Binomi 4 – Luku 13 – Tehtävien malliratkaisut

13.1

A: Lineaarisen kasvun mallia kuvaa suora, joka on kasvava. Tällainen pistejoukko on **IV.**

B: Lineaarista vähenemistä kuvaa suora, joka on laskeva. Tällainen pistejoukko on **II.**

C: Eksponentiaalisen kasvun malli on kuvaaja, jossa arvot kasvavat aluksi hitaasti, mutta kasvu kiihtyy muuttujan arvon suuretessa. Tällainen pistejoukko on **I.**

D: Eksponentiaalisen vähenemisen malli on kuvaaja, jossa arvot vähenevät ensin voimakkaasti, mutta väheneminen hidastuu muuttujan arvon suuretessa. Tällainen pistejoukko on **III.**

Vastaus A – IV

B – II

C – I

D – III

13.2

Tilanne I: Asukasluku vähenee absoluuttisen määrän (500) vuosittain,
joten kyseessä on lineaarisen vähenemisen malli (B).

Tilanne II: Koulun opiskelijamäärä kasvaa vuosittain suhteellisesti yhtä paljon (+5 %),
joten kyseessä on eksponentiaalisen kasvun malli (C).

Tilanne III: Jätteiden määrä vähenee vuosittain suhteellisesti yhtä paljon (−4 %),
joten kyseessä on eksponentiaalisen vähenemisen malli (D).

Tilanne IV: Säästöjen määrä kasvaa absoluuttisen määrän (1000 €) vuosittain,
joten kyseessä on lineaarisen kasvun malli (A).

Vastaus A – IV

B – I

C – II

D – III

13.3

a)

Puu kasvaa 30 cm vuosittain. Absoluuttinen muutos pysyy siis vakiona.
Tilannetta voidaan mallintaa lineaarisen kasvun mallilla.

b)

Puun pituus riippuu istutuksesta kuluneista vuosista *x.* Puu on aluksi 110 cm pitkä.

Alkutilanne (cm)	Vuosittainen muutos (cm)
110	**+30*x***

Puun pituutta (cm) kuvaa funktio $f(x) = 30x + 110$.

c)

Kun puun pituus on 10 m = 1000 cm, niin funktio f saa arvon 1000.
Muodostetaan yhtälö $f(x) = 1000$ ja ratkaistaan kuluneet vuodet *x.*

$$30x + 110 = 1000$$
$$x = 29{,}666\ldots$$
$$x \approx 30$$

Puu kaadetaan 30 vuoden päästä.

Vastaus **a)** lineaarinen malli

b) $f(x) = 30x + 110$ (cm)

c) 30 vuoden kuluttua

13.4

a)

Väkiluku muuttuu vuosittain aina yhtä monta prosenttia. Suhteellinen muutos on siis vakio. Ruotsin väkiluvun kehitys noudattaa eksponentiaalisen kasvun mallia.

b)

Ruotsin väkiluku kasvaa 3,2 % vuosittain. Määritetään kasvua kuvaava prosenttikerroin.

$100\,\% + 3{,}2\,\% = 103{,}2\,\% = 1{,}032$

Ruotsin väkiluku vuonna 2000 oli 8,9 miljoonaa. Ruotsin väkilukua (milj. asukasta) x vuoden kuluttua kuvaa funktio $f(x) = 8{,}9 \cdot 1{,}032^x$.

c)

Lasketaan mallin antama arvo väkiluvulle vuonna 2019.
Tällöin muuttuja $x = 2019 - 2000 = 19$. Lasketaan $f(19)$.

$f(19) = 8{,}9 \cdot 1{,}032^{19} = 16{,}192\ldots \approx 16$

Mallin mukainen asukasluku vuonna 2019 on noin 16 miljoonaa.
Malli ei toimi enää hyvin vuonna 2019.

Vastaus **a)** eksponentiaalinen malli

b) $f(x) = 8{,}9 \cdot 1{,}032^x$ (milj. asukasta)

c) ei voi, $f(19) = 16$ (milj.)

13.5

a)

Yrityksen A myyntitulot (€) kehittyvät funktion $f(x) = 850x + 24000$.
Jokainen kuukausi *x* tuo siis 850 € lisää myyntituloja.
Myyntitulot kasvavat siis 850 € kuukaudessa.

b)

Yrityksen B myyntitulot (€) kehittyvät funktion $g(x) = 21000 \cdot 1{,}015^x$mukaisesti.
Myyntulot 1,015-kertaistuvat joka kuukausi. Prosenttikerroin 1,015 kuvaa
$1{,}015 - 1 = 0{,}015 = 1{,}5$ % kasvua, joten myyntitulot kasvavat 1,5 % joka kuukausi.

c)

Merkitään funktioiden lausekkeet yhtä suuriksi ja ratkaistaan yhtälöstä *x.*

$$f(x) = g(x)$$
$$850x + 24000 = 21000 \cdot 1{,}015^x$$
$$x = -5{,}457\ldots \text{ tai } x = 120{,}628\ldots$$

Kuukausien määrä tulee olla positiivinen, joten $x = 120{,}628\ldots \approx 121$.

Myyntitulot ovat yhtä suuret 121 kuukauden kuluttua.

Vastaus **a)** kasvaa 850 € kuukausittain

b) kasvaa 1,5 % kuukausittain

c) 121 kuukauden kuluttua

13.6

a)

Iiris tekee joka päivä 5 minuuttia kauemmin tehtäviä. Absoluuttinen muutos pysyy siis vakiona. Tilannetta voidaan mallintaa lineaarisella mallilla.

b)

Tehtäviin käytetty aika kasvaa 5 min joka päivä, alkaen toisesta opiskelupäivästä. Aluksi tehtäviin käytettiin 30 min.

Alkutilanne (min)	päivittäinen muutos (min)
30	**+5(x – 1)**

Tehtäviin käytettyä aikaa (min) kuvaa funktio $f(x) = 5(x + 1) + 30 = 5x + 25$, kun x on kuluneet päivät verkkokurssin aloituksesta.

c)

Kun tehtävien tekemiseen kulunut aika on 2 h, niin funktio saa arvon $2 \cdot 60 = 120$.

