

## Løsningsforslag for kapittel 1

### 1.1.2

a) Vi bruker den eksplisitte fomelen for en aritmetisk følge, og får:

$$a_4 = a_1 + d(i - 1)$$

$$30 = 3 + d(4 - 1)$$

$$27 = 3d$$

$$9 = d$$

b) Vi observerer at:

$$a_5 - a_3 = a_1 + d(5 - 1) - (a_1 + d(3 - 1))$$

$$a_5 - a_3 = 2d$$

$$26 - 14 = 2d$$

$$6 = d$$

Videre har vi at:

$$a_3 = a_1 + 2d$$

$$14 = a_1 + 12$$

$$2 = a_1$$

### 1.1.3

a) Vi har at:

$$k = \frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{3}$$

Dermed er det eksplisitte uttrykket gitt som:

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{i-1} \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3^{i-1}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 3^{1-i} \end{aligned}$$

b) Vi vet at:

$$a_1 \cdot k^{4-1} = a_4$$

$$5 \cdot k^3 = 40$$

$$k^3 = 8$$

$$k = 2$$

Altså får vi:

$$a_n = 5 \cdot 2^{i-1}$$

### 1.2.2

a) Vi observerer at rekka er en aritmetisk rekke med  $a_1 = 7$  og  $d = 6$ . For å finne summen trenger vi verdien til  $a_{10}$ :

$$a_{10} = 7 + 6(10 - 1)$$

$$= 61$$

Summen  $S_{10}$  blir da:

$$\begin{aligned} S_{10} &= 10 \cdot \frac{7+61}{2} \\ &= 340 \end{aligned}$$

b) Se a.

### 1.2.3

Rekken er aritmetisk med  $a_1 = 8$  og  $d = 3$ . Vi har at:

$$\begin{aligned} n \frac{8 + (8 + 3(n-1))}{2} &= 435 \\ 3n^2 + 13n - 870 &= 0 \end{aligned}$$

Vi bruker *abc*-formelen og får at  $n \in \{15, -\frac{58}{3}\}$ , hvorav  $n = 15$  er eneste mulige svar.

### 1.2.4

$$\begin{aligned} 3 \cdot 9 \cdot 27 \cdot \dots \cdot 3^n &= 3^1 \cdot 3^2 \cdot 3^3 \dots \cdot 3^n \\ &= 3^{1+2+\dots+n} \\ &= 3^{n \frac{1+n}{2}} \\ &= 3^{\frac{1}{2}n(n+1)} \end{aligned}$$

Som er det vi skulle vise.

### 1.2.5

Rekken er geometrisk, med  $a_1 = 3$  og  $k = 4$ . For å finne summen må vi vite hvor mange ledd rekken består av:

$$\begin{aligned} 3 \cdot 4^{n-1} &= 768 \\ 4^{n-1} &= 256 \\ 4^{n-1} &= 4^4 \\ n-1 &= 4 \\ n &= 5 \end{aligned}$$

### 1.2.6

a) Summen  $S_n$  er gitt som:

$$\begin{aligned} S_n &= 2 \cdot \frac{1-3^k}{1-3} \\ &= 2 \cdot \frac{1-3^k}{-2} \\ &= 3^k - 1 \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} S_3 &= 3^3 - 1 \\ &= 26 \end{aligned}$$

c)

$$3^n - 1 = 728$$

$$3^n = 729$$

$$3^n = 3^6$$

$$n = 6$$

### 1.2.7

a) Når du har spart i 4 måneder betyr det at første innskudd har forrentet seg 4 ganger, andre beløp tre ganger osv. Forrentingen tilsvarer en økning med 1.02. Medregnet det ferske innskuddet blir regnestykket:

$$1000 \cdot 1.02^4 + 1000 \cdot 1.02^3 + 1000 \cdot 1.02^2 + 1000 \cdot 1.02^1 + 1000$$

b) Av oppgave a innse vi at  $P(n)$  er summe av en geometrisk rekke med  $a_1 = 1000$  og  $k = 1.02$ :

$$\begin{aligned} P(n) &= 1000 \cdot \frac{1 - 1.02^n}{1 - 1.02} \\ &= -50000(1 - 1.02^n) \\ &= 50000(1.02^n - 1) \end{aligned}$$

### 1.2.8

a) Dette er en uendelig geometrisk rekke med  $k = \frac{1}{4}$ . Siden  $|k| < 1$  er rekka konvergent.

