

Investimenti

Un finanziere deve decidere come investire nel modo migliore il suo capitale, che si trova attualmente custodito in tre banche di diverse nazioni (Svizzera, Colombia, Principato di Monaco).

Egli può scegliere tra tre differenti mercati finanziari (USA, Europa, Giappone). In ciascuno di essi egli può acquistare **fondi azionari, composti ciascuno da un dato mix di azioni diverse**. Su ciascuno dei tre mercati finanziari vigono leggi anti-trust che proibiscono l'acquisto di azioni di uno stesso tipo al di sopra di una data soglia massima. I rendimenti dei fondi azionari sono stati previsti dagli esperti e quindi sono noti.

#DATI

```
param nMercati;
param nFondi;
param nAzioni;
param nCapitali;

set mercati      := 0..nMercati;      # USA , EU , JP
set fondi        := 0..nFondi;
set azioni       := 0..nAzioni;
set capitali     := 0..nCapitali;     # svizzera, colombia, principato

param composizioneCapitali {capitali};          #[mln€]
param rendimentoFondo      {mercati,fondi};     #[%]      NB: i fondi sono
entità diverse per ogni mercato
param maxAcquistabile      {mercati,azioni};    #[mln€] NB: i fondi sono
entità diverse per ogni mercato
param composizioneFondi    {mercati,fondi,azioni}; #[%] azioni presenti in
ogni fondo di ogni mercato
#param a {COLONNE,RIGHE}
```

#VARIABILI

```
# in che fondi investire?
var investimenti {mercati,fondi} >=0; #[€]
```

#VINCOLI

```
subject to massimo_capitali:
    sum {m in mercati, f in fondi} investimenti[m,f] <= sum {c in capitali}
composizioneCapitali[c];

subject to max_azioni_acquistabili_antitrust {m in mercati, a in azioni}:
    sum {f in fondi} investimenti[m,f]*composizioneFondi[m,f,a] <=
```

```
maxAcquistabile[m,a];
```

```
#OBIETTIVO
```

```
maximize profit: # [mln€]
```

```
sum {m in mercati, f in fondi} investimenti[m,f] * rendimentoFondo[m,f];
```

```
#####
```

```
data;
```

```
param nMercati := 2; # 3-1
```

```
param nFondi := 3; # 4-1
```

```
param nAzioni := 3; # 4-1
```

```
param nCapitali := 2; # 3-1
```

```
param rendimentoFondo(tr): 0 1 2 :=#COLONNE
```

```
0 .35 .1 .4
1 .1 .3 .3
2 .6 .8 .2
3 .4 .3 .1;
#RIGHE
```

```
param maxAcquistabile(tr): 0 1 2 :=
```

```
0 100 150 110
1 100 120 90
2 79 80 200
3 98 90 130;
```

```
param composizioneCapitali:=
```

```
0 433
1 320
2 377;
```

```
param composizioneFondi:=
```

```
[0,*,*](tr): 0 1 2 3 :=
```

```
0 .5 .1 .2 2
1 .3 .8 .2 0
2 .2 0 .35 3
3 0 .1 .2 5
```

```
[1,*,*](tr): 0 1 2 3 :=
```

```
0 .9 .2 .0 .1
1 .1 .3 .2 .7
2 0 .4 0 1
3 0 .1 .8 .1
```

```
[2,*,*](tr):    0    1    2    3 :=
    0    .7    0    .1    .2
    1    .2    .1    .5    .2
    2    .1    .1    .3    .6
    3    0     .8    .1    .6;
```

```
end;
```

Considerare poi il caso in cui esista un ulteriore vincolo per cui i capitali attualmente in deposito presso le tre banche non possano essere suddivisi su mercati diversi.

```
var cheCapitaliDove {mercati, capitali} binary;
```

```
#VINCOLI
```

```
subject to capitali_solo_in_un_mercato1 {m in mercati}: sum{c in capitali}
cheCapitaliDove[m,c] <= 1;
subject to capitali_solo_in_un_mercato2 {c in capitali}: sum{m in mercati}
cheCapitaliDove[m,c] <= 1;
```

```
subject to massimo_capitali_con_segregazione {m in mercati}:
sum {f in fondi} investimenti[m,f] <= sum {c in capitali}
composizioneCapitali[c] * cheCapitaliDove[m,c];
```

la soluzione peggiora fino a 404.36 mln€

status: INTEGER OPTIMAL

Considerare infine un terzo caso simile al primo (capitale suddivisibile a piacere) ma con il vincolo che gli investimenti in ogni fondo azionario devono essere multipli interi di 1 milione di Euro.

```
var investimenti {mercati,fondi} >=0, integer; #[mln€]
```

La soluzione ottima passa da 405.83 a 405.25, un peggioramento percentuale piccolo

status: INTEGER OPTIMAL

Valutare quantitativamente le conseguenze dei vincoli aggiuntivi nel secondo e nel terzo caso rispetto al caso non vincolato.

Discutere l'ottimalità e l'unicità delle soluzioni ottenute nei tre casi.