Muodostetaan yhtälö $f(x) = 120$ja ratkaistaan *x.*

$$5x + 25 = 120$$
$$x = 19$$

Kahden tunnin raja saavutetaan 19. opiskelupäivänä.

Vastaus **a)** lineaarinen malli

b) $f(x) = 5x + 25$(min)

c) 19. päivänä

13.7

a)
Muodostetaan lineaarinen malli eli riippuvuutta kuvaavan suoran yhtälö. Merkitään tehtävässä annetut tiedot taulukkoon.

Kuluneet vuodet	Asukasmäärä
0	23 500
5	28 000
$\boldsymbol{x}$	y

Suora kulkee siis pisteiden (0, 23 500) ja (5, 28 000) kautta.
Määritetään ensin suoran kulmakerroin.

$$k = \frac{28000 - 23500}{5 - 0} = 900$$

Valitaan tunnetuksi pisteeksi (0, 23 500) ja muodostetaan suoran yhtälö.

$$y - 23500 = 900(x - 0)$$
$$y = 900x + 23500$$

$y - y_0 = k(x - x_0)$

Kun väkiluku on kaksinkertaistunut, se on $2 \cdot 23500 = 47000$. Tällöin $y = 47000$.
Muodostetaan yhtälö ja ratkaistaan kuluneet vuodet *x*.

$$47000 = 900x + 23500$$
$$x = 26{,}111\ldots$$
$$x \approx 26$$

Arvo on kaksinkertaistunut noin 26 vuoden kuluttua.

b)
Eksponentiaalisen mallin muodostamiseen tarvitaan

$f(x) = a \cdot k^x$

- tarkasteluhetken väkiluku 23 500
- kasvua kuvaava prosenttikerroin

Väkiluku tarkasteluhetkellä oli 23 500. Viiden vuoden päästä väkiluku oli 28 000.
Muodostetaan mallin mukainen yhtälö ja ratkaistaan prosenttikerroin *x*.

$$23500 \cdot k^5 = 28000$$
$$k = 1{,}03566\ldots$$

Väkilukua kuvaa siis funktio $f(x) = 23500 \cdot 1{,}03566\ldots^x$.

Ratkaistaan, kuinka monen vuoden kuluttua mallin arvo on kaksinkertainen eli 47 000.

$$f(x) = 47000$$
$$23500 \cdot 1{,}03566\ldots^x = 47000$$
$$x = 20{,}394\ldots \approx 20$$

Väkiluku kaksinkertaistuu noin 20 vuoden kuluttua.

Vastaus **a)** 26 vuoden kuluttua **b)** 20 vuoden kuluttua

13.8

a)

Muodostetaan lineaarinen malli eli riippuvuutta kuvaavan suoran yhtälö.
Merkitään tehtävässä annetut tiedot taulukkoon. 7. vuonna on kulunut kuusi vuotta ensimmäisestä työkuukaudesta.

Aloituksesta kuluneet vuodet	Palkka (€)
0	850
4	1400
$\boldsymbol{x}$	y

Suora kulkee siis pisteiden $(0, 850)$ ja $(4, 1400)$ kautta.
Määritetään ensin suoran kulmakerroin.

$$k = \frac{1400 - 850}{4 - 0} = \frac{275}{2}$$

Suora leikkaa y-akselin pisteessä $(0, 850)$, joten vakiotermi $b = 850$. Suoran yhtälö on siis

$$y = \frac{275}{2}x + 850.$$

Lasketaan mallin avulla palkka 7. vuonna. Tällöin vuosia on kulunut kuusi eli $x = 6$.

$$y = \frac{275}{2} \cdot 6 + 850 = 1675 \text{ €}$$

Palkka 7. vuonna on 1675 €.

b)

Palkka alussa oli 850 €. Viidentenä vuonna eli neljän vuoden kuluttua palkka on 1400 €.
Muodostetaan mallin mukainen yhtälö ja ratkaistaan prosenttikerroin *x.*

$$\begin{aligned} 850 \cdot k^4 &= 1400 \\ k &= \pm 1{,}1328\ldots \end{aligned}$$

Kerroin on positiivinen. Palkkaa kuvaa siis funktio $f(x) = 850 \cdot 1{,}1328\ldots^x$.

Lasketaan palkka 7. vuonna. Tällöin vuosia on kulunut 6 eli $x = 6$.

$$f(6) = 850 \cdot 1{,}1328\ldots^6 = 1796{,}729\ldots \approx 1797 \text{ €}$$

Palkka on 1797 €.

Vastaus **a)** 1675 € **b)** 1797 €

13.9

a)

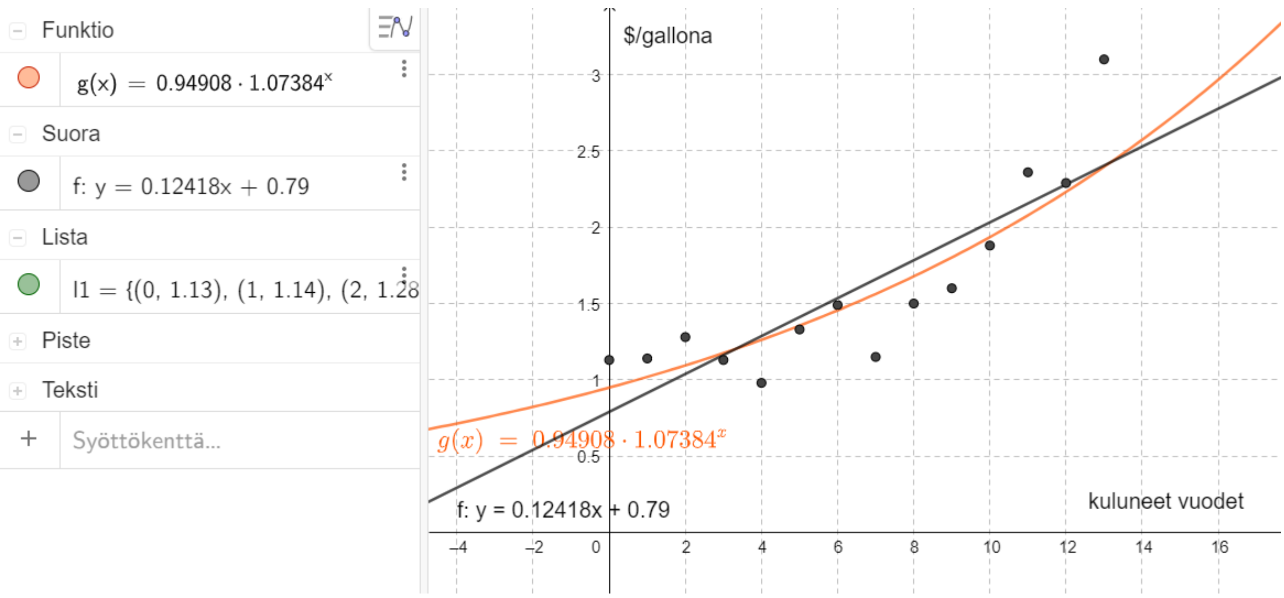
Muuttuja *x* kuvaa kuluneita vuosia vuodesta 1995 lähtien. Lasketaan taulukkoon arvot.