b) Siden rekka er uendelig geometrisk og konvergent, har rekka en endelig sum  $S_\infty$  gitt ved:

$$\begin{aligned} S_\infty &= \frac{a_1}{1 - k} \\ &= \frac{4}{\frac{3}{4}} \\ &= \frac{16}{3} \end{aligned}$$

### 1.2.9

a)  $\frac{9}{10} + \frac{9}{10^2} + \frac{9}{10^3} + \dots$  Dette er en geometrisk rekke med  $a_1 = \frac{9}{10}$  og  $k = 10^{-1}$ . b) Fordi  $|k| < 1$  er rekken konvergent. Den uendelige summen er derfor gitt som:

$$\begin{aligned} S_\infty &= \frac{\frac{9}{10}}{1 - \frac{1}{10}} \\ &= \frac{\frac{9}{10}}{\frac{9}{10}} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Summen av rekken blir 1, altså er  $0.999\dots = 1$  (!).

### 1.2.10

a) Vi observerer at  $k = x - 2$ . Skal rekka konvergere må altså  $|x - 2| < 1$ . Skal dette være sant må vi ha at:

$$\begin{aligned} -1 &< x - 2 \\ 1 &< x \end{aligned}$$

og videre at:

$$\begin{aligned}x - 2 &< 1 \\x &< 3\end{aligned}$$

Derfor må vi ha at  $1 < x < 3$ .

**b)**

$$\begin{aligned}\frac{\frac{1}{3}}{1 - (x - 2)} &= \frac{2}{9} \\ \frac{1}{3(3 - x)} &= \frac{2}{9} \\ \frac{2}{18 - 6x} &= \frac{2}{9} \\ 18 - 6x &= 9 \\ x &= \frac{3}{2}\end{aligned}$$

$x = \frac{3}{2}$  ligger i konvergensområdet, og er derfor et gyldig svar.

**c)**

$$\begin{aligned}\frac{\frac{1}{3}}{1 - (x - 2)} &= \frac{1}{6} \\ \frac{1}{3(3 - x)} &= \frac{1}{6} \\ 3(3 - x) &= 6 \\ x &= 1\end{aligned}$$

Men  $x = 1$  ligger ikke i konvergensområdet, og er derfor ikke et gyldig svar.  $S_n = \frac{1}{6}$  har derfor ingen løsning.

### 1.3.1

**a)** Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$\begin{aligned}1 &= \frac{1(1+1)}{2} \\ 1 &= 1\end{aligned}$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer fram til ledd,  $k$  får vi:

$$\begin{aligned}1 + 2 + 3 + \dots + (k + 1) &= \frac{(k + 1)(k + 1 + 1)}{2} \\ \frac{k(k + 1)}{2} + k + 1 &= \frac{(k + 1)(k + 2)}{2} \\ \frac{k(k + 1) + 2(k + 1)}{2} &= \\ \frac{(k + 1)(k + 2)}{2} &= \frac{(k + 1)(k + 2)}{2}\end{aligned}$$

Dermed har vi vist det vi skulle.

b) Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$1 = 2^n - 1$$

$$1 = 1$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer fram til ledd  $k$ , får vi:

$$1 + 2 + 2^2 + \dots + 2^{k+1-1} = 2^{k+1} - 1$$

$$2^k - 1 + 2^k =$$

$$2 \cdot 2^k - 1 =$$

$$2^{k+1} - 1 = 2^{k+1} - 1$$

Dermed har vi vist det vi skulle.

c) Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$4 = \frac{4}{3}(4^1 - 1)$$

$$4 = \frac{4}{3} \cdot 3$$

$$4 = 4$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer fram til ledd,  $k$  får vi:

$$4 + 4^2 + 4^3 + \dots + 4^{k+1} = \frac{4}{3}(4^{k+1} - 1)$$

$$\frac{4}{3}(4^k - 1) + 4^{k+1} =$$

$$\frac{4^{k+1} - 1 + 3 \cdot 4^{k+1}}{3} =$$

$$\frac{4}{3}(4^{k+1} - 1) = \frac{4}{3}(4^{k+1} - 1)$$

Dermed har vi vist det vi skulle.

d) Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$1 = \frac{1(2 \cdot 1 + 1)(1 + 1)}{6}$$

$$= \frac{6}{6}$$

$$1 = 1$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer fram til ledd  $k$  får vi:

$$1^2 + 2^2 + 3^2 \dots + (k + 1)^2 = \frac{(k + 1)(2(k + 1) + 1)((k + 1) + 1)}{6}$$

$$\frac{k(2k + 1)(k + 1)}{6} + (k + 1)^2 = \frac{(k + 1)(2k + 3)(k + 2)}{6}$$

$$\frac{k(2k + 1)(k + 1) + 6(k + 1)^2}{6} =$$

$$\begin{aligned}
& \frac{(k+1)(k(2k+1)+6(k+1))}{6} = \\
& \frac{(k+1)(k(2k+1)+2k+4k+6)}{6} = \\
& \frac{(k+1)(k(2k+3)+4k+6)}{6} = \\
& \frac{(k+1)(k(2k+3)+2(2k+3))}{6} = \\
& \frac{(k+1)(k+2)(2k+3)}{6} = \frac{(k+1)(2k+3)(k+2)}{6}
\end{aligned}$$

Og dermed har vi vist det vi skulle.

