strip only
```

```
6870 FOR C = SS TO FF : ' Maximum vertex masses
6880 IF EE = 1 AND LB(C) <> VF THEN GOTO 6930
6881 IF EE <> 2 THEN GOTO 6890
6882 IF LB(C) <> VF - 1 THEN GOTO 6930
6883 IF LB(C - 1) <> VF - 1 OR LB(C + 1) <> VF - 1 THEN GOTO 6930
6890 DD = CM(VF,C) - CM(VF - 1,C) : YY = ABS(C - CMD)
6900 IF DD < TT THEN GOTO 6930 ELSE IF DD > TT THEN GOTO 6920
6910 IF YY >= ZZ THEN GOTO 6930
6920 TT = DD : ZZ = YY : AA = C : BB = AA : ' Mineral zone concerned
6930 NEXT C
6940 IF EE = 1 AND AA = 0 THEN EE = 2 : GOTO 6860
6945 IF EE = 2 AND AA = 0 THEN AA = CMD : BB = AA
6950 IF STC <> 2 THEN GOTO 7290
7010 FOR C = SS TO FF : ' Star strip only
7020 IF LB(C) <> VF THEN GOTO 7040
7030 IF EE = 1 THEN AA = C : BB = C : EE = 2 ELSE BB = C
7040 NEXT C
7050 PP = AA : QQ = BB - HB(VF) + 1 : ' First & last starting block
7060 IF QQ < PP THEN GOTO 7200 : ' No length
7070 IF QQ = PP THEN GOTO 7290 : ' Length OK in first relation
7080 TT = - 100 ^ 10 : ZZ = 2 * NCB : AA = 0 : BB = 0 : ' Search of starting blo
ck
7090 FOR L = PP TO QQ
7100 RR = L + HB(VF) - 1 : GG = 0
7110 FOR T = L TO RR : ' Horizontal length of search
7120 IF LB(T) = VF THEN GG = GG + 1
7130 NEXT T
7140 IF GG <> HB(VF) THEN GOTO 7180 : ' Next search
7150 DD = 0 : YY = ABS(L + ( HB(VF) / 2 ) - CMD) : ' Maximum profit length
7160 FOR T = L TO RR : DD = DD + CM(VF,T) - CM(VF - 1,T) : NEXT T
7170 IF DD < TT THEN GOTO 7180 ELSE IF DD > TT THEN GOTO 7175
7172 IF YY >= ZZ THEN GOTO 7180
7175 TT = DD : ZZ = YY : AA = L : BB = RR
7180 NEXT L
7190 IF AA <> 0 THEN GOTO 7290 : ' Length OK
7200 XF = VF - 1 : XS = FF + 1 : ' in case of no length
7210 IF VF = 2 THEN AA = VF : BB = FF : GOTO 7290 ELSE PRINT
7220 RR = XF + HB(VF - 1) - 1 : GG = 0
7230 FOR C = XF TO RR : ' Search at VF-1 contour line
7240 IF CN(VF - 1,C) = VF - 1 THEN GG = GG + 1
7250 NEXT C
7260 IF GG = HB(VF - 1) OR RR = XS THEN GOTO 7280
7270 XF = XF + 1 : GOTO 7220 : ' Next search
7280 AA = XF + 1 : BB = RR - 1 : ' Length OK
7285 ' (4) Depth comparison
7290 FOR C = 2 TO NCB
7300 IF C < AA OR C > BB THEN GOTO 7320 : ' Left & right hand of vertex
7310 UB(C) = VF : LB(C) = VF : GOTO 7340  : ' Vertex control
7320 IF VF - 1 <= 1 OR UB(C) >= CN(VF - 1,C) THEN GOTO 7340
7330 UB(C) = CN(VF - 1,C)
7340 NEXT C
```

```
7345 ' (5) Upper bound smoothing
7350 FOR C = 2 TO NCB - 1 : '(5) Upper bound smoothing
7360 PP = UB(C) : UU = 2 : ' Initial condition
7370 FOR W = 1 TO 3
7380 IF UU = 3 THEN GOTO 7430
7390 DD = UB(C) + (W - 2) : ' Vertical block checking
7400 IF DD < 1 OR DD > DC(C - 1) THEN GOTO 7430
7410 IF DD < UB(C - 1) OR DD > LB(C - 1) THEN GOTO 7430
7420 UU = 3
7430 NEXT W
7440 IF UU = 3 THEN GOTO 7470 : ' Smoothing OK
7450 IF PP > DC(C) - 1 OR PP > LB(C) - 1 THEN GOTO 7470
7460 UB(C) = PP + 1 : ' Smoothing adjust
7470 NEXT C
7480 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #1
7490 PRINT #1,:PRINT #1,TAB(30)"Feasible  Regions":PRINT #1,TAB(38)"of":PRINT #1
,TAB(30)"Cross  Section  Number ";KN + FSB:PRINT #1,TAB(30)"At  Vertex  Level ";
VF - 1:PRINT #1,:PRINT #1,TAB(15)"Column";TAB(40)"Upper bound";TAB(60)"Lower bou
nd":PRINT #1,
7500 FOR C = 1 TO NCB : PRINT #1, TAB(17) C + FCB; TAB(45) UB(C) - 1; TAB(65) LB
(C) - 1 : NEXT C
7510 PRINT #1, : PRINT #1, : PRINT #1, : CLOSE #1
7520 RETURN
8000 '
8010 '     Dynamic  Programming
8020 '
8030 EE = 0
8040 FOR C = 2 TO NN
8050 GG = C - 1
8060 FOR R = UB(C) TO LB(C)
8070 UU = -100 ^ 10
8080 FOR T = 1 TO 3
8090 BR(T) = R - (2 - T)
8100 IF BR(T) < UB(C -1) OR BR(T) > LB(C - 1) THEN GOTO 8190
8110 IF GG <> 1 THEN GOTO 8130
8120 AR(T) = CM(R,C) : GOTO 8170
8130 FOR L = 1 TO EE
8140 IF XI(L) <> BR(T) OR XJ(L) <> C - 1 THEN GOTO 8160
8150 AR(T) = CM(R,C) + FX(L)
8160 NEXT L
8170 IF AR(T) < UU THEN GOTO 8190
8180 UU = AR(T) : WW = BR(T)
8190 NEXT T
8200 EE = EE + 1 : SG(EE) = GG : XI(EE) = R : XJ(EE) = C : DI(EE) = WW : DJ(EE)
= C - 1 : FX(EE) = UU
8210 NEXT R
8220 NEXT C
8230 NE = EE
```

```
8240 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #1
8250 PRINT #1,: PRINT #1, TAB(30)"Dynamic  Programming" : PRINT #1, TAB(40)"of"
8260 IF KN < NSB THEN PRINT #1, TAB(30)"Cross  Section  Number ";KN + FSB : PRIN
T #1, TAB(30)"At Vertex Level ";VF - 1 ELSE IF KN >= NSB THEN PRINT #1, TAB(30)"
Longitudinal  Section" : PRINT #1, TAB(30)"In  Stage  Number "; STN
8270 PRINT #1,: PRINT #1, TAB(5)"stage" ; TAB(21)"From" ; TAB(46)"To"; TAB(65)"P
rofit"
8280 IF KN < NSB THEN PRINT #1, TAB(15)"Row"; TAB(27)"Column"; TAB(40)"Row"; TAB
(52)"Column" : PRINT #1,ELSE IF KN >= NSB THEN PRINT #1, TAB(15)"Row"; TAB(27)"S
ection"; TAB(40)"Row"; TAB(52)"Section": PRINT #1,
8290 FOR T = 1 TO NE
8300 PRINT #1, TAB(6) SG(T); TAB(15) XI(T) - 1; TAB(29) XJ(T) + MM; TAB(40) DI(T
) - 1; TAB(54) DJ(T) + MM; TAB(65) FX(T)
8310 NEXT T
8320 PRINT #1, : PRINT #1, : PRINT #1, : CLOSE #1
8330 RETURN
8500 '
8510 '     Path  Decision
8520 '
8530 GG = 1 : UU = 1 : BB = NN
8540 FOR W = 1 TO NE
8550 HH = NE - W + 1
8560 IF XI(HH) <> GG OR XJ(HH) <> BB THEN GOTO 8600
8570 IF UU <> 1 THEN GOTO 8590
8580 TV(4,VF) = FX(HH) : PF = TV(4,VF) : UU = 0
8590 CN(VF,XJ(HH)) = XI(HH) : GG = DI(HH) : BB = DJ(HH)
8600 NEXT W
8610 MD = - 100 ^ 10
8620 FOR C = 1 TO NN
8630 IF CN(VF,C) <= 0 THEN CN(VF,C) = 1
8640 IF CN(VF,C) >= MD THEN MD = CN(VF,C)
8650 NEXT C
8660 CC = 0 : DD = 0 : ZZ = 0
8670 FOR C = 1 TO NN
8680 FOR R = 2 TO CN(VF,C)
8690 CC = CC + WBV(R,C) : DD = DD + OBV(R,C) : ZZ = ZZ + OBT (R,C)
8700 NEXT R
8710 NEXT C
8720 TV(1,VF) = CC : TV(2,VF) = DD : TV(3,VF) = ZZ : RN = OPF * ZZ : RC = RN - P
F : AOG = 0 : ABG = 0
8730 IF ZZ > .01 THEN SR =  ( INT ((100 * CC) / ZZ ) ) / 100 ELSE SR = 0
8740 IF DD > 0 THEN AOG = ( INT ((1000 * ZZ * SGP) / (DD * OTP)) ) / 1000 : ABG
= ( INT ((1000 * ZZ * SGP) / (DD * OTP + CC * WTP)) ) / 1000 ELSE PRINT
8742 TX = CC / WST : TY = ZZ / OST : TYY = TY + PWT * TX
8744 IF TYY > TX THEN TGG = TYY ELSE TGG = TX
8746 IF ASE$ = "1" THEN TG = TX + TY ELSE TG = TGG
8750 RETURN
```

```
9000 '
9010 '     Contour  Line
9020 '
9030 IF WR = 1 OR WR = 3 THEN OPEN CLP$ FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR =2 OR WR = 4
 THEN OPEN CLP$ FOR INPUT AS #1
9040 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
9050 IF WR = 1 OR WR = 3 THEN WRITE #1, STN, VF, EY, SY, SPR, CC, DD, ZZ, RN, RC
, PF, SR, AOG, ABG
9060 IF WR = 2 OR WR = 4 THEN INPUT #1, STN, VF, EY, SY, SPR, CC, DD, ZZ, RN, RC
, PF, SR, AOG, ABG
9070 IF DR = 2 THEN GOTO 9190
9080 PRINT #2,: PRINT #2, TAB(30)"Contour  Line" : PRINT #2, TAB(35)"of"
9090 IF KN < NSB THEN PRINT #2,TAB(30)"Cross  Section  Number ";KN + FSB:PRINT #
2,TAB(30)"Cumulative  until  Vertex  Level ";VF - 1 ELSE IF KN >= NSB THEN PRINT
 #2, TAB(30)"Longitudinal  Section "
9100 IF NQ > 0 THEN PRINT #2, TAB(20)"At  Sequence " ; NQ  ;TAB(40)" In Stage  N
umber ";STN ELSE IF NQ = 0 THEN PRINT #2, TAB(30)"Ultimate  Pit  Limit"
9110 PRINT #2, : PRINT #2,: PRINT #2, TAB(10)"Waste  Volumn (cu.m.) ";TAB(60) CC
 : PRINT #2, TAB(10)"Ore  Volumn (cu.m.) "; TAB(60) DD : PRINT #2, TAB(10)"Ore
Weight (ton-std) "; TAB(60) ZZ : PRINT #2,
9120 OQ = ZZ / OST : WQ = CC / WST : TTQ = OQ + PWT * WQ
9130 IF WQ > TTQ THEN TTQ = WQ
9140 IF ASE$ = "1" THEN TQ = OQ + WQ ELSE TQ = TTQ
9150 PRINT #2, TAB(10)"Revenue "; TAB(60) RN : PRINT #2, TAB(10)"Cost "; TAB(60)
 RC : PRINT #2, TAB(10)"Profit "; TAB(60) PF : PRINT #2,
9160 PRINT #2, TAB(10)"Stripping  Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore) "; TAB(60) S
R : PRINT #2, TAB(10)"Average  Ore  Grade "; TAB(60) AOG : PRINT #2, TAB(10)"Ave
rage  Block  Grade "; TAB(60) ABG
9170 IF KN >= NSB THEN PRINT #2, : PRINT #2, TAB(10)"Time Consumption base on St
ripping Capacity"; TAB(60)TQ ELSE PRINT #2,
9180 IF KN < NSB THEN PRINT #2, : PRINT #2, TAB(20)"Column"; TAB(50)"Depth" : PR
INT #2, ELSE PRINT #2, : PRINT #2, TAB(20)"Section"; TAB(50)"Depth" : PRINT #2,
9190 FOR C = 1 TO NN
9200 IF WR = 1 OR WR = 3 THEN WRITE #1, CN(VF,C) ELSE IF WR = 2 OR WR = 4 THEN I
NPUT #1, CN(VF,C)
9210 IF DR = 1 THEN PRINT #2, TAB(21) C + MM ; TAB(51) CN(VF,C) - 1
9220 NEXT C
9230 PRINT #2, : CLOSE #1, #2
9240 RETURN
```

```
9300 '
9310 '     Pit  limit  Contour
9320 '
9330 IF WR = 3 THEN OPEN PIT$ FOR OUTPUT AS #1 : WRITE #1, STN,NQ ELSE IF WR = 4
 THEN OPEN PIT$ FOR INPUT AS #1 : INPUT #1, STN,NQ
9340 OPEN DES$ FOR OUTPUT AS #2
9350 PRINT #2,:PRINT #2,TAB(25)"Pit  Limit  Contour":PRINT #2,:PRINT #2,TAB(25)"
Mining Stage Number ";STN:PRINT #2,TAB(25)"Sequence Number ";NQ:PRINT #2,:PRINT
#2,"Section";TAB(20)"From Column ";2+FCB;TAB(45)"To Column ";NCB+FCB-1:PRINT #2,
"Number"
9355 PRINT #2,
9360 FOR T = 2 TO NSB - 1
9380 FOR C = 2 TO NCB - 1
9385 IF WR = 3 THEN WRITE #1, CLN(T,C) ELSE IF WR = 4 THEN INPUT #1, CLN(T,C)
9386 IF C > 2 AND C < NCB - 1 THEN GOTO 9390
9387 IF C = 2 THEN PRINT #2, T + FSB : PRINT #2, TAB(5) CLN(T,2) - 1 ; ELSE IF C
 = NCB - 1 THEN PRINT #2, CLN(T,NCB - 1) - 1
9388 GOTO 9400
9390 PRINT #2, CLN(T,C) - 1 ;
9400 NEXT C
9450 NEXT T
9460 PRINT #2, : PRINT #2, : PRINT #2, : CLOSE #1 , #2
9470 RETURN
9500 '
9510 '     Temporary  Longitudinal  Masses
9520 '
9530 IF WR = 1 THEN OPEN TM$ FOR OUTPUT AS #1 ELSE IF WR = 2 THEN OPEN TM$ FOR I
NPUT AS #1
9540 FOR L = 1 TO DK(KN)
9550 IF WR = 1 THEN WRITE #1, TV(1,L), TV(2,L), TV(3,L), TV(4,L) ELSE IF WR = 2
THEN INPUT #1, TV(1,L), TV(2,L), TV(3,L), TV(4,L)
9560 NEXT L
9570 CLOSE #1
9580 RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การเปรียบเทียบวิธีการออกแบบ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาวิธีการออกแบบขอบเขตบ่อเหมืองให้สามารถรักษาเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติได้ และสามารถวางแผนรูปร่างบ่อเหมืองในแต่ละลำดับการทำเหมือง จากความสามารถในการขุดดินและแร่ของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการทำเหมือง อย่างไรก็ตาม การพิสูจน์วิธีการออกแบบที่ได้พัฒนาปรับปรุงสามารถแก้ไขข้อบกพร่องบางประการที่สำคัญของวิธีการออกแบบที่ได้วิจัยมาแล้วในต่างประเทศ ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบโดยวิธีการโปรแกรมไดนามิคของ Lerchs และ Grossmann และของ Johnson และ Sharp ดังนั้น เพื่อให้การเปรียบเทียบจากผลการออกแบบในแต่ละวิธีมีความชัดเจน จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลชุดเดียวกันในการเปรียบเทียบ

<u>ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการออกแบบ</u>

ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการออกแบบเป็นข้อมูลที่สมมติขึ้น เพื่อให้แหล่งแร่มีการกระจายแบบสุ่ม ซึ่งจะมีผลทำให้รูปร่างบ่อเหมืองมีโอกาสเป็นแบบ V-Shape หรือ Multiple-Shape ได้ นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันเหตุการณ์บางกรณีที่รูปร่างบ่อเหมือง สามารถรักษาเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติ เนื่องจากรูปร่างแหล่งแร่เอื้ออำนวยประโยชน์ให้ ทั้ง ๆ ที่ยังมีกรณีอื่น ๆ ที่ไม่สามารถรักษาเงื่อนไขนี้ไว้ได้

ข้อมูลต่าง ๆ ในการออกแบบมีดังนี้

1. <u>เงื่อนไขการขุด</u>

1.1 <u>เงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติ</u> สามารถเลือกเงื่อนไขการขุดทั้งแบบกากบาทและแบบดาว เพื่อใช้ในการออกแบบ

1.2 <u>แบบพัสดุแร่สำรอง</u> ใช้แบบขนาดบล็อกคงที่

1.3 <u>เกรดแร่ในแหล่งแร่</u> ไม่คำนึงถึงเกรดแร่ในการผลิตแร่ เนื่องจากเป็นแร่ชนิดที่ไม่สนใจเกรดแร่ในการจำหน่าย ซึ่งจะใช้เกรดแร่เป็นแบบกระจายสม่ำเสมอ มีค่าเป็นหนึ่งเสมอ

1.4 <u>แผนการผลิต</u> สามารถกำหนดแผนการผลิตจากการขุดแร่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตแร่คงที่ หรืออาจกำหนดรูปร่างบ่อเหมืองจากความสามารถในการขุดดินแร่

2. <u>คุณสมบัติของดินและแร่</u>

2.1 <u>แฟกเตอร์ตันดิน</u> ใช้ 1 ลบ.ม./ตันดิน

2.2 <u>แฟกเตอร์ตันแร่</u> ใช้ 1 ลบ.ม./ตันแร่ แฟกเตอร์ตันแร่นี้เป็นตัวเลขสมมติเพื่อให้สะดวกในการคำนวณ

2.3 <u>เกรดแร่มาตรฐาน</u> เกรดแร่มาตรฐานเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตมีค่าเป็นหนึ่ง

2.4 <u>ขนาดบล๊อกของพัสดุแร่สำรอง</u> เนื่องจากใช้แบบพัสดุแร่สำรองแบบขนาดบล๊อกคงที่ ซึ่งป้อนข้อมูลเพียงครั้งเดียวก็เป็นการเพียงพอ โดยไม่จำเป็นต้องป้อนข้อมูลทุกครั้งในแต่ละบล๊อก ซึ่งจะใช้ขนาดบล๊อกเท่ากับ 4 ลบ.ม.