	A	B	C
1	Vuosi	x	Hinta ($/gallona)
2	1995	0	1.13
3	1996	1	1.14
4	1997	2	1.28
5	1998	3	1.13
6	1999	4	0.98
7	2000	5	1.33
8	2001	6	1.49
9	2002	7	1.15
10	2003	8	1.5
11	2004	9	1.6
12	2005	10	1.88
13	2006	11	2.36
14	2007	12	2.29
15	2008	13	3.1

1. Kirjoita ensimmäiselle muuttujan arvolle laskukaava soluviittausten avulla. Esimerkiksi = A2 – 1975

2. Kopioi laskukaava saman sarakkeen seuraaville riveille.

Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon ja sovitetaan pistejoukkoon lineaarinen ja eksponentiaalisen kasvun malli.



Lineaarinen malli on hinnalle ($/gallona) $y = 0{,}12x + 0{,}79$.
Eksponentiaalinen malli hinnalle ($/gallona) on $f(x) = 0{,}95 \cdot 1{,}07^x$.

b)

Lasketaan mallien antamat arvot, kun $x = 2014 - 1995 = 19$.

Lineaarinen malli: $y = 0{,}12 \cdot 19 + 0{,}79 = 3{,}07$ (\$/gallona).
Eksponentiaalinen malli: $f(19) = 0{,}95 \cdot 1{,}07^{19} = 3{,}435 \ldots \approx 3{,}44$ (\$/gallona).

Eksponentiaalinen malli on lähempänä todellista arvoa 3,31 \$/gallona, joten se toimii paremmin.

c)

Lasketaan mallien antamat arvot, kun $x = 2021 - 1995 = 26$.

Lineaarinen malli: $y = 0{,}12 \cdot 26 + 0{,}79 = 3{,}91$ (\$/gallona).
Eksponentiaalinen malli: $f(26) = 0{,}95 \cdot 1{,}07^{26} = 5{,}516 \ldots \approx 5{,}52$ (\$/gallona).

Kumpikaan malleista ei anna järkevää arvoa hinnalle, sillä se oli oikeasti 3,31 \$/gallona.

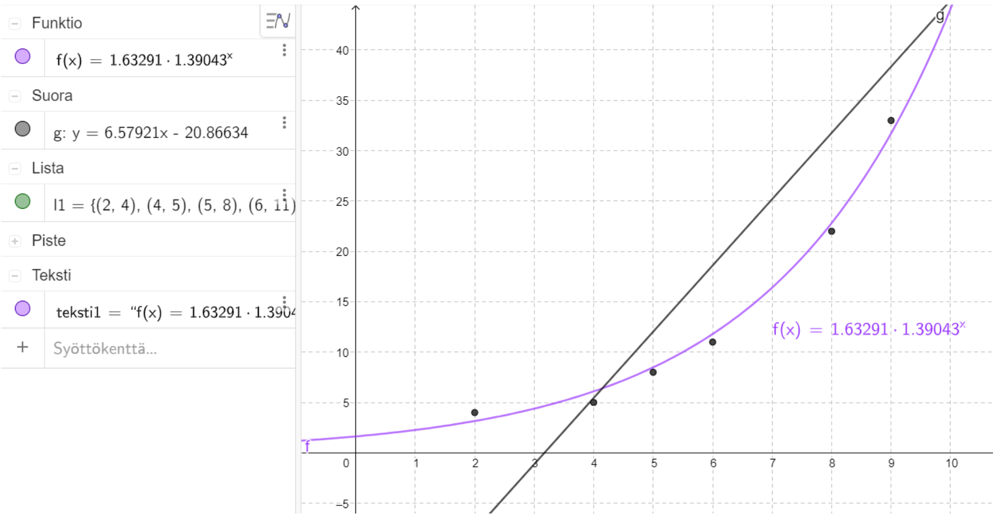
Vastaus **a)** lineaarinen: $y = 0{,}12x + 0{,}79$, eksponentiaalinen: $f(x) = 0{,}95 \cdot 1{,}07^x$