*Merk:* Faktorisering er en treningsak, men observer hvordan vi i overgangen mellom linje 5 og 6 framkalte leddet  $2k+3$ . Hvis man ikke kommer i mål med ren faktorisering, kan man selvfølgelig etter linje 4 vise at  $k(2k+1)+6(k+1) = (2k+3)(k+2)$  ved å skrive ut uttrykkene på begge sider.

### 1.3.2

Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$1(1^2 + 2) = 1 \cdot 3$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer for  $n = k$ , får vi:

$$\begin{aligned}
(k+1)((k+1)^2 + 2) &= (k+1)(k^2 + 2k + 3) \\
&= (k+1)(k(k+2) + 3)
\end{aligned}$$

Antakelsen vår sier at  $k(k+2)$  er delelig med 3, noe tallet 3 også er. Faktoren  $(k(k+2) + 3)$  er derfor delelig med 3, mens  $(k+1)$  er et heltall. Uttrykket i ligningen over er derfor delelig med 3.

### 1.3.3

a) Vi sjekker påstanden for  $n = 1$ :

$$\frac{(2 \cdot 1)!}{(2 \cdot 1 - 1)!} = 2^1 \cdot 1!$$

$$\begin{aligned}
\frac{1 \cdot 2}{1} &= 2 \\
2 &= 2
\end{aligned}$$

Påstanden er sann for  $n = 1$ , vi går derfor videre til å sjekke påstanden for  $n = k + 1$ . Når vi antar at formelen stemmer fram til ledd  $k$ , får vi:

$$\begin{aligned}
\frac{1 \cdot 2}{1} \cdot \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \dots \cdot \frac{(2(k+1))!}{(2(k+1) - 1)!} &= 2^{k+1}(k+1)! \\
2^k k! \frac{(2(k+1))!}{(2k+1)!} &= \\
2^k k! \frac{(2k+1)!(2k+2)}{(2k+1)!} &=
\end{aligned}$$

$$2^{k+1}k!(k+1) =$$

$$2^{k+1}(k+1)! = 2^{k+1}(k+1)!$$

Dermed har vi vist det vi skulle.

**b)** Venstresiden kan enklere skrives som:

$$2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \dots \cdot 2(k+1)$$

For  $n = 1$ :

$$2 = 2^1 \cdot 1!$$

$$2 = 2$$

For  $n = k + 1$ :

$$2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \dots \cdot 2(k+1) = 2^{k+1}(k+1)!$$

$$2^k k! \cdot 2(k+1) =$$

$$2^{k+1}(k+1)! = 2^{k+1}(k+1)!$$

### Gruble 1

**a)** Summen av de  $n$  første oddetallene tilsvarende  $n^2$  (se f. eks 1.2.1b), derfor kan vi skrive kvadratene som summer av oddetall.

**b)** Vi får  $n$  enere,  $n - 1$  treere,  $n - 2$  femmere og så videre. Den isolerte  $n$ -en på høyresiden representerer de  $n$  enerene, mens summen representerer bidragene fra alle de andre oddetallene (skriv opp hvis du synes det er vanskelig å se).

**c)**

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n i^2 &= n + \sum_{i=1}^n (n-i)(2i+1) \\ \sum_{i=1}^n i^2 &= n + \sum_{i=1}^n (2in + n - 2i^2 - i) \\ \sum_{i=1}^n i^2 + \sum_{i=1}^n 2i^2 &= n + \sum_{i=1}^n ((2n-1)i + n) \\ \sum_{i=1}^n 3i^2 &= n + n^2 + (2n-1)\frac{n(n+1)}{2} \\ \sum_{i=1}^n i^2 &= \frac{2n(1+n) + (2n-1)n(n+1)}{6} \\ &= \frac{(2n + (2n-1)n)(n+1)}{6} \\ &= \frac{n(2 + (2n-1))(n+1)}{6} \\ &= \frac{n(2n+1)(n+1)}{6} \end{aligned}$$