3. <u>ขอบเขตบ่อเหมืองที่จะออกแบบ</u>

3.1 <u>ลำดับการเปิดบ่อเหมือง</u> เป็นลำดับที่ 1

3.2 <u>ภาพตัดขวางเริ่มแรก</u> ภาพตัดขวางเริ่มแรกตามพิกัดเหมืองแร่เป็นลำดับที่ 1

3.3 <u>ภาพตัดขวางสุดท้าย</u> ภาพตัดขวางสุดท้ายตามพิกัดเหมืองแร่เป็นลำดับที่ 8

3.4 <u>ลำดับแถวตั้งแรก</u> แถวตั้งหรือคอลัมน์เริ่มแรกซึ่งเป็นจำนวนแถวตั้งของบล๊อกในภาพตัดขวาง ตามพิกัดเหมืองแร่เป็นลำดับที่ 1

3.5 <u>ลำดับแถวตั้งสุดท้าย</u> เป็นลำดับที่ 10

3.6 <u>ความลึกคาดหวังของภาพตัดขวาง</u> เป็นจำนวนแถวนอนของบล๊อกตามพิกัดเหมืองแร่ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 4 บล๊อก

3.7 ความลึกที่จะขุดในลำดับการเปิดบ่อเหมืองนี้ มีความลึกเท่ากับ 4 บล็อก

3.8 จำนวนขั้นตอนของลำดับการเปิดบ่อเหมือง ในแต่ละขั้นตอนจะกำหนดความลึกตามพิกัดเหมืองแร่ ซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกินความลึกที่จะขุดในลำดับการเปิดบ่อเหมือง ซึ่งจะใช้หนึ่งขั้นตอนในการออกแบบครั้งนี้

4. พารามิเตอร์ในการวางแผนการผลิต

4.1 ราคาแร่ เป็นราคาแร่สุทธิต่อตันแร่ที่หักค่าใช้จ่ายต่าง ๆ แล้ว เว้นแต่ค่าขุดแร่ เนื่องจากค่าขุดแร่อาจแปรผันไปตามความลึก ราคาแร่มีค่า 4 บาท/ตันแร่ ที่เกรดแร่มาตรฐาน

4.2 เวลาในการทำเหมืองที่คาดหวัง เป็นเวลาสูงสุดที่คาดว่าจะสามารถทำเหมืองได้ ซึ่งอาจได้มาจากอายุประทานบัตร ปริมาณแร่สำรองและความสามารถในการขุดดินแร่ ทั้งนี้จำเป็นต้องเผื่อเวลาไว้ด้วย เพื่อให้การคำนวณออกแบบสามารถคำนวณจนถึงขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้าย เวลาที่คาดหวังอาจเป็นเดือน ครึ่งปี หรือปี ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบจะเลือก ในการคำนวณครั้งนี้สมมติว่าเป็นเดือน

4.3 ความสามารถในการขุดแร่ ซึ่งเป็นอัตราการขุดแร่เพียงอย่างเดียวโดยเฉลี่ย ซึ่งมีค่า 30 ตันแร่ที่เกรดมาตรฐาน/เดือน

4.4 ความสามารถในการขุดดิน เป็นอัตราการขุดดินหรือเปลือกดินหินที่คลุมชั้นแร่เพียงอย่างเดียวโดยเฉลี่ย ซึ่งมีค่า 40 ลบ.ม./เดือน

4.5 จำนวนเปอร์เซ็นต์การรอคอยเพื่อการขุดแร่ การทำเหมืองบางครั้งสามารถขุดแร่โดยไม่จำเป็นต้องรอการขุดดินออกก่อน โดยสามารถทำการขุดดินและแร่พร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ แต่แหล่งแร่บางแห่งอาจทำให้การขุดแร่จำเป็นต้องรอการขุดดินออกจำนวนหนึ่งก่อนจึงจะสามารถทำการขุดแร่ได้โดยตลอด ในการออกแบบครั้งนี้ไม่จำเป็นต้องรอการขุดดิน เนื่องจากใช้เครื่องมือเครื่องจักรในการขุดดินและแร่ชุดเดียวกัน

4.6 ลักษณะการใช้เครื่องมือเครื่องจักรในการขุดดินและแร่ ซึ่งมีสองกรณีดังนี้คือ การใช้เครื่องมือเครื่องจักรชุดเดียวกัน และการใช้เครื่องมือเครื่องจักรแยกชุดกัน ลักษณะการใช้เครื่องมือเครื่องจักรนี้จะมีผลทำให้การคำนวณเวลาในการขุดบ่อเหมืองแตกต่างกัน กรณีที่ใช้เครื่องมือ

เครื่องจักรชุดเดียวกัน เวลารวมจะเป็นเวลาในการขุดดินบวกกับเวลาในการขุดแร่ สำหรับในกรณีที่ใช้เครื่องมือเครื่องจักรแยกชุดกัน เวลารวมจะเป็นการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้สูงสุดระหว่างเวลาในการขุดดินกับเวลาในการขุดแร่บวกกับเวลาในการรอคอย สำหรับในการออกแบบครั้งนี้ใช้กรณีแรก

4.7 ลักษณะการแสดงรูปร่างบ่อเหมือง การแสดงรูปร่างบ่อเหมืองอาจเป็นเพียงขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้ายเท่านั้น หรือมีลำดับการทำเหมืองในแต่ละลำดับการทำเหมืองอาจให้แสดงรูปร่างบ่อเหมืองโดยมีพิจารณาจากแผนการผลิต หรือเวลาในการขุดดินแร่ที่ครบหนึ่งช่วงเวลา ในการคำนวณครั้งนี้จะให้แสดงรูปร่างบ่อเหมืองเมื่อครบเวลาหนึ่งเดือนหรือให้ใกล้หนึ่งเดือนให้มากที่สุด

5. ค่าใช้จ่ายในการขุดดินและแร่

ค่าใช้จ่ายในการขุดดินและแร่โดยปกติแร่จะแปรค่าเพิ่มมากขึ้นตามความลึกที่ขุด สำหรับในการออกแบบครั้งนี้จะสมมติให้มีค่าเท่ากันตลอด เนื่องจากแหล่งแร่ไม่ลึกมากนัก และเพื่อความสะดวกในการคำนวณ โดยให้ค่าขุดดินมีค่าเป็น 1 บาท/ลบ.ม.ดิน และค่าขุดแร่เป็น 2 บาท/ลบ.ม.แร่

6. แผนการผลิตแร่

โดยปกติแล้วการแสดงรูปร่างบ่อเหมืองตามแผนการผลิตแร่ จะนิยมในการวางแผนระยะยาวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามถ้านำมาใช้ในการวางแผนระยะสั้น จะต้องอาศัยประสบการณ์ในการเลือกเครื่องมือเครื่องจักร ลักษณะการใช้งาน และความสามารถในการขุด เพื่อให้ผลการออกแบบมีเวลาในการขุดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจเป็นเดือนหรือปี บรรลุตามแผนการผลิตที่วางเอาไว้ สำหรับการออกแบบครั้งนี้ใช้แผนการผลิต 30 ตันแร่ที่เกรดมาตรฐาน/เดือน เป็นเวลา 5 เดือน เพื่อใช้เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการออกแบบ

7. ขั้นตอนของลำดับการทำเหมือง

ขั้นตอนของลำดับการทำเหมืองมีประโยชน์ในด้าน การลดปริมาณการขุดดินล่วงหน้า เนื่องจากเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติ ที่จำเป็นต้องมีการกำหนดจำนวนบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

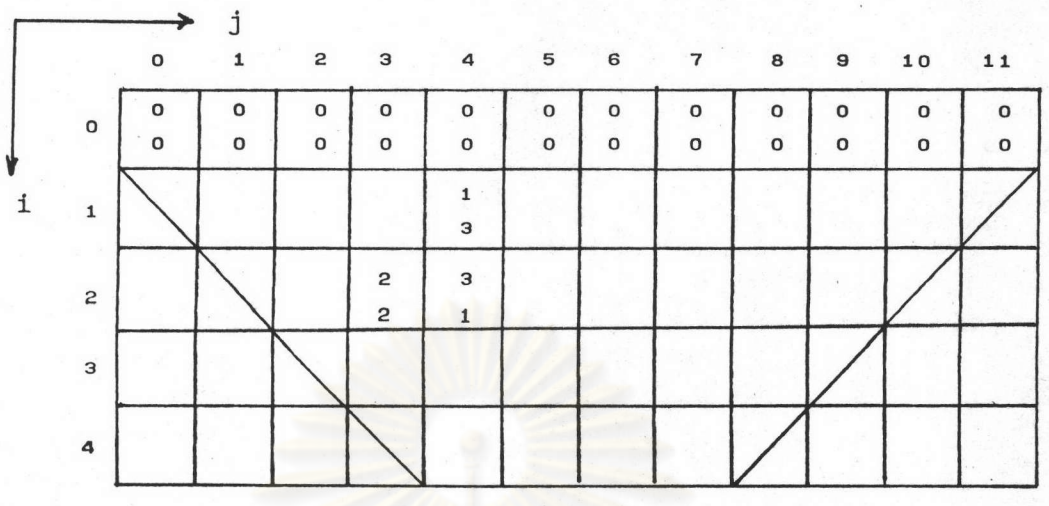
โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเลือกใช้เงื่อนไขการขุดแบบตาว ควรจะแบ่งจำนวนขั้นตอนให้มากตามความเหมาะสม สำหรับการออกแบบครั้งนี้จะใช้จำนวนหนึ่ง ขั้นตอน ที่ระดับความลึกของบล๊อก เท่ากับ 4 บล๊อก

8. <u>พัสดุแร่สำรอง</u>

ลักษณะพัสดุแร่สำรองมีการกระจายของแร่เป็นแบบสุ่ม บางภาพตัดขวางมีการขุดบล๊อกออกไปบางส่วน หรือเป็นลักษณะของเชิงเขาในด้านขวาของภาพตัดขวาง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ป้อนเป็นลักษณะแหล่งแร่ที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บนพื้นราบ

พัสดุแร่สำรองนี้จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพิสูจน์ว่าวิธีการที่ได้มีการวิจัยในต่างประเทศมาแล้ว มีข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบอย่างไร โดยจำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในการใช้งาน อันเป็นเหตุผลสำคัญในการวิจัยครั้งนี้

จากภาพที่ ข.1 ถึง ข.8 แสดงข้อมูลในบล๊อกของภาพตัดขวาง ส่วนที่หนึ่งเป็นตารางแสดงปริมาณดินและแร่ในบล๊อกหนึ่ง ๆ ตามพิกัดเหมืองแร่ มีหน่วยเป็น ลบ.ม. แถวตั้งที่ 0 และ 11 และแถวนอนที่ 0 เป็นการเพิ่มจำนวนแถวตั้งและแถวนอนขึ้นมาเพื่อช่วยในการคำนวณตัวเลขบนแสดงปริมาณดินในบล๊อก สำหรับตัวเลขล่างแสดงปริมาณแร่ในบล๊อก ในแถวนอนที่ 0 จะมีตัวเลขเป็นศูนย์หมด เนื่องจากเป็นบล๊อกว่างเปล่าที่สมมติขึ้นหรือเป็นบล๊อกที่มีการขุดออกไปแล้ว สำหรับบล๊อกที่ไม่มีตัวเลขแสดงว่าบล๊อกนั้น ๆ มีแต่ดินเพียงอย่างเดียว สำหรับในส่วนที่สองแสดงตารางมูลค่าบล๊อก ซึ่งแปลงข้อมูลปริมาณดินและแร่ จากส่วนที่หนึ่งมาเป็นตัวเงิน โดยนำรายได้จากการขายแร่ในบล๊อกนั้น ๆ หักออกจากค่าขุดแร่และดิน ตัวเลขที่มีค่าติดลบแสดงว่าขาดทุน สำหรับตัวเลขที่มีค่าบวกจะเป็นกำไร ในส่วนสุดท้ายเป็นตารางแสดงมูลค่าบล๊อกสะสมตามแนวแถวตั้งหรือคอลัมน์มาจนถึงบล๊อกนั้น ๆ เป็นบล๊อกฐาน โดยนำข้อมูลจากส่วนที่สองมาทำการคำนวณสะสม ส่วนสุดท้ายนี้จะนำไปใช้ในการคำนวณโดยวิธีโปรแกรมไดนามิค



(ก) พัสดุแร่สำรอง

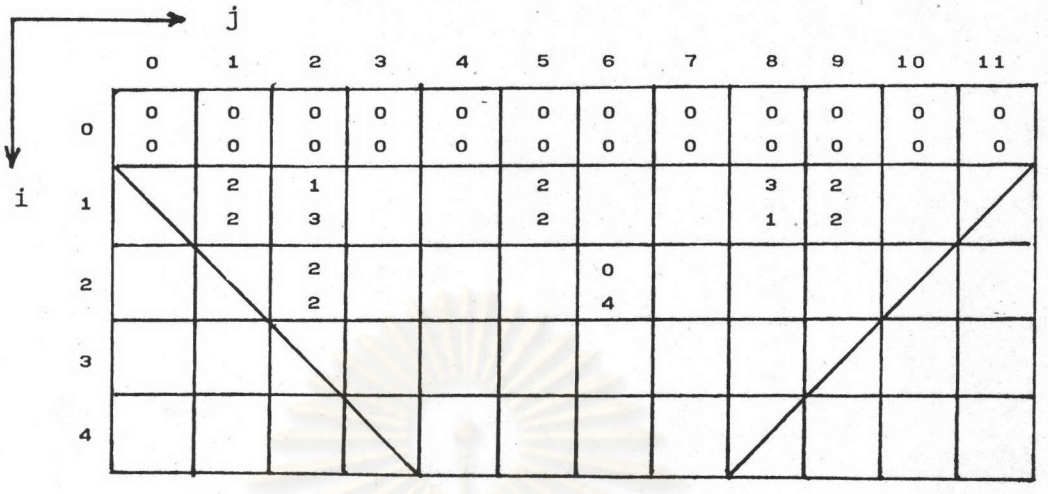
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
2			-4	2	-1	-4	-4	-4	-4	-4		
3				-4	-4	-4	-4	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล๊อก m_{ij}

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
2			-8	-2	4	-8	-8	-8	-8	-8		
3				-6	0	-12	-12	-12	-12			
4					-4	-16	-16	-16				

(ค) มูลค่าบล๊อกสะสม M_{ij}

ภาพที่ ข.1 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล๊อก และมูลค่าบล๊อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 1



(ก) พัสดุแร่สำรอง

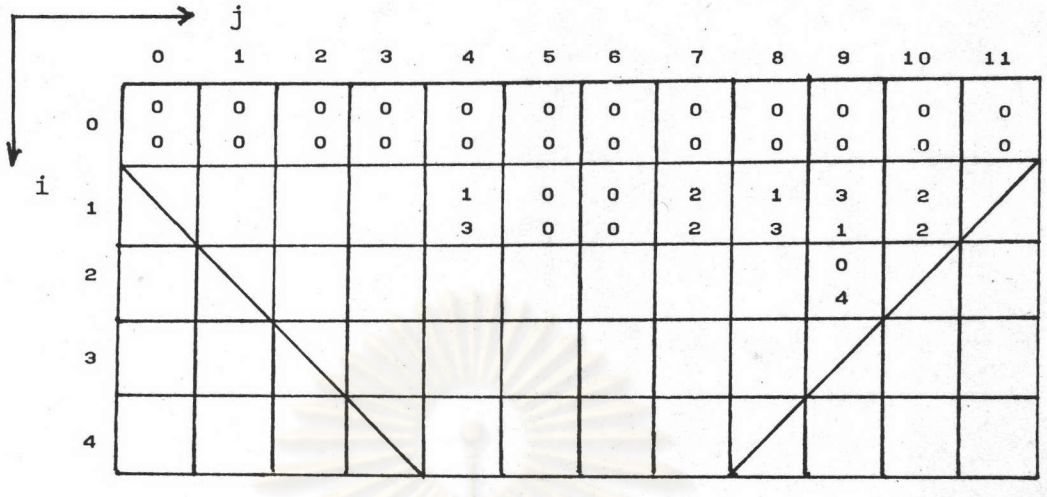
i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	5	-4	-4	2	-4	-4	-1	2	-4	
2			2	-4	-4	-4	8	-4	-4	-4		
3				-4	-4	-4	-4	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล๊อก

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	5	-4	-4	2	-4	-4	-1	2	-4	
2			7	-8	-8	-2	4	-8	-5	-2		
3				-12	-12	-6	0	-12	-9			
4					-16	-10	-4	-16				

(ค) มูลค่าบล๊อกสะสม

ภาพที่ ข.2 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล๊อก และมูลค่าบล๊อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 2



(ก) พัสดุแร่สำรอง

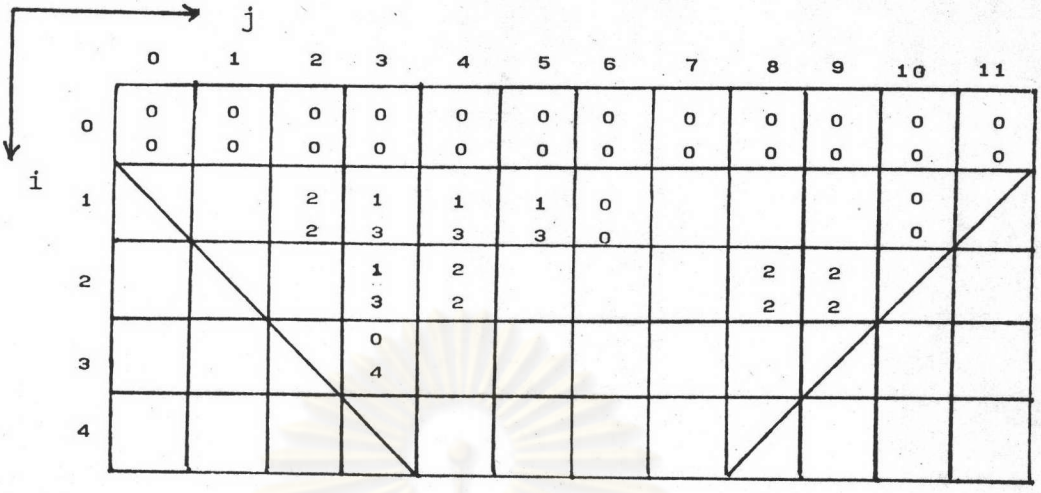
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	5	0	0	2	5	-1	2	
2			-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	8		
3				-4	-4	-4	-4	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล้อก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	5	0	0	2	5	-1	2	
2			-8	-8	1	-4	-4	-2	1	7		
3				-12	-3	-8	-8	-6	-3			
4					-7	-12	-12	-10				

(ค) มูลค่าบล้อกสะสม

ภาพที่ ข.3 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล้อก และมูลค่าบล้อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 3