b) eksponentiaalinen malli

c) kumpikaan ei anna järkevää arvoa

13.10

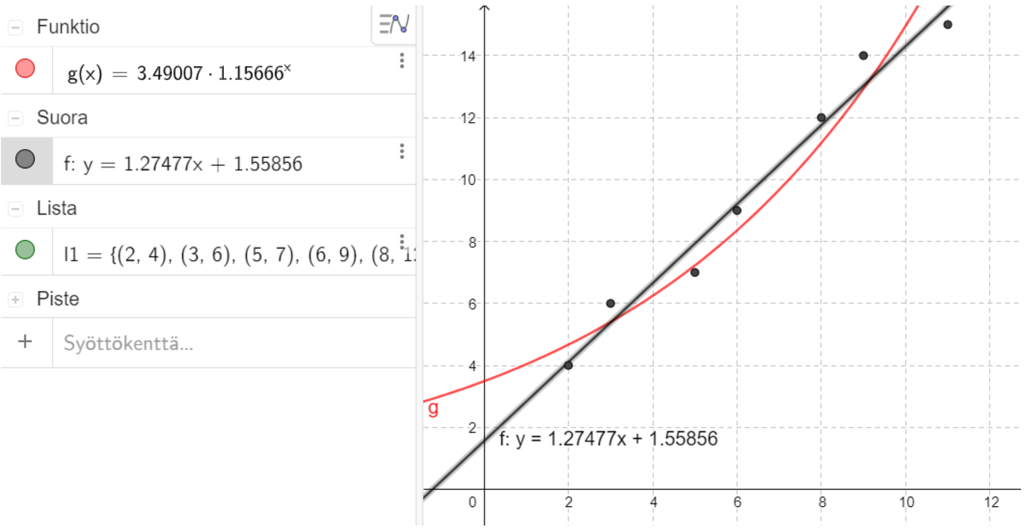
a)
Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon ja sovitetaan pistejoukkoon suora sekä eksponentiaalinen malli.



Pistejoukkoa kuvaa paremmin eksponentiaalinen malli, joten y riippuu muuttujasta x eksponentiaalisesti.

Riippuvuutta kuvaa malli $y = 1{,}63 \cdot 1{,}39^x$.

b)
Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon ja sovitetaan pistejoukkoon suora sekä eksponentiaalinen malli.



Pisteet ovat keskimäärin lähempänä suoraa kuin käyrää, joten riippuvuus on lineaarista.

Mallin yhtälö on $y = 1{,}27x + 1{,}56$.

Vastaus **a)** eksponentiaalista, $y = 1{,}63 \cdot 1{,}39^x$ **b)** lineaarista, $y = 1{,}27x + 1{,}56$

13.11

a)

Kasvu on joka vuosi suhteellisesti sama (1,1 %), joten tilannetta voidaan kuvata eksponentiaalisella mallilla.

Eksponentiaalisen mallin muodostamiseen tarvitaan

$f(x) = a \cdot k^x$

- tarkasteluhetken väkiluku 7,5 miljardia
- kasvua kuvaava prosenttikerroin $1 + 0{,}011 = 1{,}011$

Väkilukua (miljardia ihmistä) kuvaa malli $f(x) = 7{,}5 \cdot 1{,}011^x$,
missä x on aika vuosina alkaen vuodesta 2017.

b)

Lasketaan mallin ennustama väkiluku vuonna 2100. Tällöin $x = 2100 - 2017 = 83$.

$f(83) = 7{,}5 \cdot 1{,}011^{83} = 18{,}595\ldots \approx 18{,}6$

Malli antaa väkiluvuksi 18,6 miljardia, mikä on paljon suurempi kuin YK:n ennustus. YK:n ennustus ei siis noudata mallia.

Vastaus **a)** $f(x) = 7{,}5 \cdot 1{,}011^x$

b) ei noudata, $f(83) = 18{,}6$

13.12

a)

Muodostetaan lineaarinen malli eli riippuvuutta kuvaavan suoran yhtälö.
Merkitään tehtävässä annetut tiedot taulukkoon.

Kuluneet vuodet	**Hirvien pyyntiluvat**
0	1792
2015 – 2010 = 5	1607
$\boldsymbol{x}$	y

Suora kulkee siis pisteiden (0, 1792) ja (5, 1607) kautta.
Määritetään ensin suoran kulmakerroin.

$$k = \frac{1607 - 1792}{5 - 0} = -37$$

Valitaan tunnetuksi pisteeksi (0, 1792) ja muodostetaan suoran yhtälö.

$$\begin{aligned} y - 1792 &= -37(x - 0) \\ y &= -37x + 1792 \end{aligned}$$

$$\boxed{y - y_0 = k(x - x_0)}$$

Pyyntilupien määrä riippuu kuluneista vuosista funktion $f(x) = -37x + 1792$ mukaisesti.

b)

Eksponentiaalisen mallin muodostamiseen tarvitaan

- tarkasteluhetken pyyntilupien määrä
- kasvua kuvaava prosenttikerroin

$$\boxed{f(x) = a \cdot k^x}$$

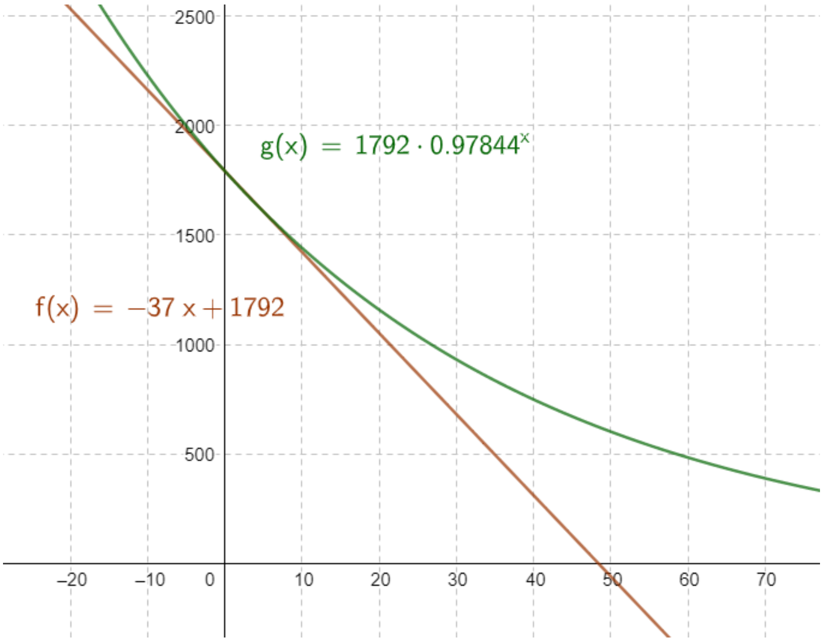
Pyyntilupia annettiin 1792 vuonna 2010. Viiden vuoden kuluttua vuonna 2015 lupa myönnettiin 1607. Muodostetaan mallin mukainen yhtälö ja ratkaistaan prosenttikerroin *x.*

$$\begin{aligned} 1792 \cdot k^5 &= 1607 \\ k &= 0{,}97844\ldots \\ k &\approx 0{,}9784 \end{aligned}$$

Pyyntilupien määrää kuvaa siis funktio$f(x) = 1792 \cdot 0{,}9784^x$.

c)

Piirretään mallien kuvaajat.



