

# Laboration 1

## Sannolikhetssteori I

Monir Bounadi\*

2020-09-21

### Inledning: Keno

Spelet Keno går till så här: Totalt finns 70 nummer (1-70) att välja på. Svenska Spel kommer att dra 20 nummer av dessa. Den som spelar ska (i förväg) försöka pricka in så många av dessa 20 som möjligt. Spelaren kan välja att totalt gissa mellan 1 och 11 nummer. Väljer spelaren att gissa bara på ett nummer så kallas det Keno 1, gissar spelaren på två nummer kallas det för Keno 2, osv. Denna laboration kommer att handla om Keno 11, dvs spelaren väljer 11 nummer och hoppas att Svenska Spel ska dra så många av dem som möjligt bland de 20 nummer de drar.

Utdrag ur vinstplanen på Svenska Spels hemsida för Keno 4 och Keno 11 följer i Tabell 1 och 2 nedan. Vinstchansen i Keno 4 är 1 på 3,1, och i Keno 11 är den 1 på 6,2, enligt Svenska Spel.

Tabell 1: Keno 4

| Antal rätt | Vinst (SEK) |
|------------|-------------|
| 4          | 160         |
| 3          | 10          |
| 2          | 5           |
| 1          | 0           |
| 0          | 0           |

Tabell 2: Keno 11

| Antal rätt | Vinst (SEK) |
|------------|-------------|
| 11         | 5000000     |
| 10         | 125000      |
| 9          | 3000        |
| 8          | 300         |
| 7          | 30          |
| 6          | 10          |
| 5          | 5           |
| 4          | 0           |
| 3          | 0           |
| 2          | 0           |
| 1          | 0           |
| 0          | 0           |

---

\*Tidigare versioner av Benjamin Kjelsson, Maria Deijfen, Andreas Nordvall Lagerås, Tom Britton, Jens Malmros, och OE.

# Uppgifter

Lösningar och svar på följande uppgifter redovisas i er rapport om laboration 1.

1. Beskriv Keno 11 med dina egna ord.
2. Räkna ut sannolikheten att få  $0, 1, \dots, 11$  rätt på Keno 11.
  - Visa formeln för sannolikheten att få  $k$  rätt på Keno 11 för varje  $k \in \{0, 1, \dots, 11\}$ .
  - Förklara vad varje faktor i formeln för sannolikheten att få  $k$  rätt betyder.
  - Visa sannolikheterna i en tabell.
    - Avrunda sannolikheterna till 3 decimaler.
    - Numrera tabellen och ge den en beskrivande text.
    - Tolka tabellen och vad den säger om Keno 11. Glöm inte att referera till tabellen i rapporten. Exempel: "I Tabell 1 ser vi att ...".
  - Kontrollera med R-kod att summan av sannolikheterna blir 1. Tips: Använd R-funktionen `choose`.
3. Gör ett stapeldiagram över sannolikheterna för olika antal rätt.
  - Numrera diagrammet och ge det en beskrivande text.
  - Tolka stapeldiagrammet och vad den säger om Keno 11. Referera till diagrammet i rapporten. Exempel: "I Diagram 1 ser vi att ...".
4. Beräkna totala vinstsannolikheten, dvs chansen att över huvud taget vinna något (0 SEK = ingen vinst). Jämför med vad Svenska Spel påstår.

## Kod till uppgifter

Vi ska nedan genomföra labben för Keno 4 men du ska göra den för Keno 11; du måste alltså anpassa koden till Keno 11. Vid `p[k+1] <- ...` ska du skriva in ett eget uttryck istället för `...`. När du anpassar koden ska mina kommentarer tas bort, men lägg gärna till dina egna om du tycker att det ökar förståelsen för din kod.

### Kod till uppgift 2

Koden nedan skapar en tom vektor `p`. I for-loopen fylls vektorn `p` med sannolikheterna för  $0, 1, \dots, K$  rätt i Keno 4. Totalt beräknas  $K + 1$  sannolikheter. Notera att `p[1]` betecknar sannolikheten för 0 rätt, `p[2]` sannolikheten för 1 rätt, osv.

```
K <- 4 # Keno 4
p <- rep(0, K + 1) # vektor av 4+1=5 nollor
for (k in 0:K) {
  p[k+1] <- ... # p[k+1] är sannolikheten att få k rätt i Keno 4
}
```

Vektorn `p` kan sedan visas i en tabell avrundade till `d` decimaler med följande kodstycke.

```
df <- data.frame(k = 0:K, p = p)
names(df) <- c("Antal rätt", "Sannolikhet")
knitr::kable(df,
  digits = d,
  caption = "Tabell 1: Beskrivande text till tabellen.")
```

i ett R-kodstycke med argumentet `results="asis"`. Detta visas i ett exempel i filen "Skapa tabeller från vektorer + text och numrering av tabeller och diagram" som finns på kurshemsidan

Att sannolikheterna summerar till 1 kan kontrolleras med följande kodstycke.

```
abs(sum(p) - 1) < 10^(-8) # Bör vara TRUE om sannolikheterna summerar till 1.
```

Du kanske frågar dig varför vi inte bara skriver `sum(p) == 1`. Anledningen är att datorer har begränsad precision i antalet decimaler och avrundningsfel sker. Så sättet ovan är ett säkrare sätt att titta efter likhet.

## Kod till uppgift 3

Ett stapeldiagram med numrering och beskrivande text kan göras om du har med

```
names(p) <- 0:K  
barplot(p, main = "Keno 4", xlab = "Antal rätt", ylab = "Sannolikhet")
```

i ett kodstycke i din Rmd-fil. Detta visas i ett exempel i filen “Skapa tabeller från vektorer + text och numrering av tabeller och diagram” som finns på kurshemsidan

## Kod till uppgift 4

Följande kodstycke beräknar och presenterar vinstchansen i Keno 4.

```
vinstsannolikhet <- sum(p[3:(K+1)]) # notera parentesen runt K+1; annars blir det fel  
paste0("Vinstsannolikheten enligt Svenska Spel är ", round(1 / 3.1, 3))  
paste0("Vår vinstsannolikhet är ", round(vinstsannolikhet, 3))
```

Funktionen `round(x, n)` avrundar `x` till `n` decimaler.