(ก) พัสดุแร่สำรอง

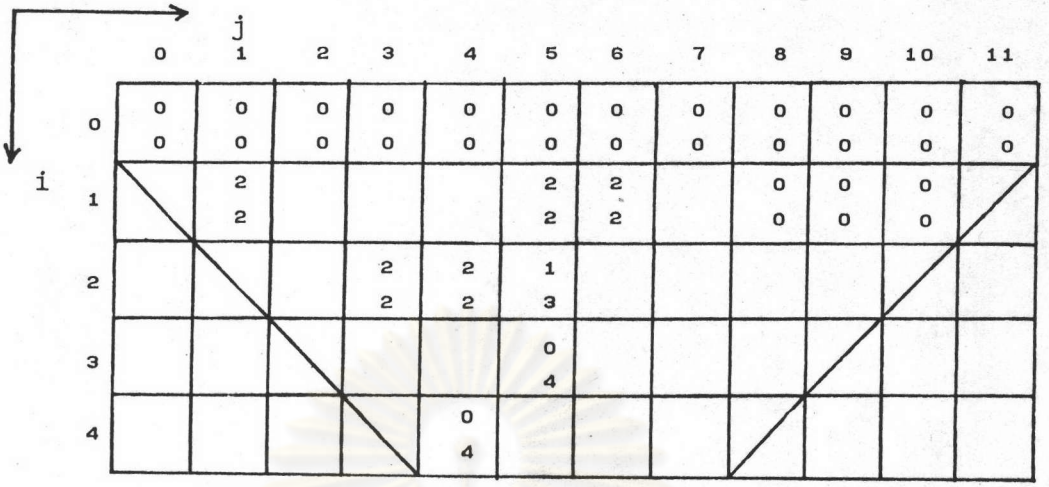
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	2	5	5	5	0	-4	-4	-4	0	
2			-4	5	2	-4	-4	-4	2	2		
3				8	-4	-4	-4	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล้อก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	2	5	5	5	0	-4	-4	-4	0	
2			-2	10	7	1	-4	-8	-2	-2		
3				18	3	-3	-8	-12	-6			
4					-1	-7	-12	-16				

(ค) มูลค่าบล้อกสะสม

ภาพที่ ข.4 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล้อก และมูลค่าบล้อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 4



(ก) พัสดุแร่สำรอง

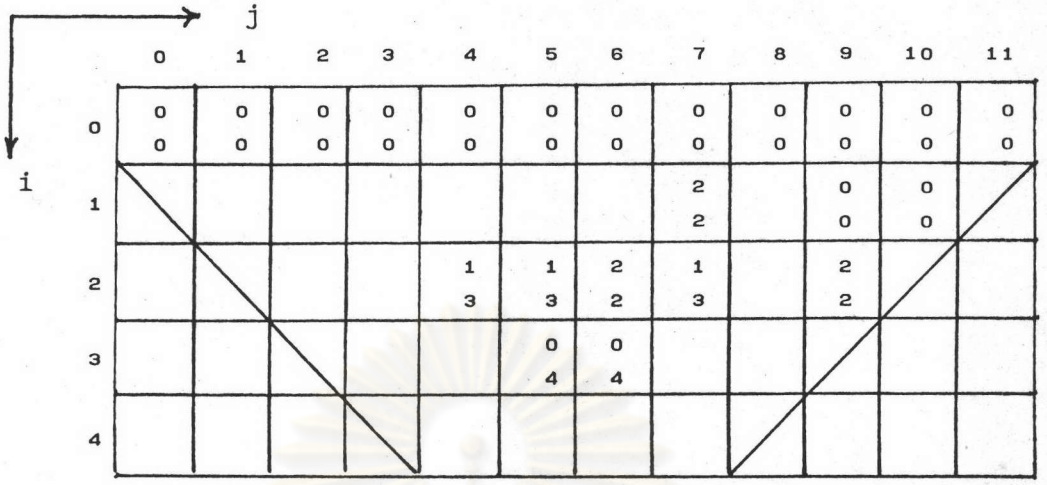
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	-4	-4	-4	2	2	-4	0	0	0	
2			-4	2	2	5	-4	-4	-4	0		
3				-4	-4	8	-4	-4	-4			
4					8	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล๊อก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	-4	-4	-4	2	2	-4	0	0	0	
2			-8	-2	-2	7	-2	-8	-4	0		
3				-6	-6	15	-6	-12	-8			
4					2	11	-10	-16				

(ค) มูลค่าบล๊อกสะสม

ภาพที่ ข.5 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล๊อก และมูลค่าบล๊อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 5



(ก) พัสดุแร่สำรอง

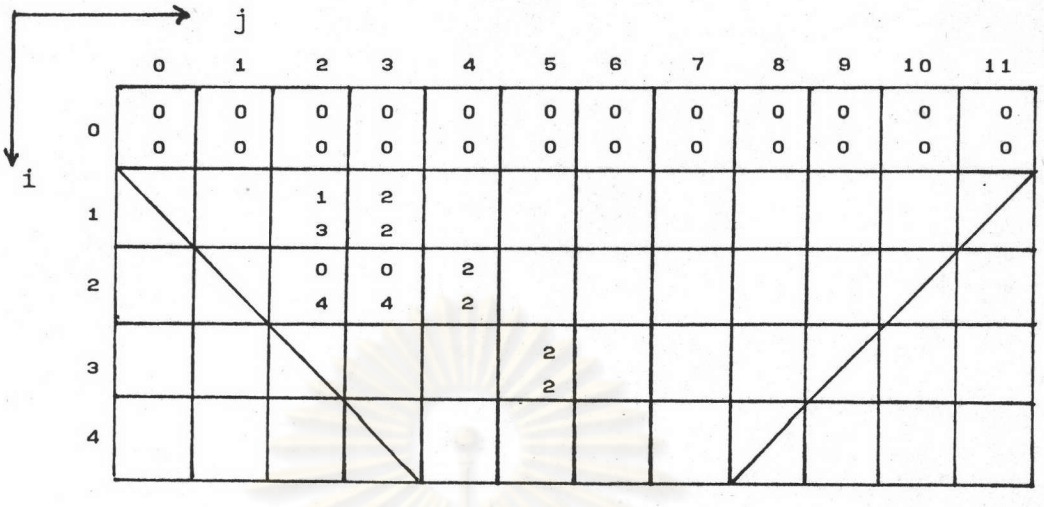
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	-4	0	0	
2			-4	-4	5	5	2	5	-4	2		
3				-4	-4	8	8	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล๊อก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	-4	0	0	
2			-8	-8	1	1	-2	7	-8	2		
3				-12	-3	9	6	3	-12			
4					-7	5	2	-1				

(ค) มูลค่าบล๊อกสะสม

ภาพที่ ข.6 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล๊อก และมูลค่าบล๊อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 6



(ก) พัสดุแร่สำรอง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	5	2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
2			8	8	2	-4	-4	-4	-4	-4		
3				-4	-4	2	-4	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

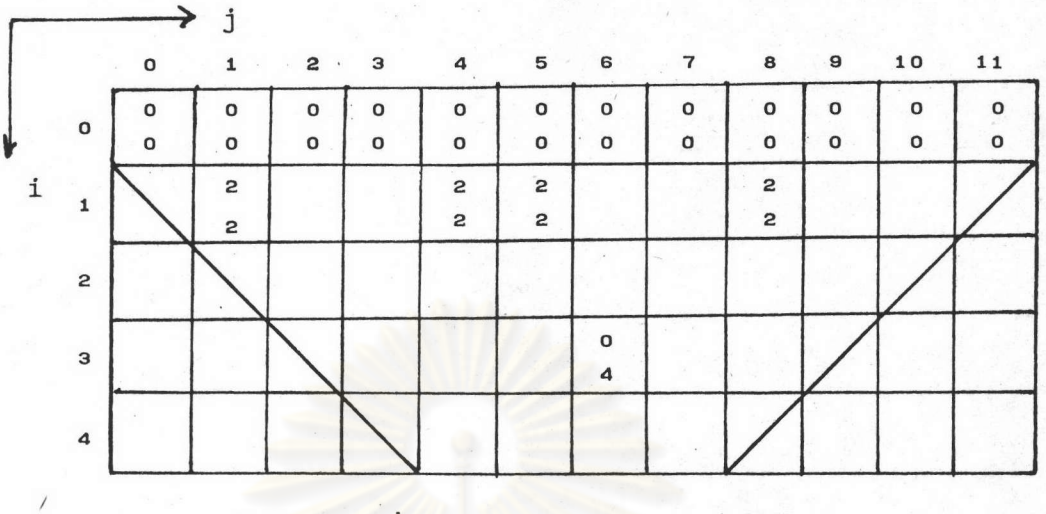
(ข) มูลค่าบล้อก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		-4	5	2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
2			13	10	-2	-8	-8	-8	-8	-8		
3				6	-6	-6	-12	-12	-12			
4					-10	-10	-16	-16				

(ค) มูลค่าบล้อกสะสม

ภาพที่ ข.7 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล้อก และมูลค่าบล้อกสะสม ของภาพตัดขวาง

..ที่ 7



(ก) พัสดุแร่สำรอง

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	-4	-4	2	2	-4	-4	2	-4	-4	
2			-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4		
3				-4	-4	-4	8	-4	-4			
4					-4	-4	-4	-4				

(ข) มูลค่าบล๊อก

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		2	-4	-4	2	2	-4	-4	2	-4	-3	
2			-8	-8	-2	-2	-8	-8	-2	-8		
3				-12	-6	-6	0	-12	-6			
4					-10	-10	-4	-16				

(ค) มูลค่าบล๊อกสะสม

ภาพที่ ข.8 แสดงพัสดุแร่สำรอง มูลค่าบล๊อก และมูลค่าบล๊อกสะสม ของภาพตัดขวางที่ 8

การคำนวณออกแบบโดยวิธีของ Lerchs และ Grossmann

จากข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการออกแบบ จะนำข้อมูลที่แสดงมูลค่าบล๊อกสะสมของภาพตัดขวางที่ 1 ถึง 8 ในภาพที่ ข.1 ถึง ข.8 มาทำการคำนวณตามวิธีการของ Lerchs และ Grossmann ซึ่งเป็นการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว โดยมีสมการย้อนกลับดังนี้

$$P_{ij} = \max_{r = -1,0,1} [M_{ij} + P_{(i + r, j - 1)}]$$

โดยที่

$$P_{oj} = 0$$

1. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 1

ภาพตัดขวางที่ 1 มีความลึกสูงสุดที่จะพิจารณาเท่ากับ 1 บล๊อก ซึ่งได้จากการพิจารณาที่ภาพตัดด้านยาว ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.9 ได้กำไรจากการขุด 5 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 1

2. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 2

ภาพตัดขวางที่ 2 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 2 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.10 ได้กำไรจากการขุด 11 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 2

3. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3

ภาพตัดขวางที่ 3 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 3 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.11 ได้กำไรจากการขุด 21 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 2 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเส้นขอบเขตบ่อเหมืองมีความลึกไม่ถึงระดับบล๊อกที่ 3

4. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4

ภาพตัดขวางที่ 4 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 4 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.12 ได้กำไรจากการขุด 24 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5

ภาพตัดขวางที่ 5 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 4 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.13 ได้กำไรจากการขุด 7 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 2

6. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6

ภาพตัดขวางที่ 6 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 3 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.14 ได้กำไรจากการขุด 17 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 3

7. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 7

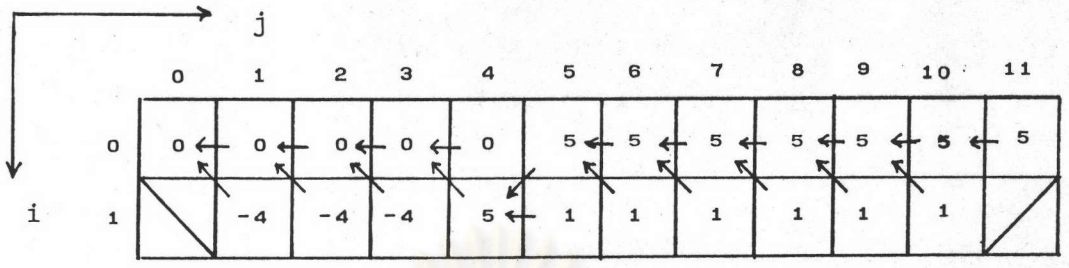
ภาพตัดขวางที่ 7 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 2 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.15 ได้กำไรจากการขุด 15 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 2

8. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 8

ภาพตัดขวางที่ 8 มีความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับ 1 บล๊อก ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.16 ได้กำไรจากการขุด 8 บาท ที่ระดับความลึกของบล๊อกเท่ากับ 1

9. รูปร่างบ่อเหมืองจากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว

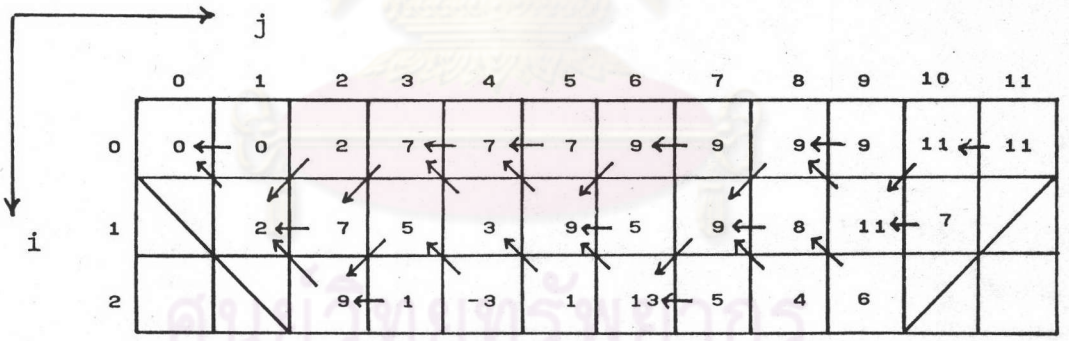
จากผลการคำนวณในภาพที่ ข.9 ถึง ข.16 จะนำมาแสดงเป็นรูปร่างบ่อเหมืองดังภาพที่ ข.17 ได้กำไรทั้งหมด 108 บาท มีความลึกของก้นบ่อเหมืองที่ระดับบล๊อกที่ 3 ข้อสังเกตผลการออกแบบของ Lerchs และ Grossmann คือ ได้ขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้ายเท่านั้น แต่ไม่สามารถรักษาเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติได้ทั้งแบบกากบาทและแบบดาว นอกจากนี้บางภาพตัดขวางไม่สามารถมีเส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่ความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของภาพตัดขวาง



เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

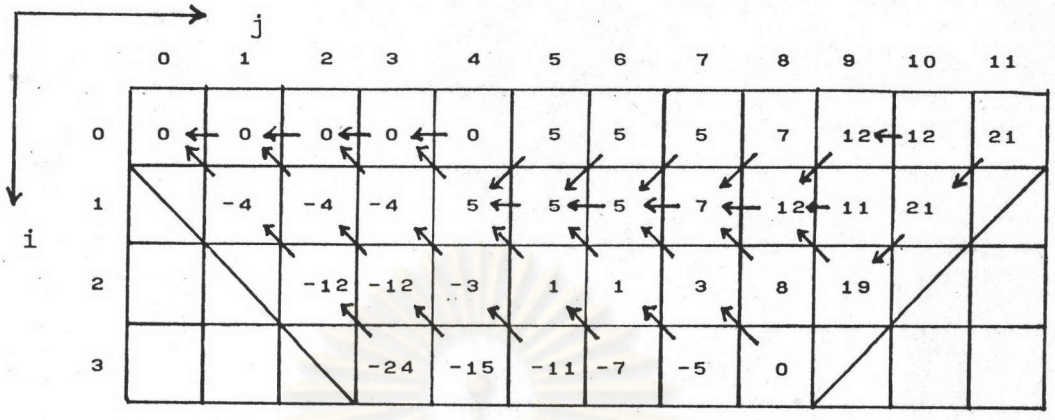
ภาพที่ ข.9 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคทาง เดียว



เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 1 1 0 0 1 2 1 0 1 0 0

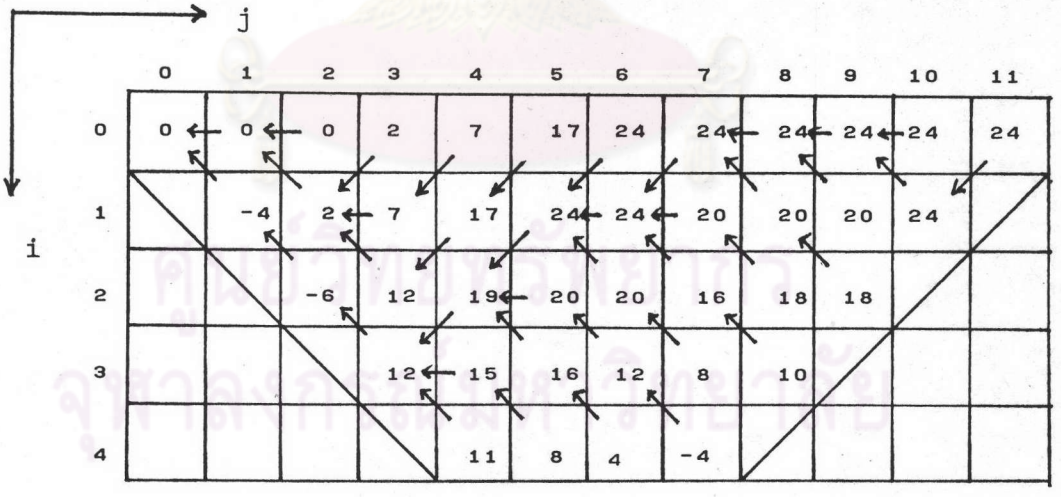
ภาพที่ ข.10 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคทาง เดียว



เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 1 1 1 1 2 1 0

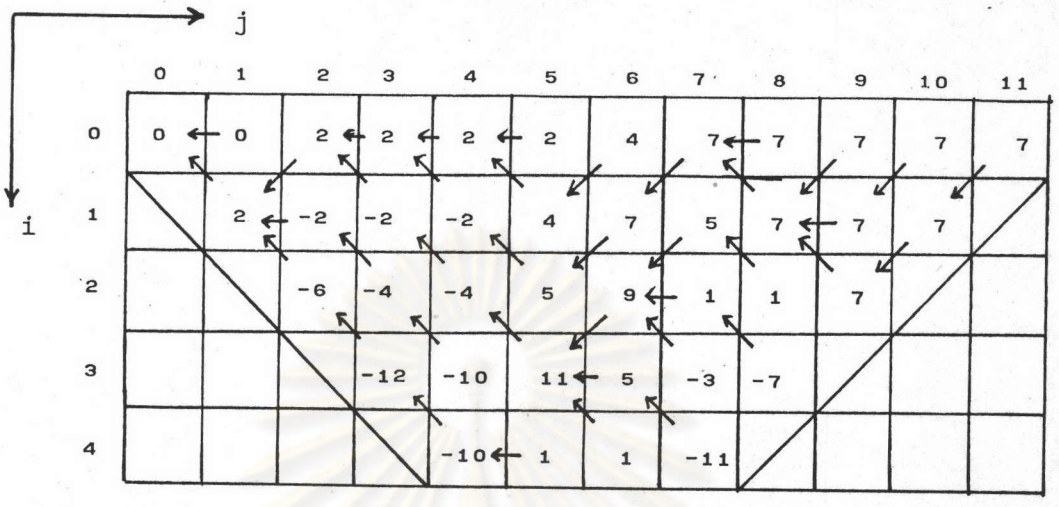
ภาพที่ ข.11 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3 จากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว



เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 3 2 1 1 0 0 0 1 0

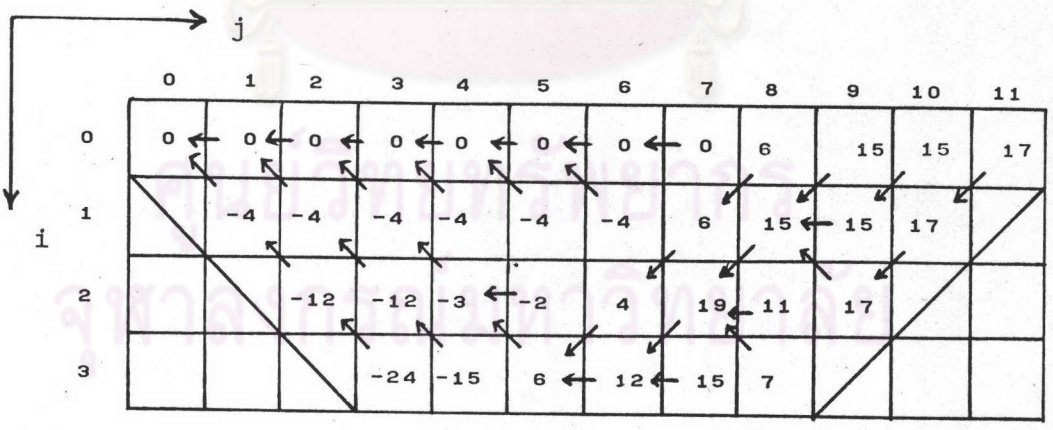
ภาพที่ ข.12 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4 จากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว



เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 0 1 2 1 0 1 2 1 0

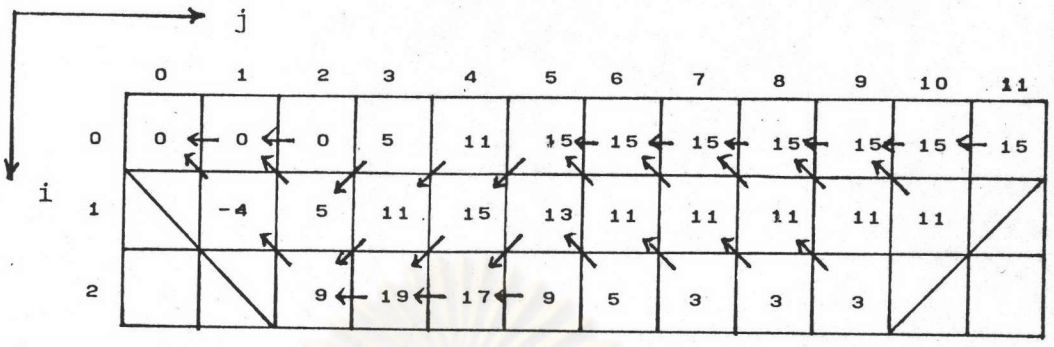
ภาพที่ ข.13 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5 จากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว



เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 1 2 3 3 2 1 2 1 0

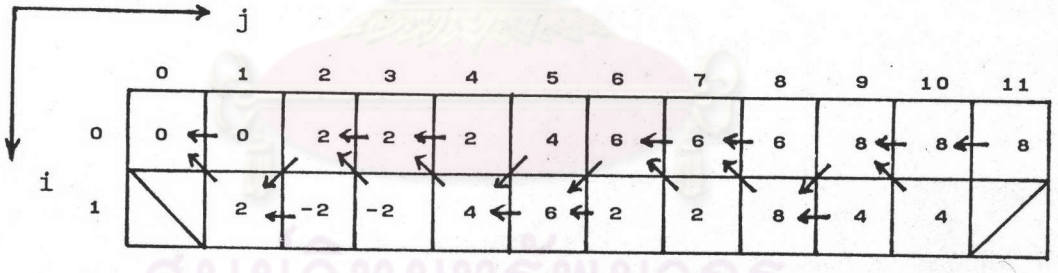
ภาพที่ ข.14 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6 จากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว



เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0

ภาพที่ ข.15 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 7 จากการโปรแกรมไดนามิคทาง เดียว

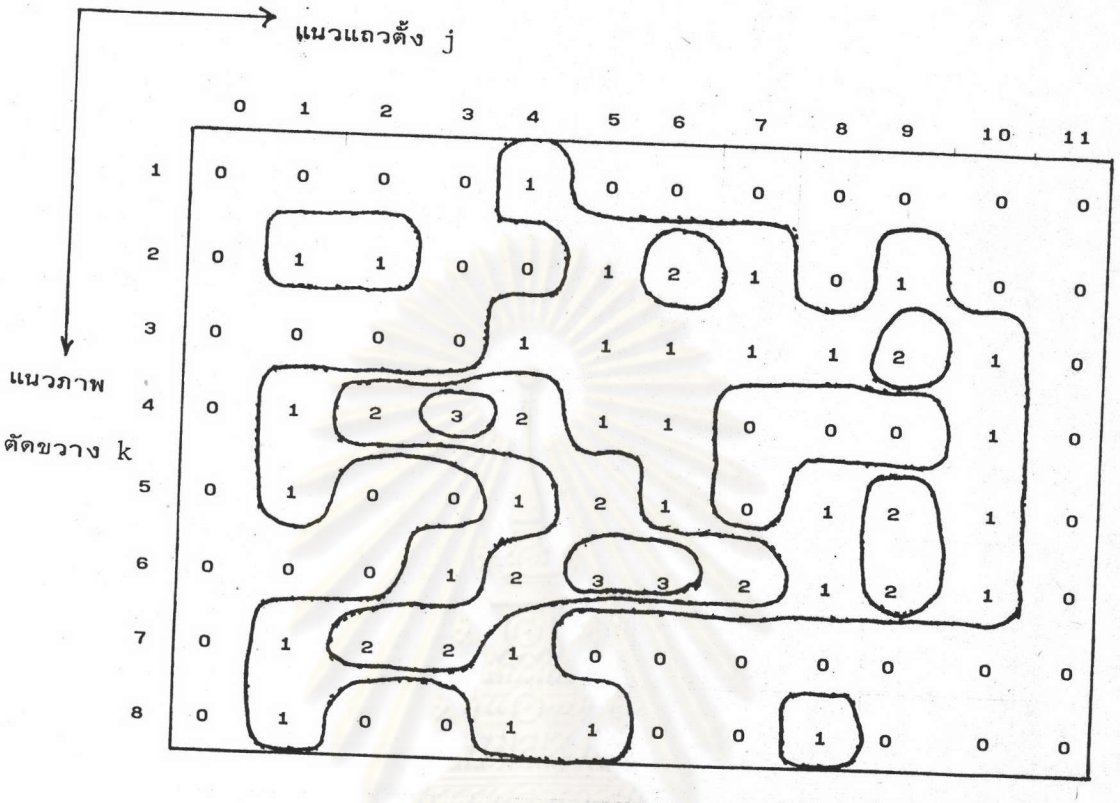


เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0

ภาพที่ ข.16 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 8 จากการโปรแกรมไดนามิคทาง เดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ข.17 รูปร่างบ่อเหมืองจากการโปรแกรมไดนามิคทางเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณออกแบบโดยวิธีของ Johnson และ Sharp

จากมูลค่าบล๊อกสะสมในภาพที่ ข.1 ถึง ข.8 จะนำมาคำนวณตามวิธีการของ Johnson และ Sharp ซึ่งเป็นการโปรแกรมไดนามิคสองทาง เพื่อหาตำแหน่งที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมไดนามิคสองทางเนื่องจากต้องการให้การคำนวณที่ระดับก้นบ่อเหมืองต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับแรก ๆ จนถึงระดับความลึกสูงสุดของภาพตัดขวาง หลังจากนั้นจะนำผลจากการคำนวณในแต่ละภาพตัดขวางลงไปบรรจุในภาพตัดด้านยาว เพื่อหาขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้ายที่เหมาะสม จากการโปรแกรมไดนามิคของภาพตัดด้านยาว สมการที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา มีสมการย้อนกลับดังนี้

$$P_{ij} = M_{ij} + \max_{r=-1,0,1} [\, P_{(i+r,\ j-1)} \,]$$

โดยที่

$$P_{oj} = 0$$

การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย มีสมการย้อนกลับดังนี้

$$P^{R}_{ij} = M_{ij} + \max_{r=-1,0,1} [\, P_{(i+r,\ j+1)} \,]$$

โดยที่

$$P^{R}_{oj} = 0$$

การคำนวณหาตำแหน่งบล๊อกที่ระดับก้นบ่อเหมือง คำนวณจาก

$$P_{im} = \max_{j} [\, P_{ij} + P^{R}_{ij} - M_{ij} \,]$$

การคำนวณหาขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้ายในภาพตัดด้านยาว มีดังนี้

$$P_{ik} = M_{ik} + \max_{r=-1,0,1} [\, P_{(i+r,\ k-1)} \,]$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่

P_{ok} = 0

1. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 1</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.18 ได้กำไรจากการขุด 5 บาท ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1

2. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 2</u>

ภาพตัดขวางที่ 2 มีระดับความลึกที่จะขุดสูงสุดที่ระดับบล็อกเท่ากับ 2 ซึ่งจำเป็นต้องแยกการคำนวณออกเป็นสองระดับที่ความลึกระดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2.1 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.19 ได้กำไรจากการขุด 11 บาท

2.2 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.20 ได้กำไรจากการขุด 11 บาท มีข้อสังเกตคือถึงแม้ว่าจะขุดลึกลงไปอีกหนึ่งระดับ แต่กำไรจากการขุดยังคงเท่ากับผลการคำนวณที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 เนื่องจากรายได้ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับค่าขุดดินที่เพิ่มขึ้น

3. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3</u>

3.1 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.21 ได้กำไรจากการขุด 14 บาท

3.2 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.22 ได้กำไรจากการขุด 21 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.23 ได้กำไรจากการขุด 9 บาท มีข้อสังเกตดังนี้ ที่ภาพตัดขวางที่ 3 การโปรแกรมไดนามิคทางเดียวมีความลึกเพียงระดับบล็อกที่ 2 เท่านั้น ดังนั้นวิธีการของ Johnson และ Sharp สามารถหารูปร่างบ่อเหมืองที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3 ได้ แต่จะทำให้กำไรจากการขุดลดลง

4. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4

4.1 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.24 ได้กำไรจากการขุด 17 บาท

4.2 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.25 ได้กำไรจากการขุด 24 บาท

4.3 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.26 ได้กำไรจากการขุด 24 บาท มีข้อสังเกตคือกำไรจากการขุดเท่ากับที่คำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2

4.4 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 4

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.27 ได้กำไรจากการขุด 0 บาท หรือเท่าทุนพอดี กำไรจากการขุดที่ลดลงจาก 24 บาท เป็นเท่าทุนพอดี เนื่องจากการขุดที่ลึกเกินระดับก้นบ่อเหมืองที่เหมาะสม

5. การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5

5.1 การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.28 ได้กำไรจากการขุด 6 บาท

5.2 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 2</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.29 ได้กำไรจากการขุด 7 บาท

5.3 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 3</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.30 ได้กำไรจากการขุด 5 บาท แทนที่จะเป็น 7 บาท เนื่องจากขุดเกินระดับความลึกที่เหมาะสม

5.4 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 4</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.31 ได้กำไรจากการขุด -1 บาท หรือขาดทุน 1 บาท แทนที่จะเป็นกำไร 7 บาท เนื่องจากการขุดที่ลึกเกินระดับก้นบ่อ เหมืองที่เหมาะสม

6. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6</u>

6.1 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 1</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.32 ได้กำไรจากการขุด 2 บาท

6.2 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 2</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.33 ได้กำไรจากการขุด 1 บาท แทนที่จะเป็น 2 บาท เนื่องจากขุดเกินระดับความลึกที่เหมาะสม

6.3 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 3</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.34 ได้กำไรจากการขุด 17 บาท

7. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 7</u>

7.1 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 1</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.35 ได้กำไรจากการขุด 7 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 <u>การคำนวณในระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.36 ได้กำไรจากการขุด 15 บาท

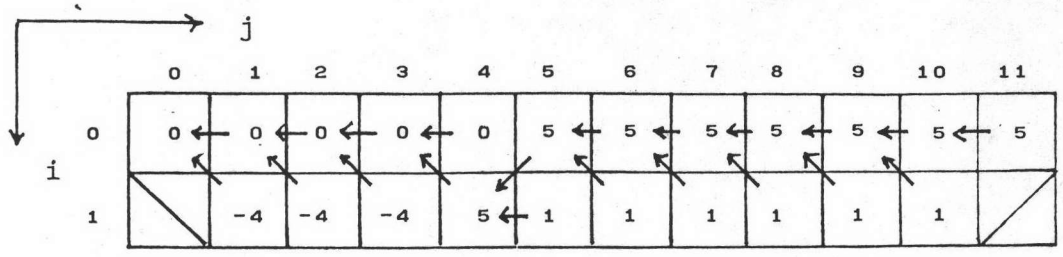
8. <u>การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 8</u>

ผลการคำนวณดังแสดงในภาพที่ ข.37 ในภาพตัดขวางที่ 8 นี้ มีความลึกสูงสุดของภาพตัดขวางที่ระดับบล็อกเท่ากับ 1 ได้กำไรจากการขุด 8 บาท

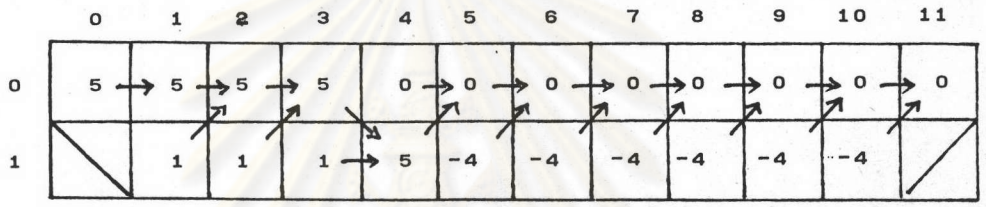
9. <u>การโปรแกรมไดนามิคในภาพตัดด้านยาว</u>

จากผลการคำนวณในภาพที่ ข.18 ถึง ข.37 จะนำกำไรจากการขุดในระดับก้นบ่อเหมืองต่าง ๆ มาบรรจุในภาพตัดด้านยาว ดังแสดงในภาพที่ ข.38 หลังจากนั้นจะทำการโปรแกรมไดนามิค เพื่อหาขอบเขตบ่อเหมืองขั้นสุดท้าย ซึ่งจะได้กำไรสะสมจากการขุดทั้งบ่อเหมืองเท่ากับ 108 บาท ดังแสดงผลการคำนวณในรูปที่ ข.39 และรูปร่างบ่อเหมืองในภาพที่ ข.40 ซึ่งสังเกตได้ว่ารูปร่างบ่อเหมืองจะเหมือนกับวิธีการของ Lerchs และ Grossmann แต่อย่างไรก็ตามรูปร่างบ่อเหมืองที่คำนวณจากทั้งสองวิธีนี้ ไม่จำเป็นต้องมีรูปร่างเหมือนกัน โดยเฉพาะในกรณีที่วิธีการที่สองมีการเลือกระดับก้นบ่อเหมืองที่ลึกมากกว่าวิธีการแรกในภาพตัดขวางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา (P_{ij})



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย (P^{R}_{ij})

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-4	-4	-4	5	1	1	1	1	1	1	-
P^{R}_{ij}	-	1	1	1	5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-
M_{ij}	-	-4	-4	-4	5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-
P_{ix}	-	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	-

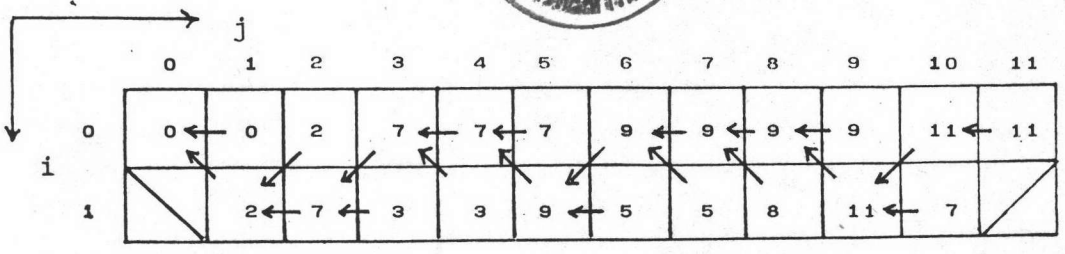
$P_{ix} = P_{ij} + P^{R}_{ij} - M_{ij}$ จะได้ $P_{im} = \max P_{ix} = 5$

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

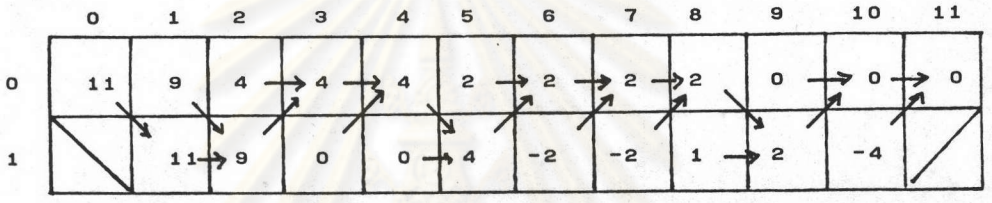
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

ภาพที่ ฆ.18 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 1 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

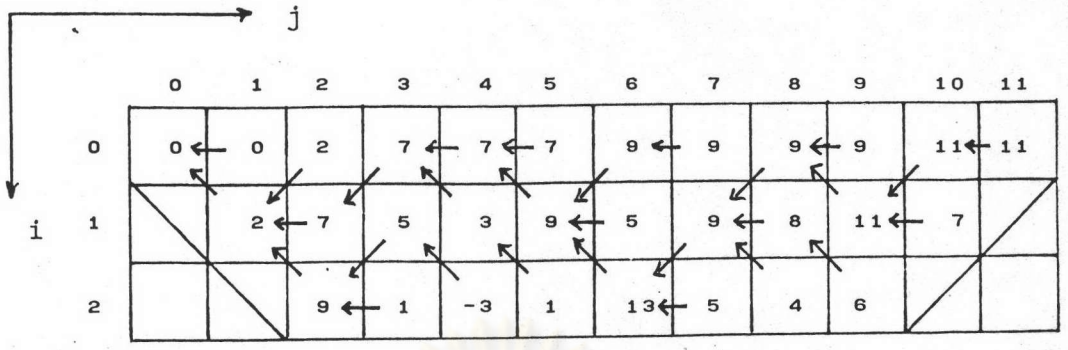
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	2	7	3	3	9	5	5	8	11	7	-
P^R_{ij}	-	11	9	0	0	4	-2	-2	1	2	-4	-
M_{ij}	-	2	5	-4	-4	2	-4	-4	-1	2	-4	-
P_{ix}	-	11	11	7	7	11	7	7	10	11	7	-
		*	*			*				*		

(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

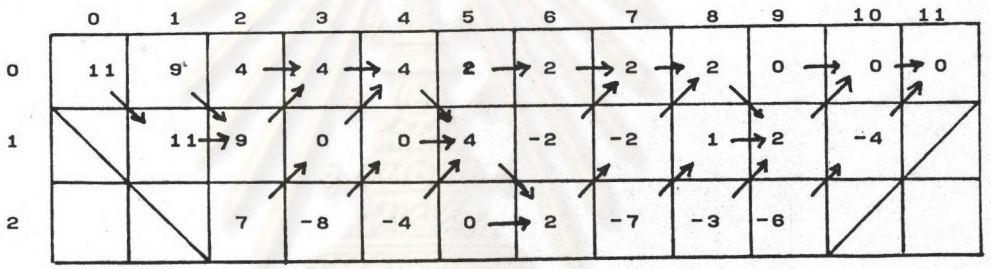
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0

ภาพที่ ข.19 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 2 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