Liikenneturvallisuuden kannalta paremman mallin mukaan myönnetään enemmän pyyntilupia, sillä tällöin hirviä on vähemmän.

Koska pyyntilupien määrä on pienempi lineaarisella mallilla, kun $x > 10$,
niin turvallisuuden kannalta parempi malli on eksponentiaalinen.

Vastaus **a)** $f(x) = -37x + 1792$

b) $f(x) = 1792 \cdot 0{,}9784^x$

c) eksponentiaalinen

13.13

a)
Muodostetaan lineaarinen malli eli riippuvuutta kuvaavan suoran yhtälö. Merkitään tehtävässä annetut tiedot taulukkoon.

paksuus (mm)	kypsennysaika (min)
15	50
35	120
$\boldsymbol{x}$	y

Suora kulkee siis pisteiden (15, 50) ja (35, 120) kautta.
Määritetään ensin suoran kulmakerroin.

$$k = \frac{120 - 50}{35 - 15} = 3{,}5$$

Valitaan tunnetuksi pisteeksi (15, 50) ja muodostetaan suoran yhtälö.

$$y - 50 = 3{,}5(x - 15)$$
$$y = 3{,}5x - 2{,}5$$

$y - y_0 = k(x - x_0)$

Kypsennysaika y riippuu fileen paksuudesta x yhtälön $y = 3{,}5x - 2{,}5$ mukaisesti.

Muodostetaan eksponentiaalinen malli.

Merkitään alkutilanteessa kalan paksuudeksi 15 ja kypsennysajaksi 50.
Tällöin kypsennysajan malli on $50 \cdot k^{x-15}$.

Kun paksuus on 35 mm, kypsennysaika on 120 min.
Muodostetaan yhtälö ja ratkaistaan prosenttikerroin k.

$$50 \cdot k^{35-15} = 120$$
$$k = \pm 1{,}04475 \ldots$$

Prosenttikerroin on positiivinen, joten $k = 1{,}04475 \approx 1{,}045$.

Eksponentiaalinen malli kalan kypsennysajalle (min) on
$f(x) = 50 \cdot 1{,}045^{x-15} = 25{,}930 \cdot 1{,}045^{x}$.

b)
Lasketaan mallien antamat arvot, kun kalan paksuus on 4,5 cm = 45 mm eli $x = 45$.

Lineaarinen: $y = 3{,}5 \cdot 45 - 2{,}5 = 155$ (min)
Eksponentiaalinen: $f(45) = 50 \cdot 1{,}045^{45-15} = 187{,}26 \ldots \approx 187$(min)

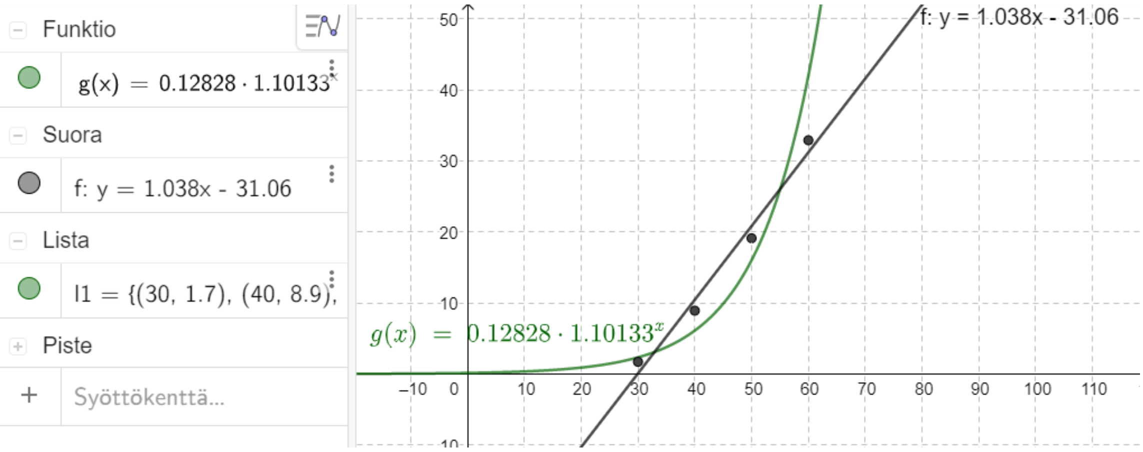
Koska kala valmistui 2,5 tunnissa eli 150 minuutissa, lineaarinen malli kuvaa paremmin kypsennysajan riippuvuutta fileen paksuudesta.

Vastaus **a)** lineaarinen: $y = 3{,}5x - 2{,}5$, eksponentiaalinen $f(x) = 50 \cdot 1{,}045^{x-15}$
b) lineaarinen malli

13.14

a)

Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon ja sovitetaan pistejoukkoon suora
sekä eksponentiaalinen malli.



Naisten prosenttiosuuden y (%) riippuvuutta iästä x voidaan mallintaa

Lineaarisella mallilla: $y = 1{,}04x - 31{,}1$
Eksponentiaalisella mallilla: $y = 0{,}128 \cdot 1{,}10^x$

b)

Lasketaan mallien ennustamat prosenttiosuudet, kun $x = 70$.

Lineaarinen malli: $y = 1{,}04 \cdot 70 - 31{,}1 = 41{,}7$ (%)
Eksponentiaalinen malli: $y = 0{,}128 \cdot 1{,}10^{70} = 101{,}08 \ldots \approx 101$ (%)

Eksponentiaalinen malli antaa järjettömän arvon, joten lineaarinen malli
kuvaa paremmin riippuvuutta.

c)

Verrataan malli ennustamaa tulosta 41,7 % oikeaan tulokseen 53 %.

$$\frac{41{,}7\ \%}{53\ \%} = 0{,}7867 \ldots$$

Malli antaa $1 - 0{,}7867 \ldots = 0{,}2132 \ldots \approx 21$ % liian pienen arvon.

Vastaus **a)** lineaarinen $y = 1{,}04x - 31{,}1$, eksponentiaalinen $y = 0{,}128 \cdot 1{,}10^x$

b) lineaarinen malli **c)** 21 % pienempi

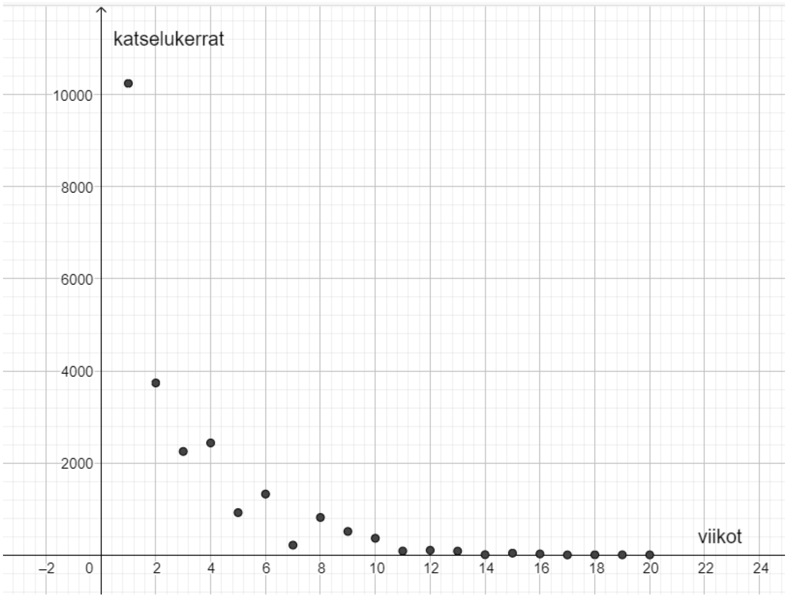
13.15

a)

Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon.

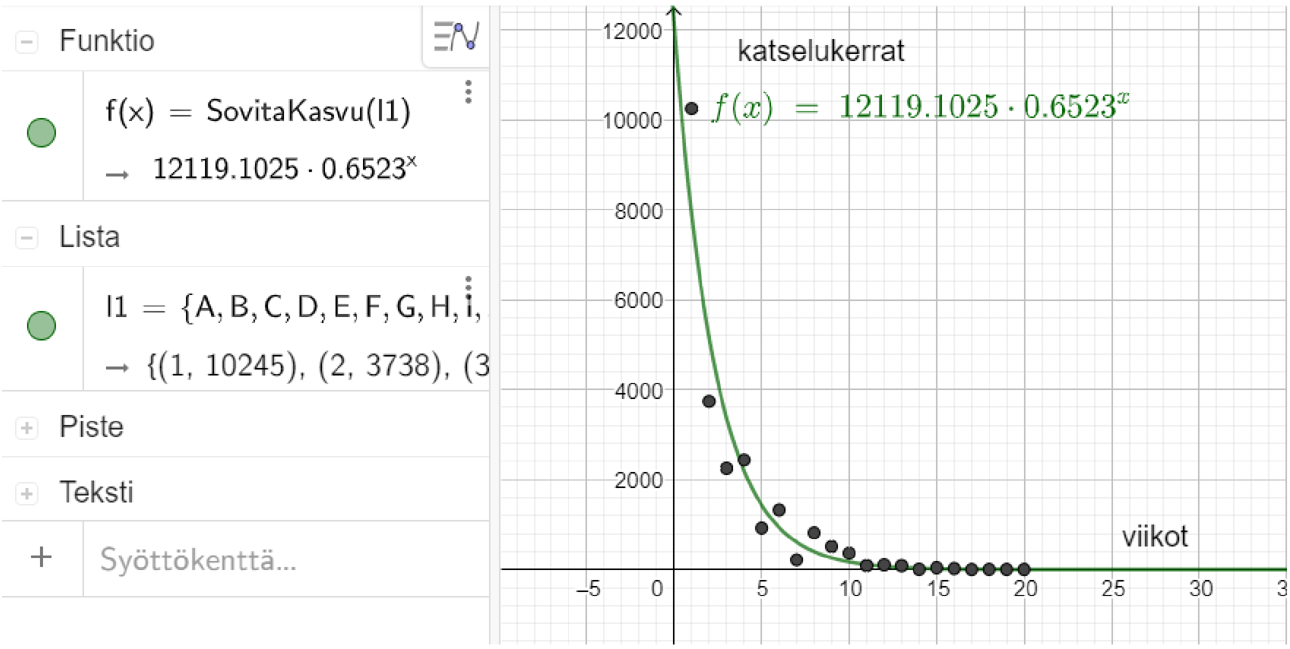
Arvot laskevat aluksi voimakkaasti, mutta kun muuttujan x arvo kasvaa, lasku hidastuu.

Tilannetta mallintaa parhaiten eksponentiaalinen malli.



b)

Sovitetaan pistejoukkoon eksponentiaalinen malli.



Katselukertojen määrän y riippuvuutta kuluneista viikoista x kuvaa malli $f(x) = 12000 \cdot 0{,}65^x$.

c)

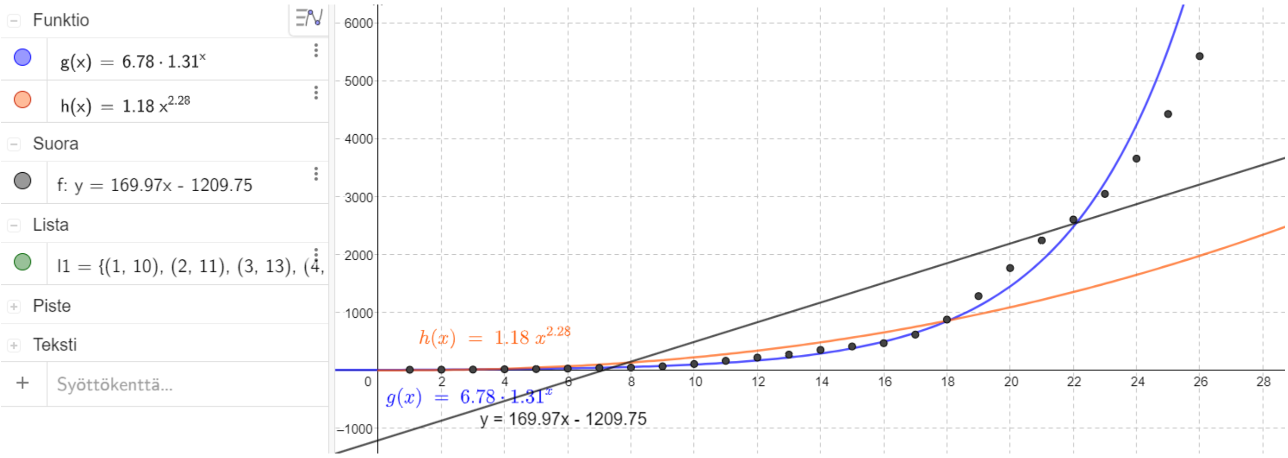
Muutosta kuvaava prosenttikerroin on 0,65, joten katselukertojen määrä väheni viikoittain $1 - 0{,}65 = 0{,}35 = 35\ \%$.

Vastaus **a)** eksponentiaalinen **b)** $f(x) = 12000 \cdot 0{,}65^x$ **c)** 35 %

13.16

a)

Muuttuja x kuvaa kuluneita päiviä alkaen 22.2.2020. Lasketaan taulukkoon arvot. Sovitetaan pistejoukkoon lineaarinen, eksponentiaalinen ja potenssifunktio-malli.



Kuvassa näkyvät mustalla lineaarinen malli, sinisellä eksponentiaalinen malli ja oranssilla potenssifunktiomalli. Parhaiten tilannetta kuvaa eksponentiaalinen malli.

Eksponentiaalisen mallin yhtälö on $g(x) = 6{,}78 \cdot 1{,}31^x$ (tai $y = 6{,}78 \cdot 1{,}31^x$).

b)

Lasketaan ensin, montako päivää 23.3.2020 oli epidemian alkamisesta.
Vuosi 2020 oli karkausvuosi, joten päivä oli kulunut $29 - 22 + 23 = 30$.

Lasketaan mallin ennustus tartunnoille, kun $x = 30$.

$g(30) = 6{,}78 \cdot 1{,}31^{30} = 22354{,}685 \ldots$

Verrataan oikeaa arvoa 10 312 mallin ennusteeseen.

$$\frac{10312}{22354{,}685 \ldots} = 0{,}4612 \ldots$$

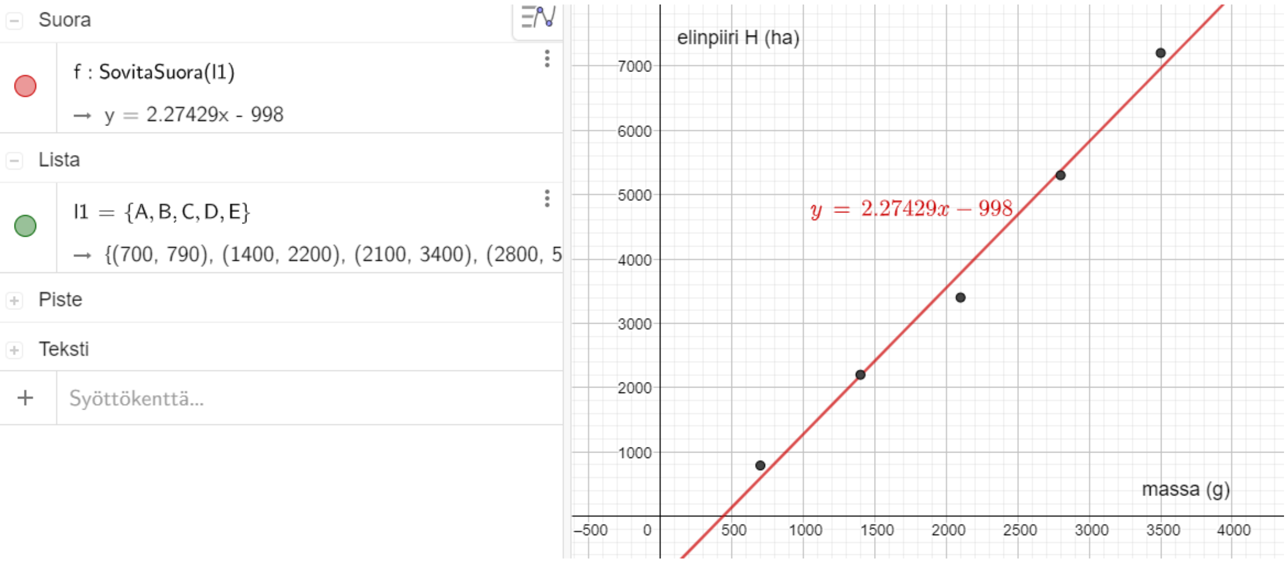
Oikea arvo on $1 - 0{,}4612 = 0{,}5388 \ldots \approx 54$ % pienempi.

Vastaus **a)** eksponentiaalinen, $g(x) = 6{,}78 \cdot 1{,}31^x$ **b)** 54 % pienempi

13.17

a)

Massa x (g) selittää elinpiiriä H (ha). Sijoitetaan pisteet koordinaatistoon ja sovitetaan pistejoukkoon suora.



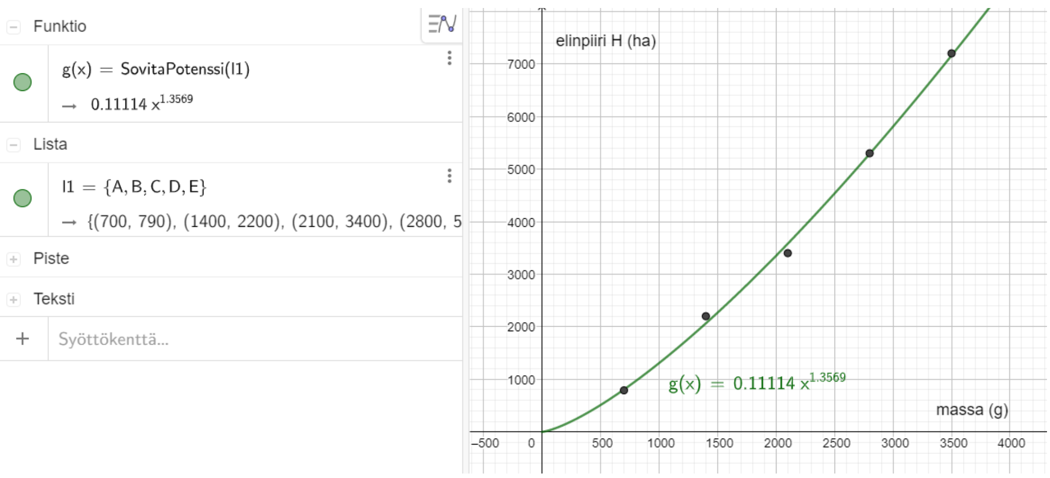
Suoran yhtälö on $y = 2{,}27429 \ldots \cdot x - 998$. Lasketaan elinpiiri koko, kun $x = 18000$ (g).

$$y = 2{,}27429 \ldots \cdot 18000 - 998 = 39939{,}14 \ldots \approx 40000 \text{ (ha)}$$

Elinpiiri on 40 000 ha = 400 km^2.

b)

Sovitetaan pistejoukkoon potenssifunktio.



Elinpiirin riippuvuutta massasta kuvaa potenssifunktiomalli $H(x) = 0{,}11114 \ldots x^{1{,}3569}$.
Lasketaan potenssifunktiomallin ennustama elinpiirin koko, kun urosilves painaa 18 kg eli $x = 18000$ (g).

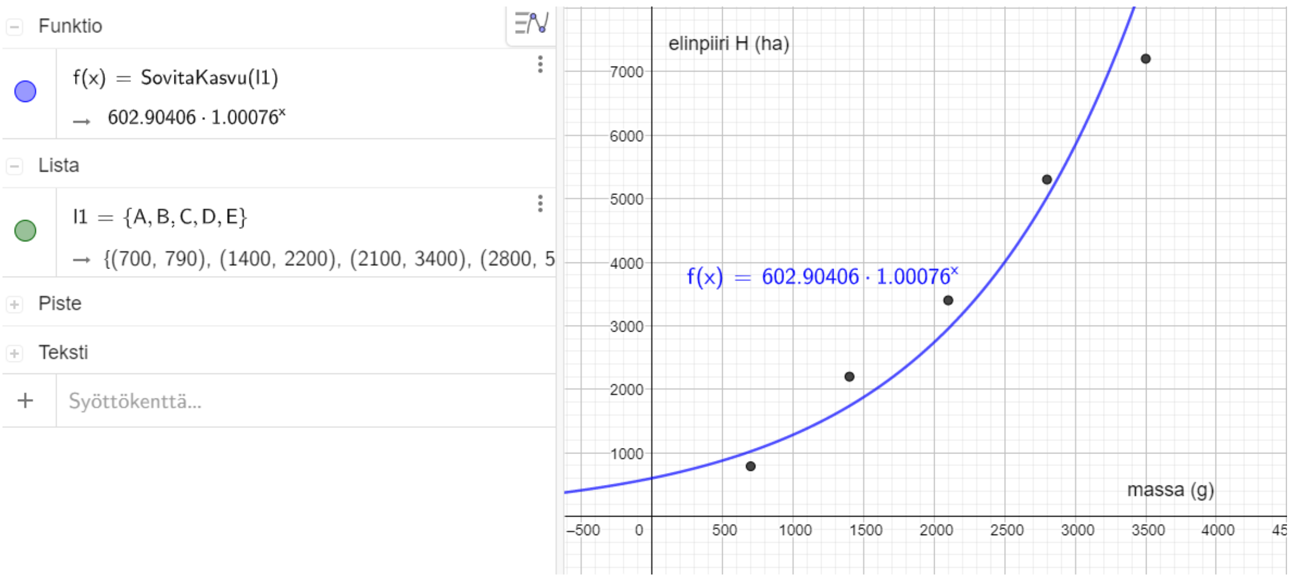
$H(x) = 0{,}11114 \ldots \cdot 18000^{1{,}3569} = 66045{,}42 \ldots$ (ha) ≈ 660 (km^2)

Elinpiirin koko on 660 km^2.

Potenssifunktiomallin arvo on arvioidun alueen 600 km^2 – 1400 km^2 sisällä,
kun taas lineaarisen mallin arvo on liian pieni.

c)

Sovitetaan pistejoukkoon eksponentiaalinen malli.



Elinpiirin riippuvuutta massasta kuvaa eksponentiaalinen malli $f(x) = 602{,}9040 \ldots 1{,}00076^x$.

Lasketaan eksponentiaalisen mallin ennustama elinpiirin koko urosilvekselle
eli kun $x = 18000$ (g).

$f(x) = 602{,}9040 \ldots 1{,}00076^{18000} = 498696664{,}62 \ldots$ (ha) $\approx 5{,}0 \cdot 10^6$ (km^2)

Arvo on järjetön, sillä se on esimerkiksi melkein puolet Euroopan pinta-alasta
($10{,}2 \cdot 10^6$ km^2).

Eksponentiaalisella mallilla ei voi ennustaa urosilveksen elinpiirin kokoa.

Vastaus **a)** 40 000 ha = 400 km^2

b) potenssifunktio antaa paremman arvion

c) ei voida