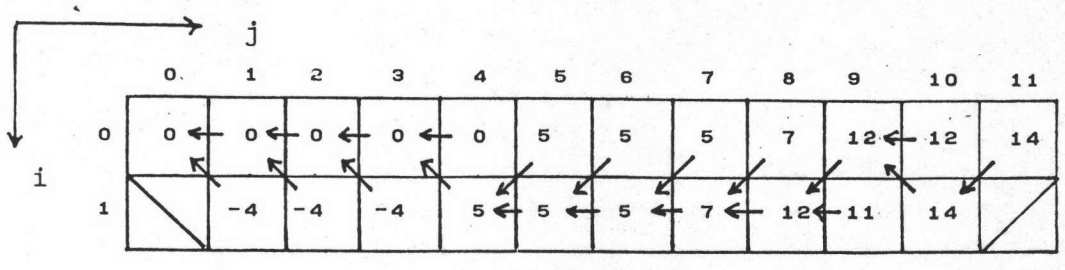
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	9	1	-3	1	13	5	4	6	-	-
P^R_{ij}	-	-	7	-8	-4	0	2	-7	-3	-6	-	-
M_{ij}	-	-	7	-8	-8	-2	4	-8	-5	-2	-	-
P_{ix}	-	-	9	1	1	3	11	6	6	2	-	-

(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

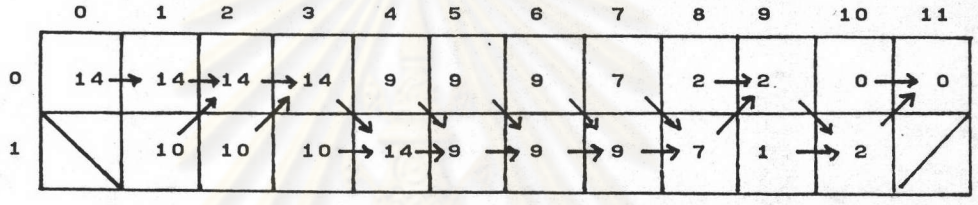
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 1 0 0 1 2 1 0 1 0 0

ภาพที่ ข.20 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 2 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

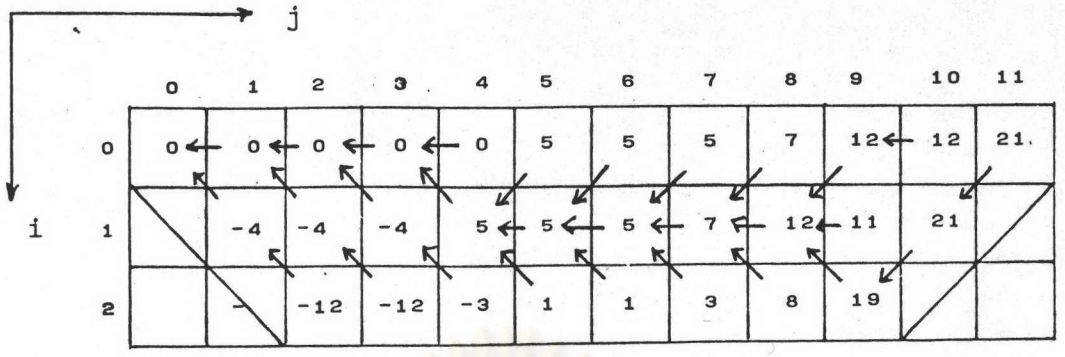
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-4	-4	-4	5	5	5	7	12	11	14	-
P^{R}_{ij}	-	10	10	10	14	9	9	9	7	1	2	-
M_{ij}	-	-4	-4	-4	5	0	0	2	5	-1	2	-
P_{ix}	1	10	10	10	14	14	14	14	14	11	14	-
					*	*	*	*	*		*	

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

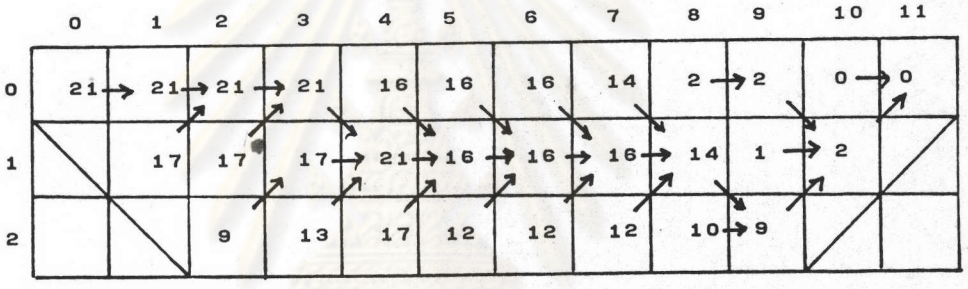
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0

ภาพที่ ข.21 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

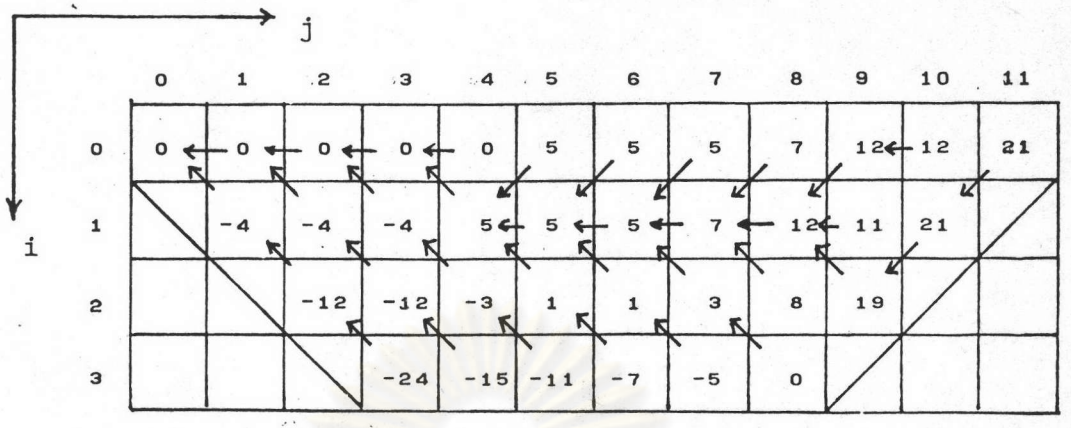
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-12	-12	-3	1	1	3	8	19	-	-
P^R_{ij}	-	-	9	13	17	12	12	12	10	9	-	-
M_{ij}	-	-	-8	-8	1	-4	-4	-2	1	7	-	-
P_{i*}	-	-	5	9	13	17	17	17	17	21	-	-

(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

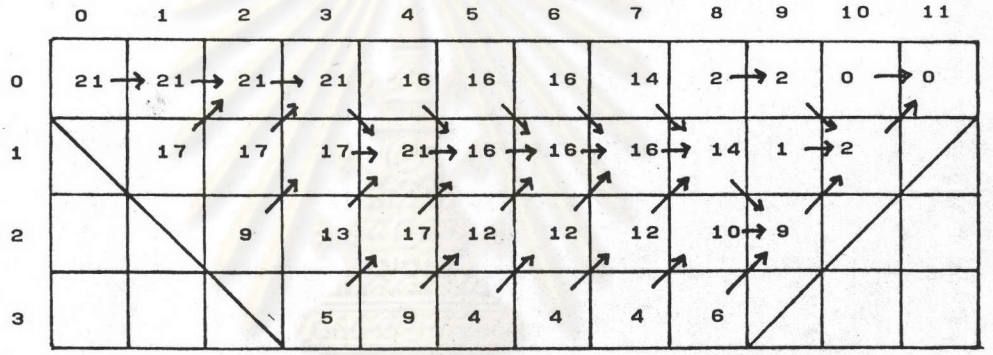
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 1 1 1 1 2 1 0

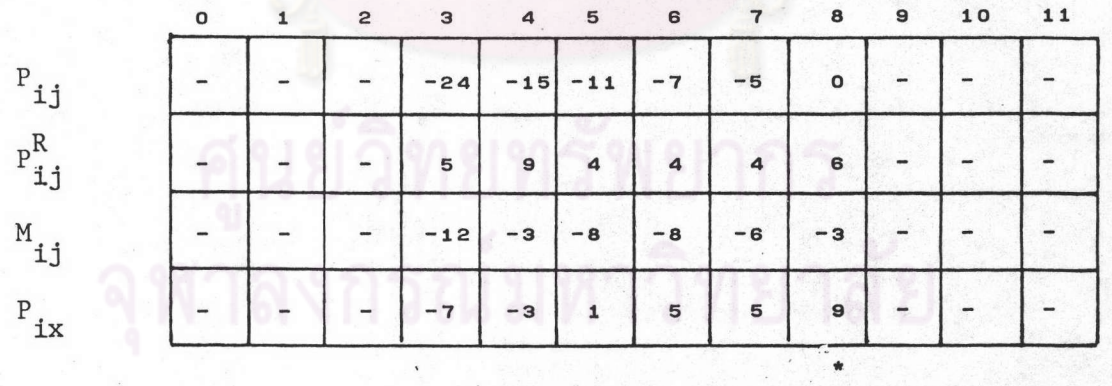
ภาพที่ ข.22 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

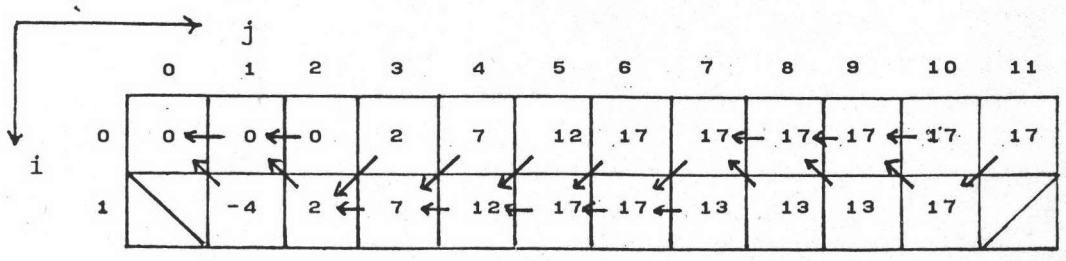


(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

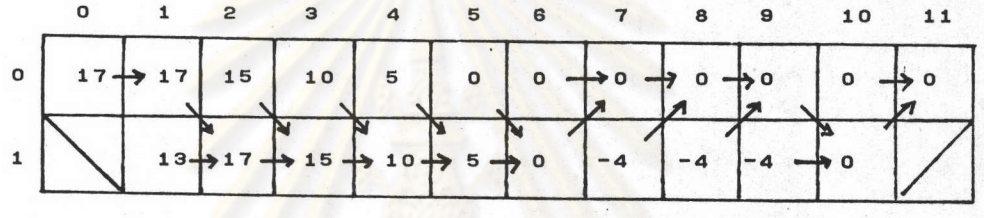
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 1 1 1 2 3 2 1 0

ภาพที่ ข.23 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 3 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

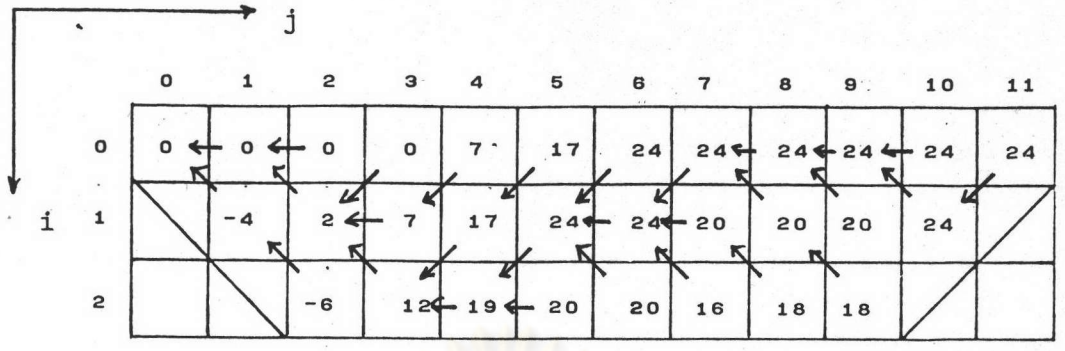
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-4	2	7	12	17	17	13	13	13	17	-
P^{R}_{ij}	-	13	17	15	10	5	0	-4	-4	-4	0	-
M_{ij}	-	-4	2	5	5	5	0	-4	-4	-4	0	-
P_{ix}	-	13	17	17	17	17	17	13	13	13	17	-
			*	*	*	*	*				*	

(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

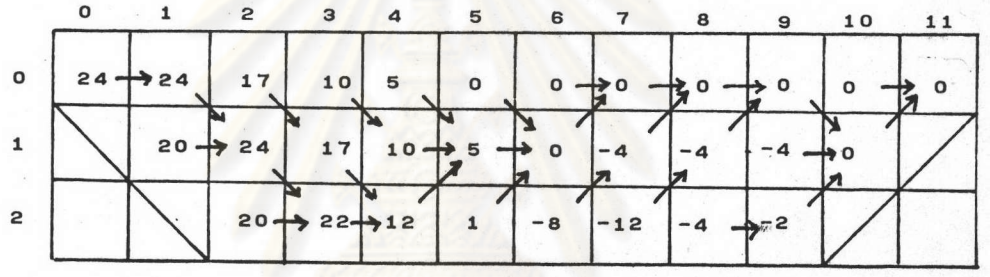
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0

ภาพที่ ข.24 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ -4 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

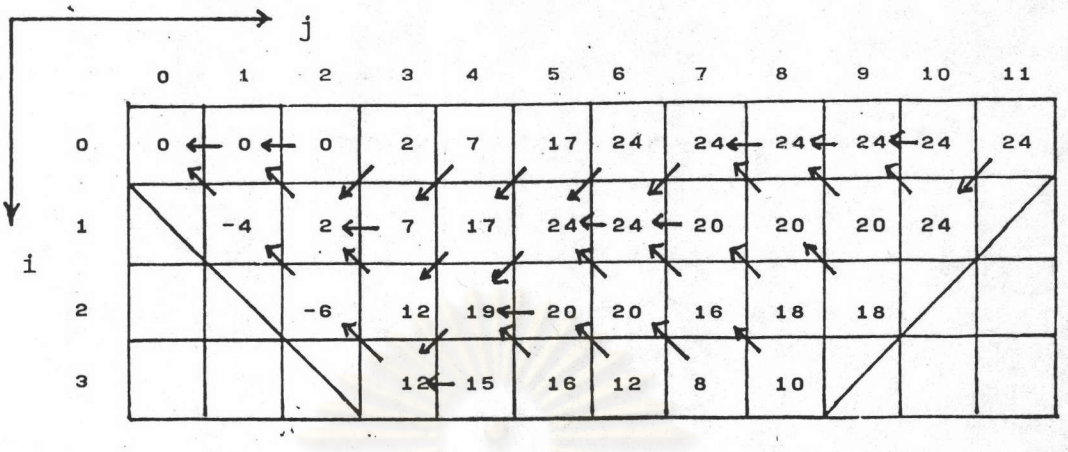
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-6	12	19	20	20	16	18	18	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	20	12	12	1	-8	-12	-4	-2	-	-
M_{ij}	-	-	-2	10	70	1	-4	-8	-2	-2	-	-
P_{ix}	-	-	16	24	24	20	16	12	16	18	-	-
				*	*							

(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

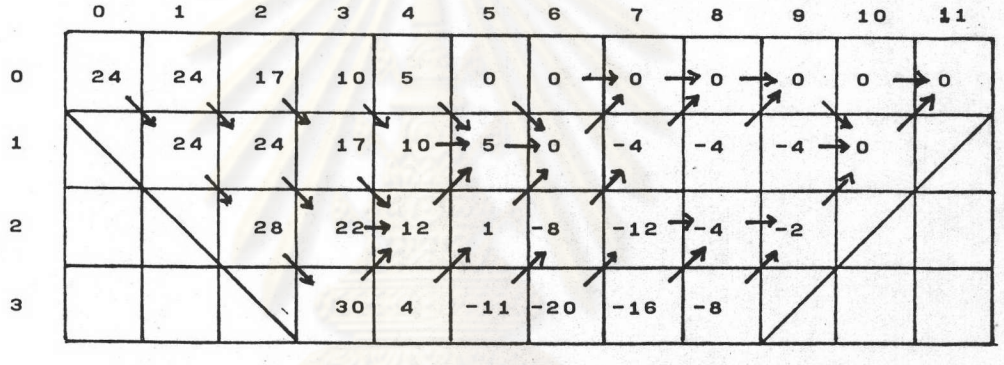
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 1 2 2 1 1 0 0 0 1 0

ภาพที่ ข.25 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

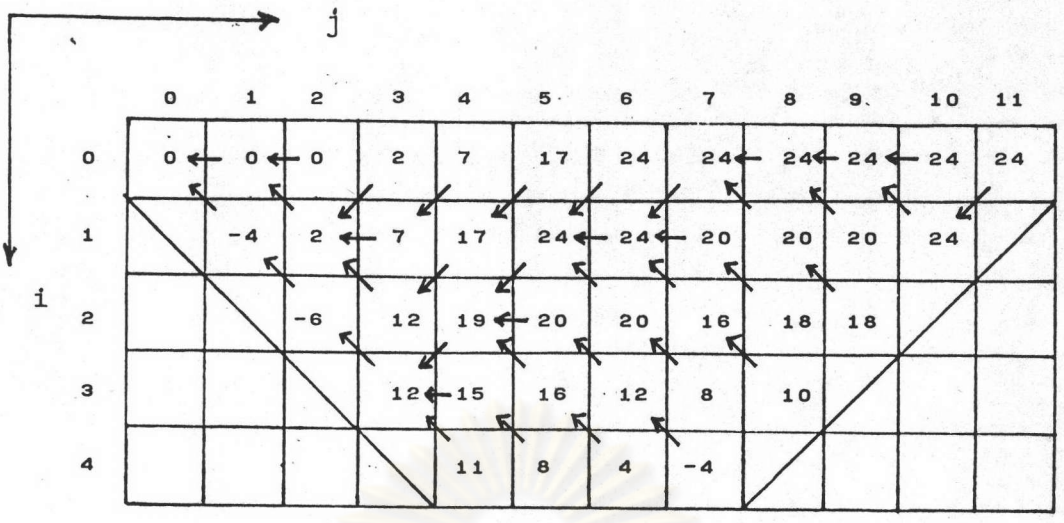
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-	12	15	16	12	8	10	-	-	-
P^R_{ij}	-	-	-	30	4	-11	-20	-16	-8	-	-	-
M_{ij}	-	-	-	18	3	-3	-8	-12	-6	-	-	-
P_{ix}	-	-	-	24	16	8	0	4	8	-	-	-

(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

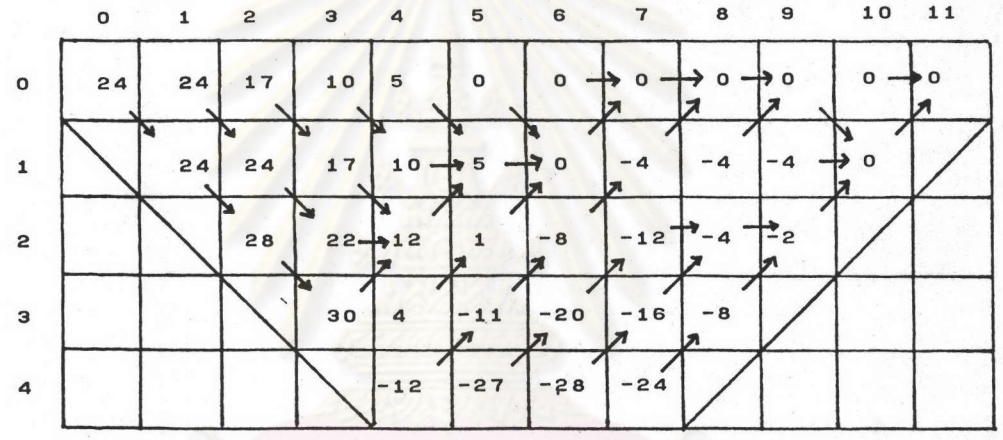
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 3 2 1 1 0 0 0 1 0

ภาพที่ ข.26 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

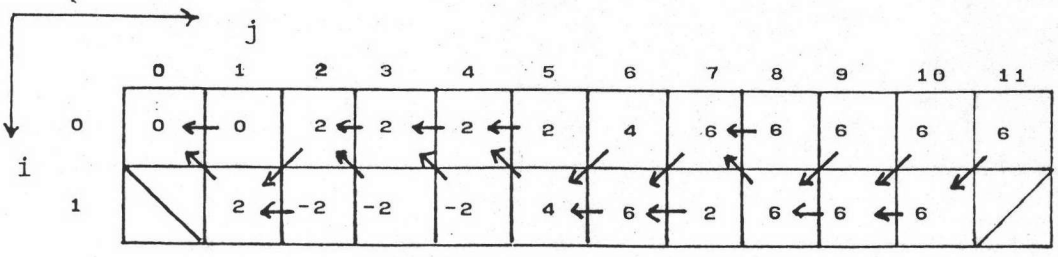
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-	-	11	8	4	-4	-	-	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	-	-	-12	-27	-28	-24	-	-	-	-
M_{ij}	-	-	-	-	-1	-7	-12	-16	-	-	-	-
P_{ix}	-	-	-	-	0	-12	-12	-12	-	-	-	-

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

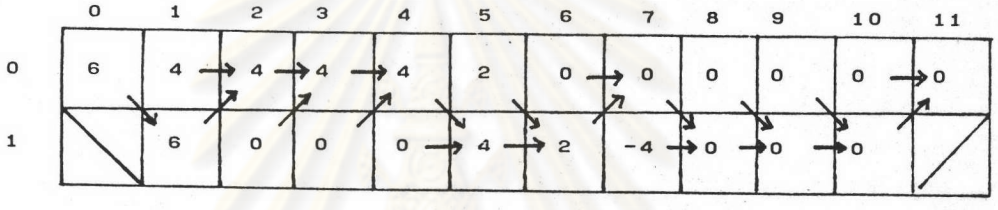
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 3 4 3 2 1 0 0 1 0

ภาพที่ ข.27 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 4 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 4 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

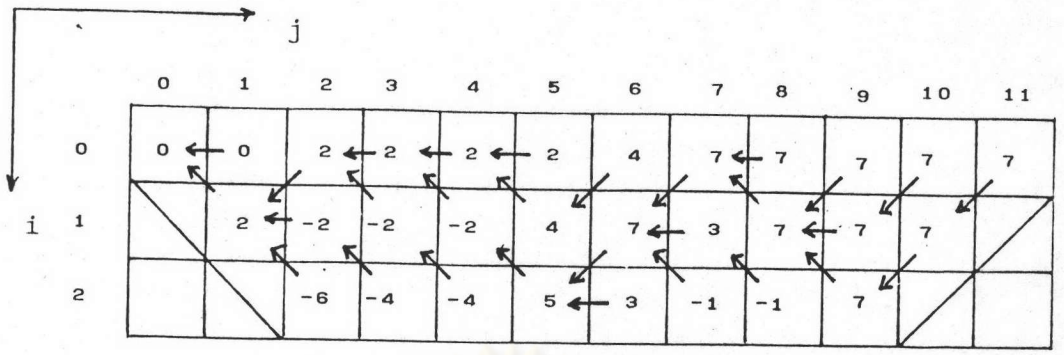
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	2	-2	-2	-2	4	6	2	6	6	6	-
P^{R}_{ij}	-	6	0	0	0	4	2	-4	0	0	0	-
M_{ij}	-	2	-4	-4	-4	2	2	-4	0	0	0	-
P_{ix}	-	6	2	2	2	6	6	2	6	6	6	-
		*				*	*		*	*	*	

(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

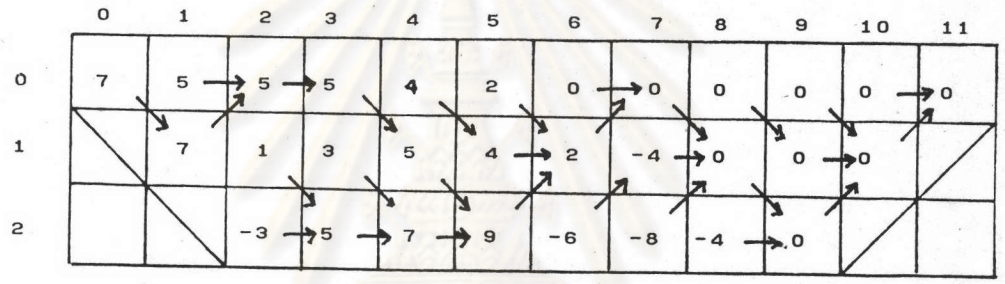
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0

ภาพที่ ข.28 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

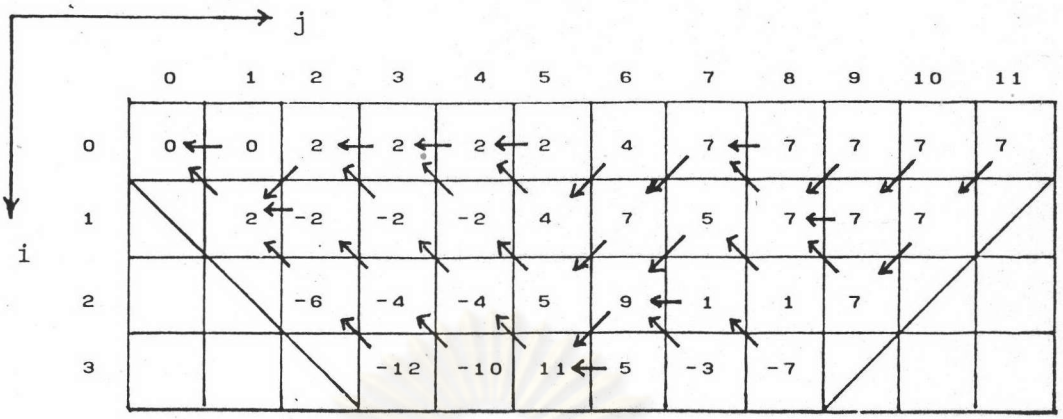
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-6	-4	-4	5	3	-1	-1	0	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	-3	5	7	9	-6	-8	-4	0	-	-
M_{ij}	-	-	-8	-2	-2	7	-2	-8	-4	0	-	-
P_{ix}	-	-	-1	3	5	7	-1	-1	-1	7	-	-
						*				*		

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

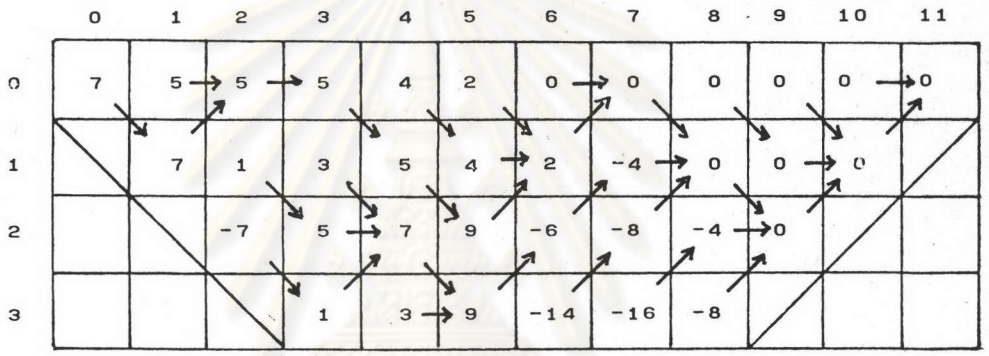
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 0 1 2 1 0 1 2 1 0

ภาพที่ ข.29 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

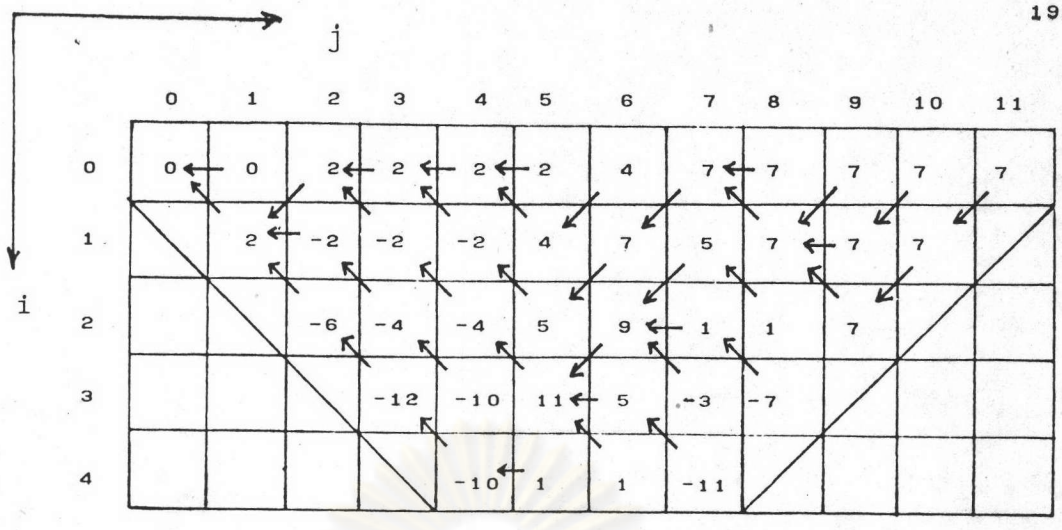
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-	-12	-10	11	5	-3	-7	-	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	-	1	3	9	-14	-16	-8	-	-	-
M_{ij}	-	-	-	-6	-6	15	-6	-12	-8	-	-	-
P_{ix}	-	-	-	-5	-1	5	-3	-7	-7	-	-	-

(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

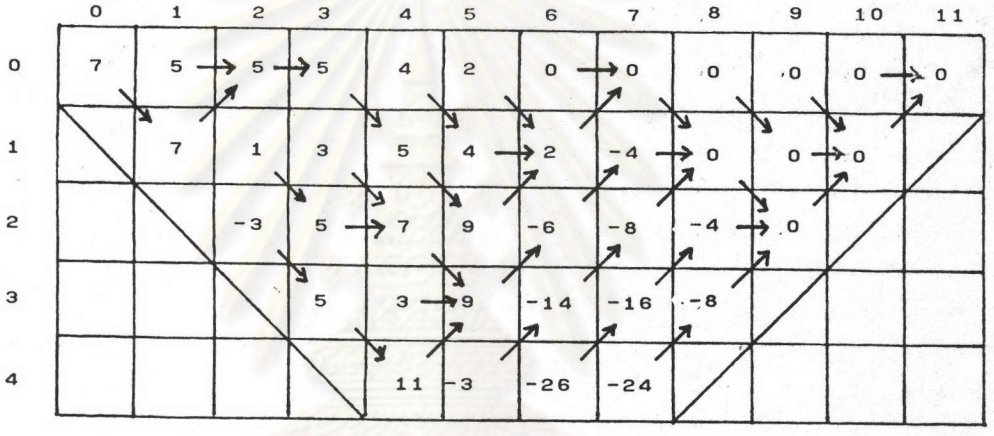
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 1 2 3 2 1 1 2 1 0

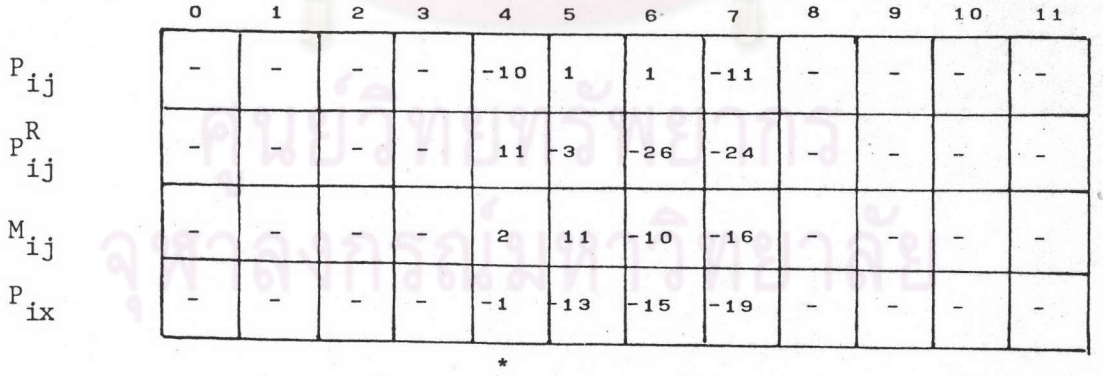
ภาพที่ ข.30 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

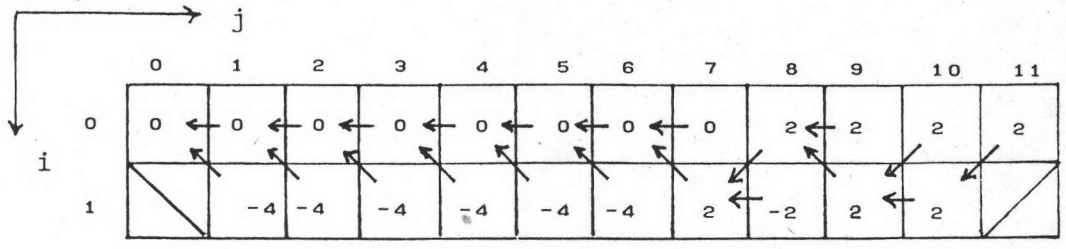


(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

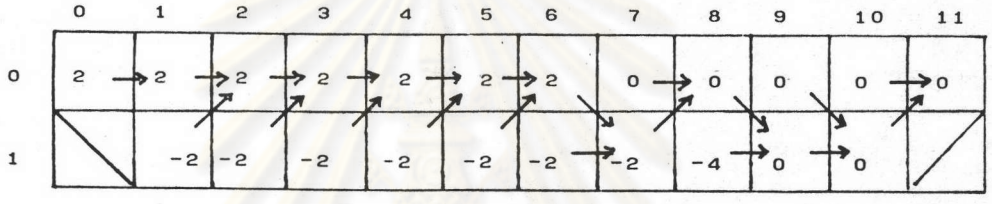
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 3 4 3 2 1 1 2 1 0

ภาพที่ ข-31 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 5 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 4 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

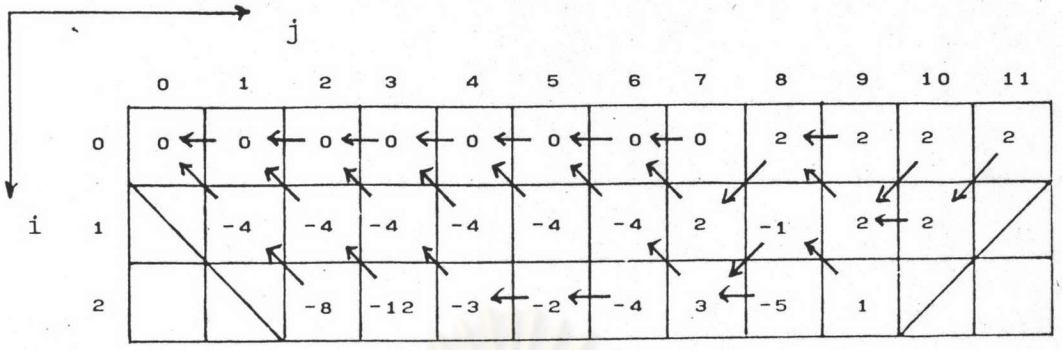
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	-2	2	2	-
P^{R}_{ij}	-	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	-4	0	0	-
M_{ij}	-	-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	-4	0	0	-
P_{ix}	-	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	-2	2	2	-
								*		*	*	

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

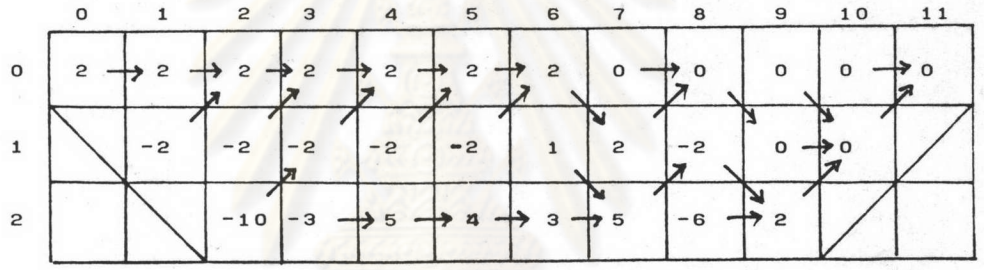
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0

ภาพที่ ข.32 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

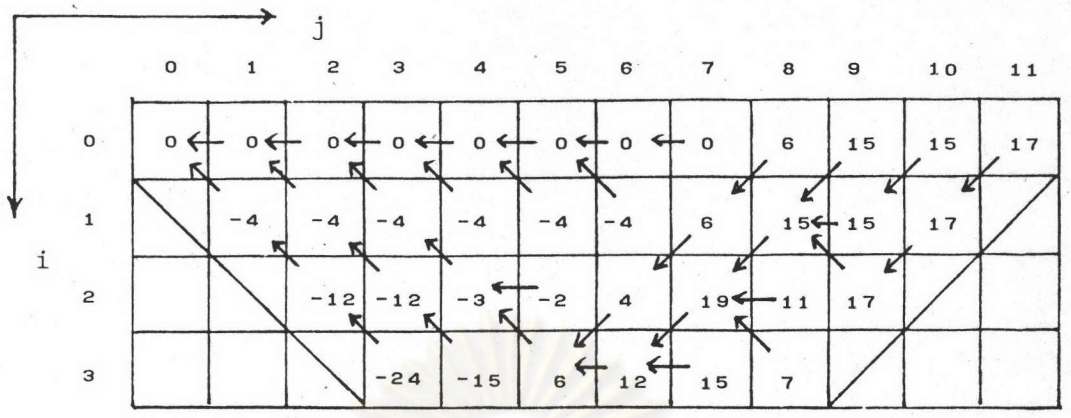
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	-8	-12	-3	-2	-4	3	-5	1	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	-10	-3	5	4	3	5	-6	2	-	-
M_{ij}	-	-	-8	-8	1	1	-2	7	-8	2	-	-
P_{ix}	-	-	-10	-7	1	1	1	1	-3	1	-	-
					*	*	*	*		*		

(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

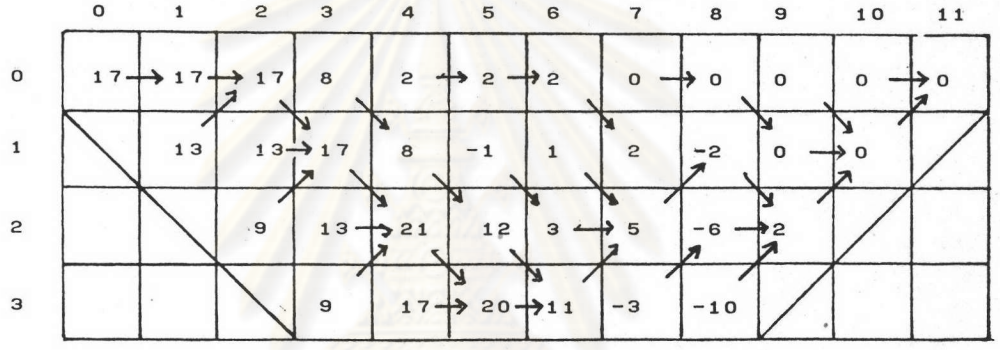
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 1 2 2 2 2 1 2 1 0

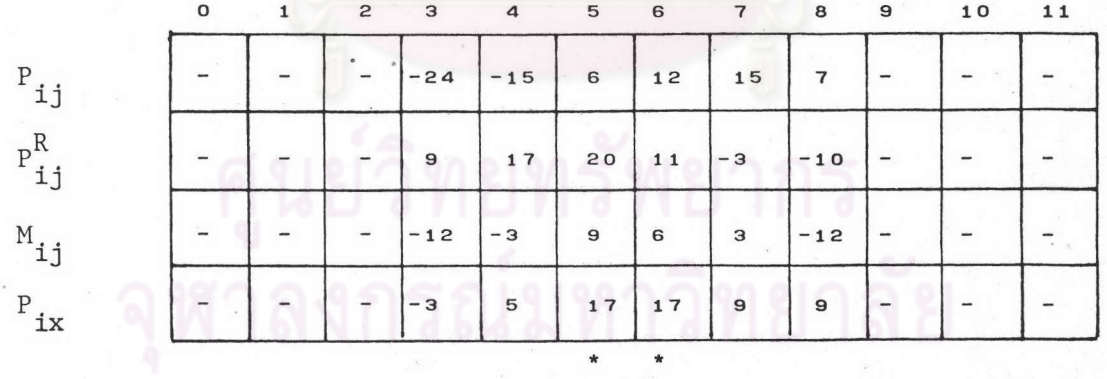
ภาพที่ ข.33 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



((ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

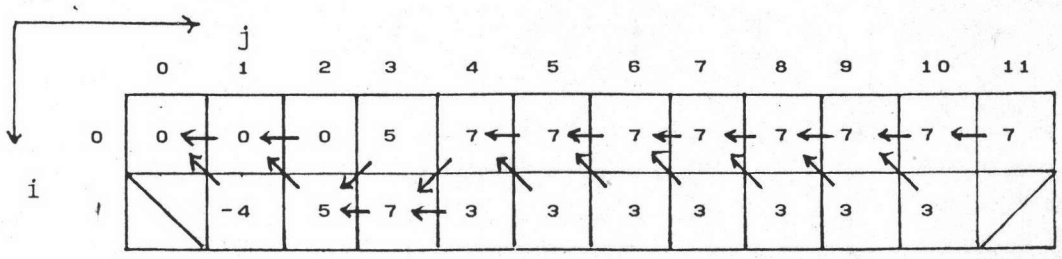


(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

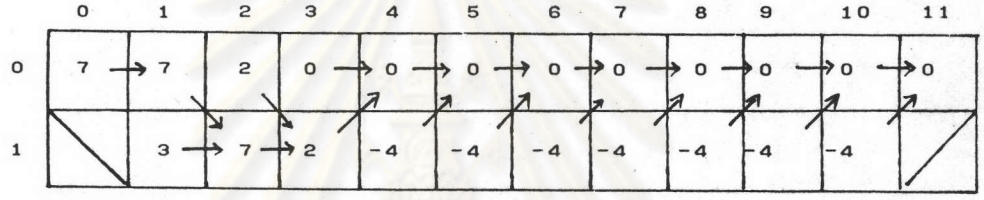
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 0 1 2 3 3 2 1 2 1 0

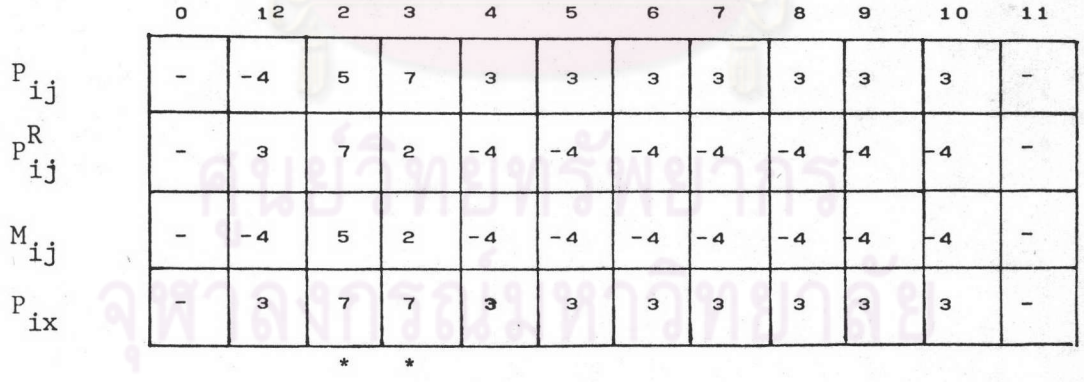
ภาพที่ ข.34 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 6 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 3 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

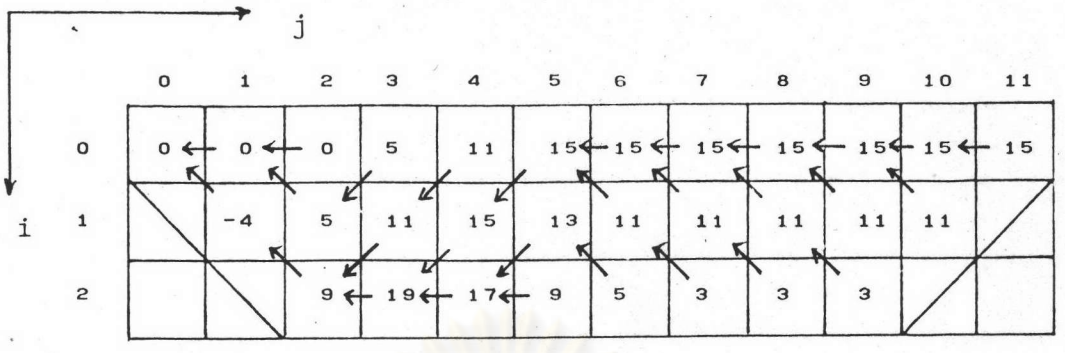


(ค) การเลือกตำแหน่งบล้อกในระดับก้นบ่อเหมือง

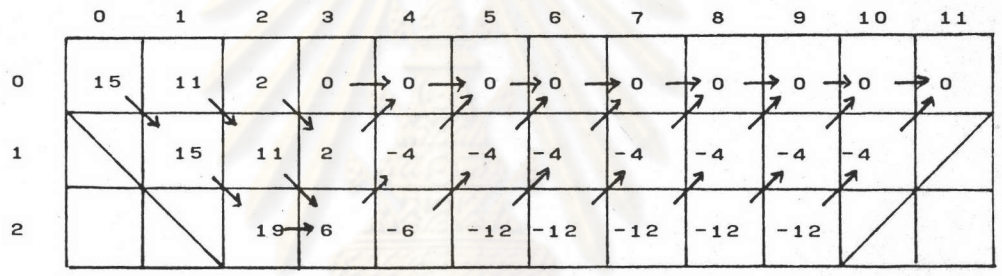
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0

ภาพที่ ข.35 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 7 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

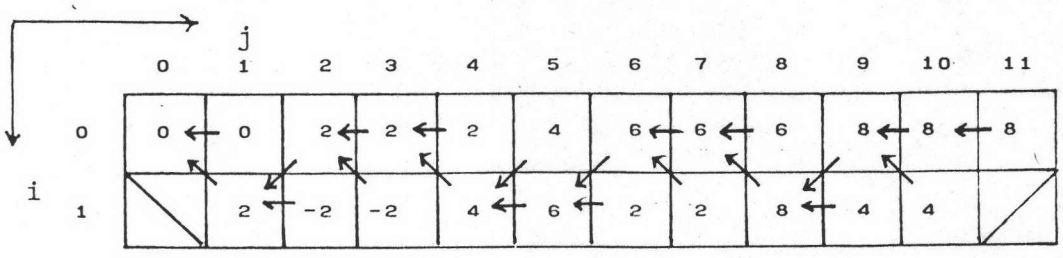
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	-	9	19	17	9	5	3	3	3	-	-
P^{R}_{ij}	-	-	19	6	-6	-12	-12	-12	-12	-12	-	-
M_{ij}	-	-	13	10	-2	-8	-8	-8	-8	-8	-	-
P_{ix}	-	-	15	15	13	5	1	-1	-1	-1	-	-
			*	*								

(ค) การเลือกตำแหน่งบล็อกในระดับก้นบ่อเหมือง

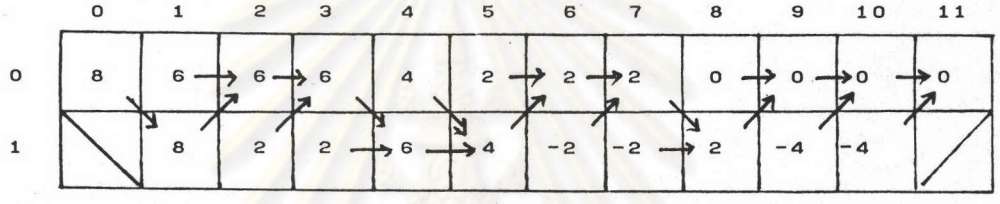
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0

ภาพที่ ข.36 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 7 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



(ก) การโปรแกรมไดนามิคจากซ้ายไปขวา



(ข) การโปรแกรมไดนามิคจากขวาไปซ้าย

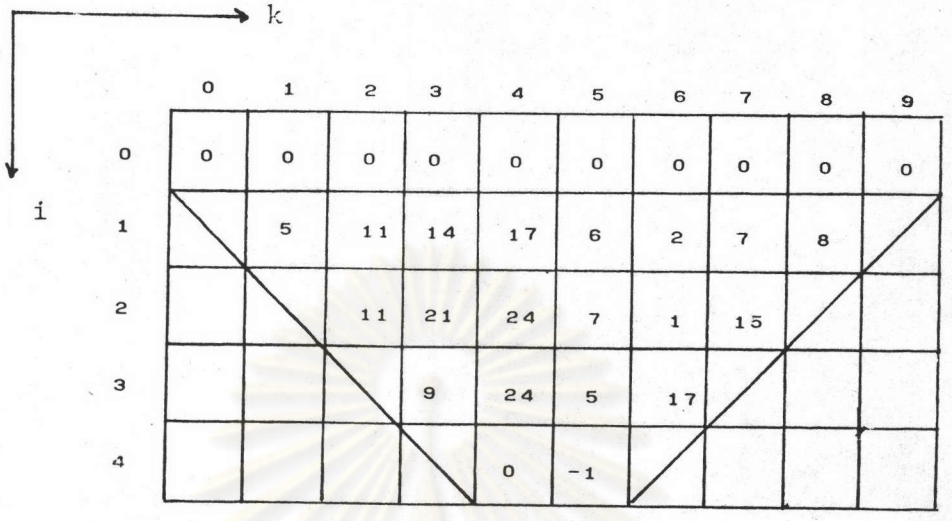
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P_{ij}	-	2	-2	-2	4	6	2	2	8	4	4	-
P^{R}_{ij}	-	8	2	2	6	4	-2	-2	2	-4	-4	-
M_{ij}	-	2	-4	-4	2	2	-4	-4	2	-4	-4	-
P_{ix}	-	8	4	4	8	8	4	4	8	4	4	-
		*			*	*			*			

(ค) การเลือกตำแหน่งบล๊อกในระดับก้นบ่อเหมือง

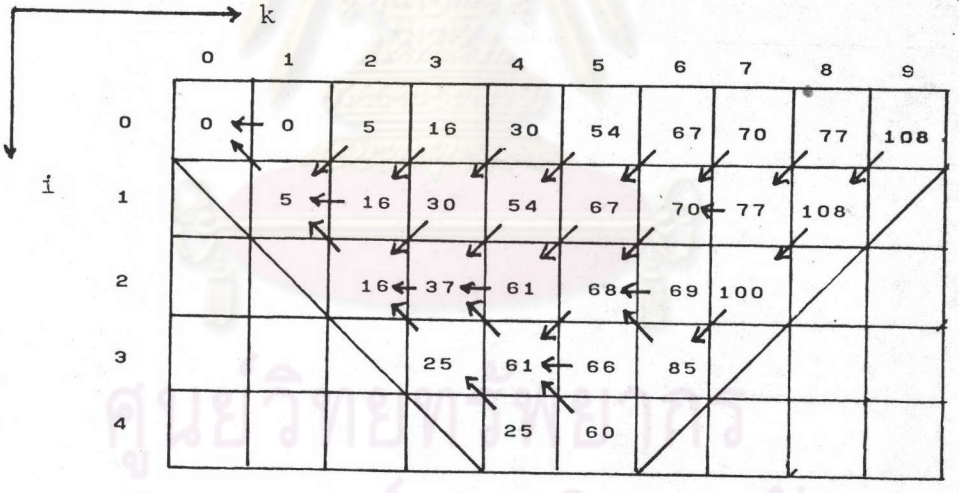
เส้นขอบเขตบ่อเหมืองที่เหมาะสม มีดังนี้

0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0

ภาพที่ ข.37 การคำนวณในภาพตัดขวางที่ 8 ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 1 จากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง



ภาพที่ ข.38 มูลค่าบล้อกสะสมในภาพตัดด้านยาว จากผลการคำนวณในภาพที่ ข.18 ถึง ข.37



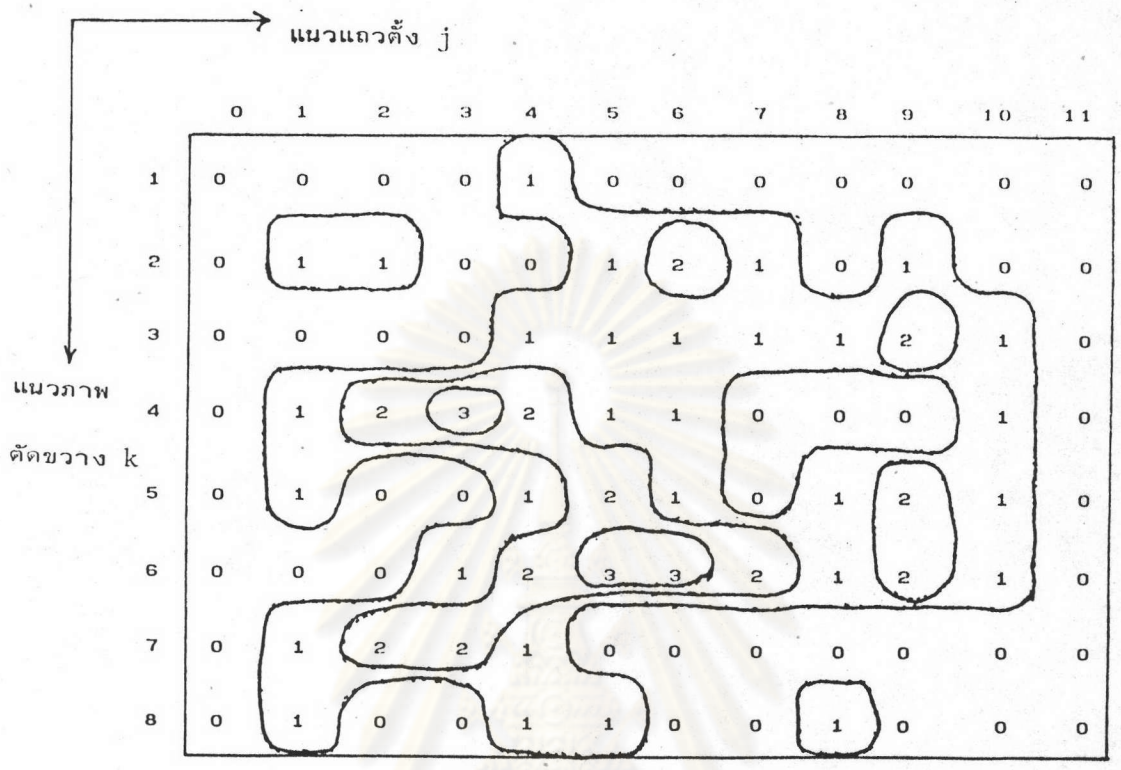
เส้นขอบ เขตบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม มีดังนี้

0 1 2 2 3 2 3 2 1 0

กำไรจากการขุดทั้งบ่อ เหมือง เท่ากับ 108 บาท

ระดับก้นบ่อ เหมืองที่ เหมาะสม เท่ากับ 3

ภาพที่ ข.39 การโปรแกรมไดนามิคในภาพตัดด้านยาว



ภาพที่ ข.40 รูปร่างบ่อเหมืองที่เหมาะสมจากการโปรแกรมไดนามิคสองทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณออกแบบโดยวิธีที่พัฒนาปรับปรุงจากผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบในการออกแบบ จะนำข้อมูลมาคำนวณออกแบบโดยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้โปรแกรมที่ได้จากการพัฒนาปรับปรุงจากผลการวิจัย เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของวิธีการออกแบบในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพียงใด

การแก้ปัญหาทางด้านการรักษาเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติ ซึ่งมีทางเลือกคือแบบกากบาท และแบบดาว ผลการออกแบบสามารถรักษาเงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติได้ทั้งสองแบบ และยังสามารถออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองตามลำดับการทำเหมืองที่พิจารณาจากแผนการผลิตหรือจากเวลาที่ใช้ในการขุดดินและแร่ของเครื่องมือเครื่องจักร

การเปรียบเทียบในด้านการเลือกใช้เงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบสามมิติทั้งแบบกากบาทและแบบดาว มิใช่เป็นการตัดสินว่าแบบไหนจะให้ผลดีมากกว่ากัน เนื่องจากแบบกากบาทจะให้รูปร่างบ่อเหมืองอย่างคร่าว ๆ ที่ยังไม่มีรายละเอียดที่จะใช้งานได้ทันที ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงรูปร่างกันอีกเพื่อให้เหมาะสมกับทางปฏิบัติ แต่แบบดาวจะให้รูปร่างบ่อเหมืองที่ให้รายละเอียดที่สามารถใช้งานได้ทันที ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับผู้ทำการออกแบบจะเลือกใช้ตามความถนัดและความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติ

การเปรียบเทียบในด้านการออกแบบรูปร่างบ่อเหมือง ซึ่งอาจพิจารณาจากแผนการผลิตและเวลาที่ใช้ในการขุดดินและแร่เป็นเพียงทางเลือกที่เอื้ออำนวยประโยชน์ในด้านการใช้งาน มิใช่เป็นการเปรียบเทียบว่าแบบไหนจะให้ผลดีมากกว่ากัน การพิจารณาจากแผนการผลิตเหมาะสมกับกรณีที่ต้องการวางแผนแบบหยาบ ๆ ในการวางแผนระยะยาว และเป็นเครื่องแสดงว่าเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้สามารถบรรลุแผนการผลิตได้ดีเพียงใด โดยสังเกตจากเวลาที่ใช้ในการขุด สำหรับการพิจารณาที่เวลาที่ใช้ในการขุดดินและแร่ จะให้รูปร่างบ่อเหมืองที่ใกล้เคียงที่สุดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นเดือนหรือปีก็ได้

1. ลักษณะการขุดที่ใช้ในการออกแบบ

1.1 การใช้เงื่อนไขมุมเสถียรภาพแบบกากบาท โดยการคำนวณครั้งเดียวถึงระดับความลึกสูงสุดที่จะเป็นไปได้ของภาพตัดขวาง โดยการออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองจากเวลาที่ใช้ในการขุดและจากแผนการผลิต

1.2 การใช้เงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบดาว

1.2.1 การใช้ช่วงการเปิดเหมืองเดี่ยว ซึ่งเป็นการออกแบบที่ความลึกสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ของภาพตัดขวาง โดยการออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองจากเวลาที่ใช้ในการขุดและจากแผนการผลิต

1.2.2 การใช้ช่วงการเปิดเหมืองพหุคูณ ซึ่งเป็นการออกแบบเป็นช่วง ๆ จำนวน 3 ช่วง ที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2, 3 และ 4 โดยการออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองจากเวลาที่ใช้ในการขุด

2. การใช้เงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบกากบาท

การออกแบบตามเงื่อนไขนี้ จะแสดงวิธีการคำนวณในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างในการคำนวณ จากผลการออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองสามารถรักษาเงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบสามมิติของแบบกากบาทได้

ผลการออกแบบในขั้นตอน Mining Sequences จะให้ข้อมูลเป็นแบบสะสม แต่ในขั้นตอน Design Data & Results จะเป็นข้อมูลที่เป็นของแต่ละลำดับการทำเหมือง

จากการออกแบบรูปร่างบ่อเหมืองตามเวลาในการขุดจะมีจำนวน 4 ลำดับการทำเหมือง ลำดับการทำเหมืองที่ 4 เป็นการแสดงรูปร่างบ่อเหมืองขั้นสุดท้าย แม้ว่าเวลาจะไม่ใกล้เคียงกับหนึ่งเดือนก็ตาม ได้ความลึกสูงสุดที่ระดับก้นบ่อเหมืองที่ 2 สำหรับการพิจารณารูปร่างบ่อเหมืองตามแผนการผลิตจะมีเพียง 2 สำหรับการพิจารณารูปร่างบ่อเหมืองตามแผนการผลิตจะมีเพียง 2 ลำดับการทำเหมือง ลำดับการทำเหมืองที่ 1 จะมีผลผลิตแร่ใกล้เคียงกับแผนการผลิตมากที่สุด สำหรับลำดับการทำเหมืองสุดท้าย จะให้ผลผลิตแร่ไม่ใกล้เคียงกับแผนการผลิตแร่เลย แต่เป็นรูปร่างบ่อเหมืองครั้งสุดท้าย เวลาที่ใช้ในการขุดในลำดับการทำเหมืองที่ 1 นี้ ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน เป็นตัวเลขที่แสดงว่าถ้าได้มีการเพิ่มความสามารถในการขุดดินและแร่ จนทำให้เวลาที่ใช้เพียง 1 เดือน ก็จะสามารถเลือกขนาดเครื่องจักรสำหรับการขุดดินแร่ที่เหมาะสมกับแผนรายเดือน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การใช้เงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบดาวโดยใช้วิธีช่วงการเปิด เหมืองเดี่ยว

จากการออกแบบรูปร่างบ่อ เหมืองตาม เวลาในการขุดมีจำนวน 2 ลำดับการทำ เหมือง ลำดับการทำ เหมืองที่ 2 เป็นการแสดงรูปร่างบ่อ เหมืองขั้นสุดท้าย มีความลึกสูงสุดที่ระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 1 สา เหตุที่ความลึกของระดับก้นบ่อ เหมืองลึกน้อยกว่าแบบกากบาท เนื่องจากวิธีการออกแบบโดยใช้ เงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบดาว จำ เป็นต้องกำหนดจำนวนบล็อกอย่างน้อยที่สุดในระดับต่าง ๆ จากการพิจารณาความลึกของช่วงการ เปิด เหมือง เป็น เกณฑ์พิจารณา ดังนั้นจึงทำให้มีการขุด เปลือกดินล่วงหน้ามาก เกินความจำ เป็น

4. การใช้เงื่อนไขมุม เสถียรภาพแบบดาวโดยใช้วิธีช่วงการเปิด เหมืองพหุคูณ

เพื่อป้องกันการขุด เปลือกดินล่วงหน้า เกินความจำ เป็น การใช้วิธีช่วงการ เปิด เหมืองพหุคูณสามารถแก้ปัญหานี้

จากช่วงการ เปิด เหมืองที่ 1 ที่ระดับความลึก เท่ากับ 2 จะให้รูปร่างบ่อ เหมืองมีจำนวน 3 ลำดับการทำ เหมือง ขอบ เขตบ่อ เหมืองขั้นสุดท้ายที่ระดับก้นบ่อ เหมืองที่ 2 สำหรับช่วงการ เปิด เหมืองที่ 2 และ 3 ที่ระดับความลึกที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ผลจากการออกแบบปรากฏว่าไม่สามารถขุดลึกไปได้มากกว่าช่วงการ เปิด เหมืองที่ 1

เมื่อ เปรียบ เทียบอัตราส่วนการขุด เมื่อใช้ เงื่อนไขมุม เสถียรภาพโดยวิธีช่วงการ เปิด เหมือง เดี่ยวกับวิธีช่วงการ เปิด เหมืองพหุคูณ วิธีการแรกจะมีอัตราส่วนการขุดตามลำดับการทำ เหมืองดังนี้ 1.9 และ 1.18 สำหรับวิธีการหลังจะมีอัตราส่วนการขุดตามลำดับการทำ เหมืองดังนี้ 1.31, 0.81 และ 1.94 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าวิธีการหลังจะให้อัตราส่วนการขุดในลำดับการทำ เหมืองช่วงแรก ๆ ได้น้อยกว่า เป็นการป้องกันการขุด เปลือกดินล่วงหน้า ในลำดับการทำ เหมืองแรก ๆ ดังนั้นจึงทำให้วิธีการหลังนี้สามารถขุดได้ลึกกว่าวิธีการแรก

5. ผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิว เตอร์ที่ได้จากการวิจัย

จากข้อมูลที่ใช้ในการ เปรียบ เทียบวิธีการออกแบบ นำมาป้อนโปรแกรมคอมพิว เตอร์ที่ได้จากการวิจัย ผลจากการคำนวณ มีดังนี้

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
CROSS STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Cross Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	4
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5
Equipment Combination for Waste & Ore Stripping	
Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0
Pit Limit Contours base on Stripping Capacity	

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
CROSS STRIPPING CONDITION

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 1 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	14
Ore Volumn (cu.m.)	22
Ore Weight (ton-std)	22
Revenue	88
Cost	58
Profit	30
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	.63
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.611
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.083333

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	1
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 1

Section Number From Column 1 To Column 10

1										
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2										
	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3										
	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
4										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 2 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	16
Ore Volumn (cu.m.)	16
Ore Weight (ton-std)	16
Revenue	64
Cost	48
Profit	16
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.5
Time Consumption base on Stripping Capacity	.9333334

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	2
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 2

Section Number From Column 1 To Column 10

1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1
4	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 3 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	19
Ore Volumn (cu.m.)	13
Ore Weight (ton-std)	13
Revenue	52
Cost	45
Profit	7
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.461538
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.40625
Time Consumption base on Stripping Capacity	.9083333

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
7	0
8	0
9	0

Pit limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 3

Section Number From Column 1 To Column 10

1										
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2										
	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3										
	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1
4										
	0	1	1	2	1	1	0	0	1	1
5										
	1	0	0	1	2	1	0	1	2	1
6										
	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
7										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 4 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	8
Ore Volumn (cu.m.)	8
Ore Weight (ton-std)	8
Revenue	32
Cost	24
Profit	8
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.5
Time Consumption base on Stripping Capacity	.4666667

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
7	0
8	1
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 4

Section Number From Column 1 To Column 10

1										
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2										
	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3										
	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1
4										
	0	1	1	2	1	1	0	0	1	1
5										
	1	0	0	1	2	1	0	1	2	1
6										
	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
7										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8										
	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
CROSS STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Cross Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	4
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5
Equipment Combination for Waste & Ore Stripping	
Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0

Pit Limit Contours base on Ore PLan

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 1 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	30
Ore Volumn (cu.m.)	38
Ore Weight (ton-std)	38
Revenue	152
Cost	106
Profit	46
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	.78
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.558
Time Consumption base on Stripping Capacity	2.016667

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	2
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 1

Section Number From Column 1 To Column 10

1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1
4	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 2 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	27
Ore Volumn (cu.m.)	21
Ore Weight (ton-std)	21
Revenue	84
Cost	69
Profit	15
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.285714
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.4375
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.375

Section	Depth
0	0
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	1
7	0
8	1
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 2

Section Number From Column 1 To Column 10

1
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
2
1 1 0 0 1 0 0 0 1 0
3
0 0 0 1 2 1 1 1 2 1
4
0 1 1 2 1 1 0 0 1 1
5
1 0 0 1 2 1 0 1 2 1
6
0 0 0 0 1 0 1 0 1 1
7
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
8
1 0 0 1 1 0 0 1 0 0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
STAR STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Star Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	4
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5

Equipment Combination for Waste & Ore Stripping

Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0

Pit Limit Contours base on Stripping Capacity

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 1 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	21
Ore Volumn (cu.m.)	11
Ore Weight (ton-std)	11
Revenue	44
Cost	43
Profit	1
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.9
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.343
Time Consumption base on Stripping Capacity	.8916666

Section	Depth
0	0
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 1

Section Number | From Column 1 | To Column 10

Section Number										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 2 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	13
Ore Volumn (cu.m.)	11
Ore Weight (ton-std)	11
Revenue	44
Cost	35
Profit	9
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.181818
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.4583334
Time Consumption base on Stripping Capacity	.6916667

Section	Depth
0	0
1	0
2	0
3	1
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 2

Section Number From Column 1 To Column 10

1										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3										
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4										
	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
5										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
STAR STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Star Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	4
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5
Equipment Combination for Waste & Ore Stripping	
Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0

Pit Limit Contours base on Ore PLan

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 1 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	34
Ore Volumn (cu.m.)	22
Ore Weight (ton-std)	22
Revenue	88
Cost	78
Profit	10
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.54
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.392
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.583333

Section	Depth
0	0
1	0
2	0
3	1
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 1

Section Number From Column 1 To Column 10

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 1
EXPECTED DEPTH LEVEL 2
STAR STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Star Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	2
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5

Equipment Combination for Waste & Ore Stripping

Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0

Pit Limit Contours base on Stripping Capacity

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 1 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	25
Ore Volumn (cu.m.)	19
Ore Weight (ton-std)	19
Revenue	76
Cost	63
Profit	13
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.31
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.431
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.258333

Section	Depth
0	0
1	0
2	1
3	1
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 1

Section Number	From Column 1	To Column 10
1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
2	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0	
3	0 1 1 1 1 1 1 1 0 1	
4	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
6	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
7	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	
8	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 2 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	9
Ore Volumn (cu.m.)	11
Ore Weight (ton-std)	11
Revenue	44
Cost	31
Profit	13
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	.8181818
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.55
Time Consumption base on Stripping Capacity	.5916667

Section	Depth
0	0
1	0
2	1
3	1
4	1
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 2

Section Number From Column 1 To Column 10

Section Number										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
3	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
At Sequence 3 In Stage Number 1

Waste Volumn (cu.m.)	37
Ore Volumn (cu.m.)	19
Ore Weight (ton-std)	19
Revenue	76
Cost	75
Profit	1
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.947368
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.3392857
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.558333

Section	Depth
0	0
1	0
2	1
3	1
4	2
5	1
6	0
7	0
8	1
9	0

Pit Limit Contour

Mining Stage Number 1
Sequence Number 3

Section Number From Column 1 To Column 10

1										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2										
	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
3										
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
4										
	1	1	2	2	1	1	0	0	0	1
5										
	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
6										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8										
	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 2
EXPECTED DEPTH LEVEL 3
STAR STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Star Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	3
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5
Equipment Combination for Waste & Ore Stripping	
Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0
Pit Limit Contours base on Stripping Capacity	

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

***** Production Planning *****

PHASE NUMBER 2
EXPECTED DEPTH LEVEL 3
STAR STRIPPING CONDITION

Mineralization Masses
of
Longitudinal Section
In Stage Number 0

Depth	Section	Waste Vol. (cu.m.)	Ore Vol. (cu.m.)	Ore Wt. (ton-std)	Profit
1	1	17	3	3	-11
1	2	4	0	0	-4
2	2	10	2	2	-6
1	3	4	0	0	-4
2	3	12	0	0	-12
3	3	4	0	0	-4
1	4	0	0	0	0
2	4	12	0	0	-12
3	4	0	4	4	8
1	5	0	0	0	0
2	5	9	7	7	5
3	5	4	0	0	-4
1	6	30	2	2	-26
2	6	12	8	8	4
3	6	4	0	0	-4
1	7	31	5	5	-21
2	7	6	10	10	14
1	8	4	0	0	-4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
Ultimate Pit Limit

Waste Volumn (cu.m.)	37
Ore Volumn (cu.m.)	19
Ore Weight (ton-std)	19
Revenue	76
Cost	75
Profit	1
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.947368
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.3392857
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.558333

Section	Depth
0	0
1	0
2	1
3	1
4	2
5	1
6	0
7	0
8	1
9	0

Cumulative Profit Masses
of
Longitudinal Section
In Stage Number 1
At Expected Depth 3

Depth	Section	Profit	Cumulative Profit
1	1	-11	-11
1	2	-4	-4
2	2	-6	-10
1	3	-4	-4
2	3	-12	-16
3	3	-4	-20
1	4	0	0
2	4	-12	-12
3	4	8	-4
1	5	0	0
2	5	5	5
3	5	-4	1
1	6	-26	-26
2	6	4	-22
3	6	-4	-26
1	7	-21	-21
2	7	14	-7
1	8	-4	-4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Dynamic Programming
of
Longitudinal Section
In Stage Number 1

stage	From		To		Profit
	Row	Section	Row	Section	
1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	-11
2	0	2	0	1	0
2	1	2	0	1	-4
2	2	2	1	1	-21
3	0	3	0	2	0
3	1	3	0	2	-4
3	2	3	1	2	-20
3	3	3	2	2	-41
4	0	4	0	3	0
4	1	4	0	3	0
4	2	4	1	3	-16
4	3	4	2	3	-24
5	0	5	1	4	0
5	1	5	1	4	0
5	2	5	1	4	5
5	3	5	2	4	-15
6	0	6	1	5	0
6	1	6	2	5	-21
6	2	6	2	5	-17
6	3	6	2	5	-21
7	0	7	0	6	0
7	1	7	0	6	-21
7	2	7	2	6	-24
8	0	8	0	7	0
8	1	8	0	7	-4
9	0	9	0	8	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

**** Design Data & Results ****

PHASE NUMBER 3
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
STAR STRIPPING CONDITION

Mining Design Parameter

<<< Design Condition >>>

Star Stripping Condition
Regular Block Concept
Uniform Ore Grade Distribution
Uniform Production Plan

<<< Product Property >>>

Waste Tonnage	1	cu.m./ton
Ore Tonnage	1	cu.m./ton
Standard Ore Grade	1	
Regular Block Size	4	cu.m.

<<< Phase Boundary >>>

First Section Number	1
Last Section Number	8
Number of Cross Sections	8
First Column Number	1
Last Column Number	10
Number of Columns	10
Expected Section Depth	4
Expected Phase Depth	4
Expected Number of Stage	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<<< Planning Parameter >>>

Ore Price per ton-std	4
Expected Mining Periods	5
Equipment Combination for Waste & Ore Stripping	
Waste Stripping Capacity (cu.m. per period)	40
Ore Stripping Capacity (ton per period)	30
Percentage of Waste Stripping for Waiting Time of Ore Stripping	0
Pit Limit Contours base on Stripping Capacity	

<<< Stripping Costs >>>

Block Depth Level	Waste Stripping per cu.m.	Ore Stripping per cu.m.
1	1	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2

<<< Ore Production Plan >>>

Sequence Number	Ore Plan (ton-std)
1	30
2	30
3	30
4	30
5	30
Total	150

<<< Stage Depth >>>

Stage Number	Maximun Depth
1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of Dynamic Programming
for
Pit Limit Design and Production Planning

***** Production Planning *****

PHASE NUMBER 3
EXPECTED DEPTH LEVEL 4
STAR STRIPPING CONDITION

Mineralization Masses
of
Longitudinal Section
In Stage Number 0

Depth	Section	Waste Vol. (cu.m.)	Ore Vol. (cu.m.)	Ore Wt. (ton-std)	Profit
1	1	25	3	3	-19
1	2	12	0	0	-12
2	2	14	6	6	-2
1	3	4	0	0	-4
2	3	20	0	0	-20
3	3	12	0	0	-12
1	4	0	0	0	0
2	4	20	0	0	-20
3	4	8	4	4	0
4	4	4	0	0	-4
1	5	4	0	0	-4
2	5	13	7	7	1
3	5	8	4	4	0
4	5	0	4	4	8
1	6	30	2	2	-26
2	6	15	13	13	11
3	6	8	4	4	0
1	7	35	5	5	-25
2	7	10	10	10	10
1	8	8	0	0	-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contour Line
of
Longitudinal Section
Ultimate Pit Limit

Waste Volumn (cu.m.)	37
Ore Volumn (cu.m.)	19
Ore Weight (ton-std)	19
Revenue	76
Cost	75
Profit	1
Stripping Ratio (cu.m. Waste / ton-std Ore)	1.947368
Average Ore Grade	1
Average Block Grade	.3392857
Time Consumption base on Stripping Capacity	1.558333

Section	Depth
0	0
1	0
2	1
3	1
4	2
5	1
6	0
7	0
8	1
9	0

Cumulative Profit Masses
of
Longitudinal Section
In Stage Number 1
At Expected Depth 4

Depth	Section	Profit	Cumulative Profit
1	1	-19	-19
1	2	-12	-12
2	2	-2	-14
1	3	-4	-4
2	3	-20	-24
3	3	-12	-36
1	4	0	0
2	4	-20	-20
3	4	0	-20
4	4	-4	-24
1	5	-4	-4
2	5	1	-3
3	5	0	-3
4	5	8	5
1	6	-26	-26
2	6	11	-15
3	6	0	-15
1	7	-25	-25
2	7	10	-15
1	8	-8	-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Dynamic Programming
of
Longitudinal Section
In Stage Number 1

stage	From		To		Profit
	Row	Section	Row	Section	
1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	-19
2	0	2	0	1	0
2	1	2	0	1	-12
2	2	2	1	1	-33
3	0	3	0	2	0
3	1	3	0	2	-4
3	2	3	1	2	-36
3	3	3	2	2	-69
4	0	4	0	3	0
4	1	4	0	3	0
4	2	4	1	3	-24
4	3	4	2	3	-56
4	4	4	3	3	-93
5	0	5	1	4	0
5	1	5	1	4	-4
5	2	5	1	4	-3
5	3	5	2	4	-27
5	4	5	3	4	-51
6	0	6	0	5	0
6	1	6	0	5	-26
6	2	6	2	5	-18
6	3	6	2	5	-18
7	0	7	0	6	0
7	1	7	0	6	-25
7	2	7	3	6	-33
8	0	8	0	7	0
8	1	8	0	7	-8
9	0	9	0	8	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายสมหวัง วิทยาปัญญานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2500 ที่อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ บิดาชื่อ นายกว้าง มารดาชื่อ นางดวงใจ จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา) ปี พ.ศ. 2523 จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เคยได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่นไปดูงานด้านความปลอดภัยเหมืองแร่ ณ ประเทศญี่ปุ่น ในปี พ.ศ. 2527 และดูงานด้านเสถียรภาพความลาดในบริเวณดินอ่อนสำหรับการทำเหมืองผิวดิน ณ ประเทศมาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2528 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งวิศวกรเหมืองแร่ 4 ฝ่ายสวัสดิภาพการทำเหมือง กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย