

Yleistä, LP-malleista

Esimerkki, "Giapetto"

Graafisen ratkaisun vaiheet

Optimin olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

**Yleistä,
LP-malleista**

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ LP-mallit on yksi "Operaatioanalyysin" (Operations Research) perustyökaluista.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ LP-mallit on yksi "Operaatioanalyysin" (Operations Research) perustyökaluista.
- ▶ Perusongelma: "Miten pitää suorittaa operaatio mahdollisimman hyvin, kun käytettävissä on rajalliset resurssit?" (max tai min)

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ LP-mallit on yksi "Operaatioanalyysin" (Operations Research) perustyökaluista.
- ▶ Perusongelma: "Miten pitää suorittaa operaatio mahdollisimman hyvin, kun käytettävissä on rajalliset resurssit?" (max tai min)
- ▶ Jatko-ongelma: "Miten optimi muuttuu, jos jokin mallin parametri muuttuu?"

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ LP-mallit on yksi "Operaatioanalyysin" (Operations Research) perustyökaluista.
- ▶ Perusongelma: "Miten pitää suorittaa operaatio mahdollisimman hyvin, kun käytettävissä on rajalliset resurssit?" (max tai min)
- ▶ Jatko-ongelma: "Miten optimi muuttuu, jos jokin mallin parametri muuttuu?"
- ▶ Jatko-ongelma 2: "Mitä enintään kannattaa maksaa yhdestä lisäresurssista?"

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja:
sotilaita ja **junia**.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja:
sotilaita ja **junia**.

Tavoitefunktio.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja: **sotilaita** ja **junia**.

Tavoitefunktio.

Sotilaan myyntihinta on 27€, ja siihen kuuluu materiaalia 10€edestä. Jokainen valmistettu sotilas aiheuttaa lisäksi muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia keskimäärin 14€edestä.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja: **sotilaita** ja **junia**.

Tavoitefunktio.

Sotilaan myyntihinta on 27€, ja siihen kuuluu materiaalia 10€edestä. Jokainen valmistettu sotilas aiheuttaa lisäksi muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia keskimäärin 14€edestä. **Junan** myyntihinta on 21€, ja siihen kuuluu 9€edestä materiaalia. Muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia jokainen juna aiheuttaa keskimäärin 10€.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmiä

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja: **sotilaita** ja **junia**.

Tavoitefunktio.

Sotilaan myyntihinta on 27€, ja siihen kuuluu materiaalia 10€edestä. Jokainen valmistettu sotilas aiheuttaa lisäksi muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia keskimäärin 14€edestä. **Junan** myyntihinta on 21€, ja siihen kuuluu 9€edestä materiaalia. Muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia jokainen juna aiheuttaa keskimäärin 10€.

Rajoitteet. Resurssien kulutus.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Giapetto's Woodcarving inc. valmistaa kahdenlaisia puuleluja: **sotilaita** ja **junia**.

Tavoitefunktio.

Sotilaan myyntihinta on 27€, ja siihen kuuluu materiaalia 10€edestä. Jokainen valmistettu sotilas aiheuttaa lisäksi muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia keskimäärin 14€edestä. **Junan** myyntihinta on 21€, ja siihen kuuluu 9€edestä materiaalia. Muuttuvia palkka- ja yleiskustannuksia jokainen juna aiheuttaa keskimäärin 10€.

Rajoitteet. Resurssien kulutus.

Sotilaiden ja junien valmistus tapahtuu kahdella osastolla: **puutyösosastolla** ja **viimeistelyosastolla**. Yksi sotilas vaatii 1 tunnin puutyötä ja 2 tuntia viimeistelyä. Vastaavasti yksi juna vaatii 1 tunnin puutyötä ja 1 tunnin viimeistelyä.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmi

Varjohinta

Tietokoneohjelmi

Rajoitteet. Olemassaolevat resurssit.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Rajoitteet. Olemassaolevat resurssit.

Yritys pystyy hankkimaan kaiken tarvitsemansa materiaalin, mutta puutyö- ja viimeistelyosastojen kapasiteetti on rajallinen. Käytettävissä on 80 tuntia puutyötä per viikko, ja 100 tuntia viimeistelytyötä per viikko.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Rajoitteet. Olemassaolevat resurssit.

Yritys pystyy hankkimaan kaiken tarvitsemansa materiaalin, mutta puutyö- ja viimeistelyosastojen kapasiteetti on rajallinen. Käytettävissä on 80 tuntia puutyötä per viikko, ja 100 tuntia viimeistelytyötä per viikko.

Rajoitteet. Lisäajoitteet.

Lelujen kysynnästä tiedetään, että junien kysyntä on käytännössä rajoittamaton, mutta sotilaita saadaan kaupaksi korkeintaan 40 per viikko.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Rajoitteet. Olemassaolevat resurssit.

Yritys pystyy hankkimaan kaiken tarvitsemansa materiaalin, mutta puutyö- ja viimeistelyosastojen kapasiteetti on rajallinen. Käytettävissä on 80 tuntia puutyötä per viikko, ja 100 tuntia viimeistelytyötä per viikko.

Rajoitteet. Lisäajoitteet.

Lelujen kysynnästä tiedetään, että junien kysyntä on käytännössä rajoittamaton, mutta sotilaita saadaan kaupaksi korkeintaan 40 per viikko.

Kysymys:

Miten yritys voi maksimoida katetuottonsa? Muodostetaan ongelmasta LP-malli.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(1) Päätösmuuttujat

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(1) Päättömuuttujat

x_1 = puusotilaiden valmistus (kpl/viikko)

x_2 = puujunien valmistus (kpl/viikko)

(2) Tavoitefunktio

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(1) Päättösmuuttujat

x_1 = puusotilaiden valmistus (kpl/viikko)

x_2 = puujunien valmistus (kpl/viikko)

(2) Tavoitefunktio

Muodostamme tavoitefunktion $z(x_1, x_2)$, jolle etsimme suurinta mahdollista arvoa. Tavoitefunktio on nyt katetuotto.

$$\begin{aligned}
 z &= R(x_1, x_2) - C(x_1, x_2) \\
 &= \overbrace{(27x_1 + 21x_2)}^{\text{tuotto}} - \left(\overbrace{(10x_1 + 9x_2)}^{\text{kustannus}} + \overbrace{(14x_1 + 10x_2)}^{\text{kustannus}} \right) \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{materiaali} \qquad\qquad \text{palkat yms.} \\
 &= 3x_1 + 2x_2
 \end{aligned}$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(3) Rajoitteet

Selvitämme jokaisen tuotantoa rajoittavan tekijän erikseen

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(3) Rajoitteet

Selvitämme jokaisen tuotantoa rajoittavan tekijän erikseen

- ▶ Puutyö: resurssitarve = $1x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 80 (h/viikko)
→ 1. rajoite: $x_1 + x_2 \leq 80$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(3) Rajoitteet

Selvitämme jokaisen tuotantoa rajoittavan tekijän erikseen

- ▶ Puutyö: resurssitarve = $1x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 80 (h/viikko)
→ 1. rajoite: $x_1 + x_2 \leq 80$
- ▶ Viimeistelytyö: resurssitarve = $2x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 100 (h/viikko)
→ 2. rajoite: $2x_1 + x_2 \leq 100$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelma

Varjohinta

Tietokoneohjelma

(3) Rajoitteet

Selvitämme jokaisen tuotantoa rajoittavan tekijän erikseen

- ▶ Puutyö: resurssitarve = $1x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 80 (h/viikko)
→ 1. rajoite: $x_1 + x_2 \leq 80$
- ▶ Viimeistelytyö: resurssitarve = $2x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 100 (h/viikko)
→ 2. rajoite: $2x_1 + x_2 \leq 100$
- ▶ Kysyntärajoite:
→ 3. rajoite: $x_1 \leq 40$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(3) Rajoitteet

Selvitämme jokaisen tuotantoa rajoittavan tekijän erikseen

- ▶ Puutyö: resurssitarve = $1x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 80 (h/viikko)
→ 1. rajoite: $x_1 + x_2 \leq 80$
- ▶ Viimeistelytyö: resurssitarve = $2x_1 + 1x_2$ (h/viikko)
Käytettävissä oleva resurssi = 100 (h/viikko)
→ 2. rajoite: $2x_1 + x_2 \leq 100$
- ▶ Kysyntärajoite:
→ 3. rajoite: $x_1 \leq 40$
- ▶ Merkkirajoitteet:
→ 4. rajoite: $x_1 \geq 0$
→ 5. rajoite: $x_2 \geq 0$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelma

Varjohinta

Tietokoneohjelmaa

(4) LP-malli

Kootaan kaikki oleellinen siistiksi paketiksi

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(4) LP-malli

Kootaan kaikki oleellinen siistiksi paketiksi

$$\begin{array}{rcll} \max & z & = & 3x_1 + 2x_2 \\ \text{ehdoin} & & & x_1 + x_2 \leq 80 \\ & & & 2x_1 + x_2 \leq 100 \\ & & & x_1 \leq 40 \\ & & & x_1, x_2 \geq 0 \end{array}$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelma

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(5) Graafinen ratkaisu

Aloitetaan tarkastelu ensimmäisestä rajoitteesta

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(5) Graafinen ratkaisu

Aloitetaan tarkastelu ensimmäisestä rajoitteesta

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

Jos kiinnitämme x_1 :n arvon (esim. $x_1 = 50$), niin emme saa antaa x_2 :lle liian suurta arvoa. x_2 tulee olla **pienempi tai yhtä suuri kuin** kuin $80 - x_1$ (esim. $x_2 \leq 80 - 50 = 30$).

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(5) Graafinen ratkaisu

Aloitetaan tarkastelu ensimmäisestä rajoitteesta

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

Jos kiinnitämme x_1 :n arvon (esim. $x_1 = 50$), niin emme saa antaa x_2 :lle liian suurta arvoa. x_2 tulee olla **pienempi tai yhtä suuri kuin** kuin $80 - x_1$ (esim. $x_2 \leq 80 - 50 = 30$).

(x_1, x_2) -tasossa tulee pisteen olla siis suoran $x_1 + x_2 = 80$ **alapuolella**.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

(5) Graafinen ratkaisu

Aloitetaan tarkastelu ensimmäisestä rajoitteesta

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

Jos kiinnitämme x_1 :n arvon (esim. $x_1 = 50$), niin emme saa antaa x_2 :lle liian suurta arvoa. x_2 tulee olla **pienempi tai yhtä suuri kuin** kuin $80 - x_1$ (esim. $x_2 \leq 80 - 50 = 30$).

(x_1, x_2) -tasossa tulee pisteen olla siis suoran $x_1 + x_2 = 80$ **alapuolella**.

Piirrämme suoran tasoon. Sitä varten selvitämme kaksi suoran pistettä

$$A = (0, 80), \quad \text{ja} \quad B = (80, 0)$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

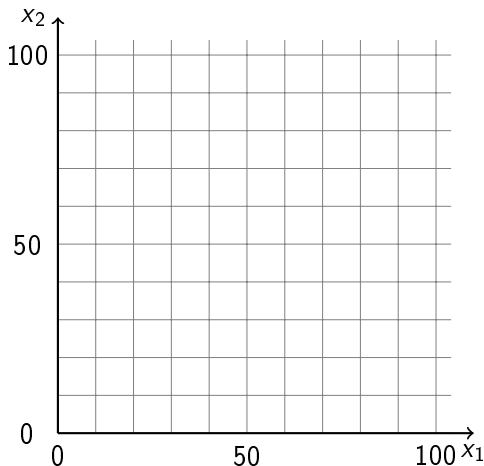
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

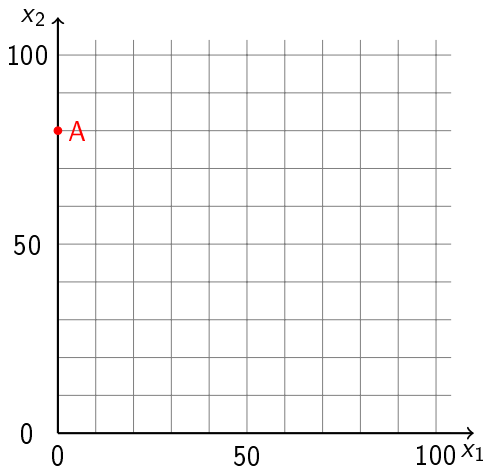
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

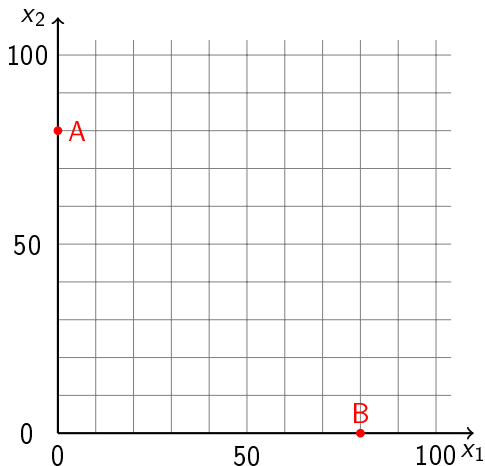
Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

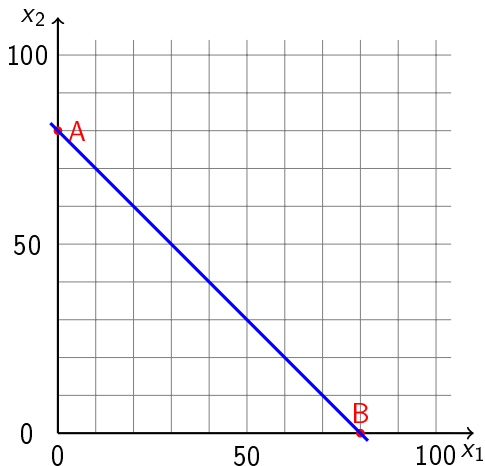
Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

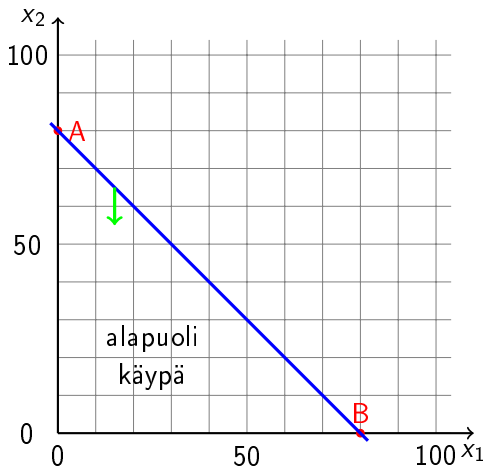
Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Ensimmäinen rajoite:

$$x_1 + x_2 \leq 80 \quad \text{alapuoli} \quad A = (0, 80), \quad B = (80, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

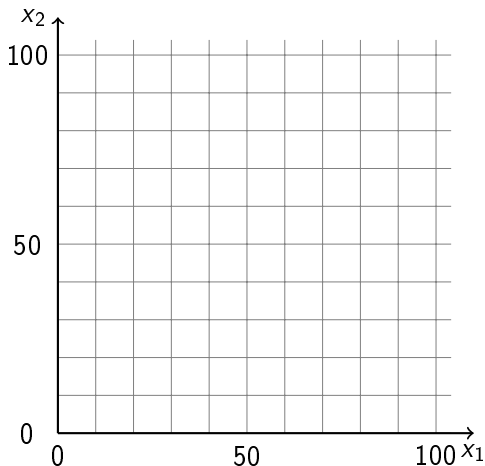
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

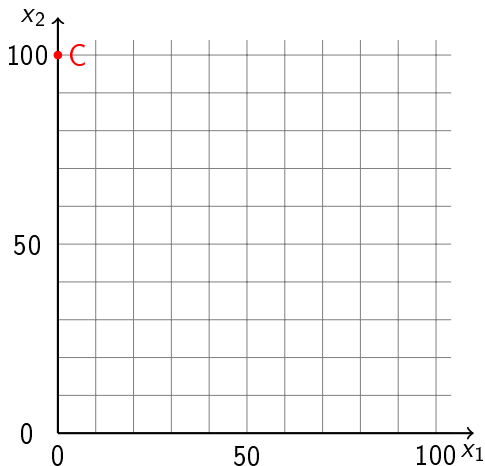
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

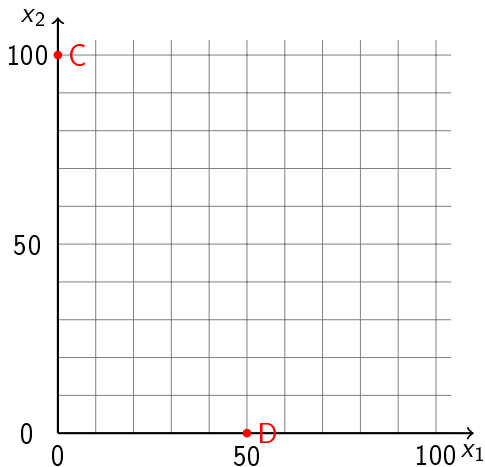
Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

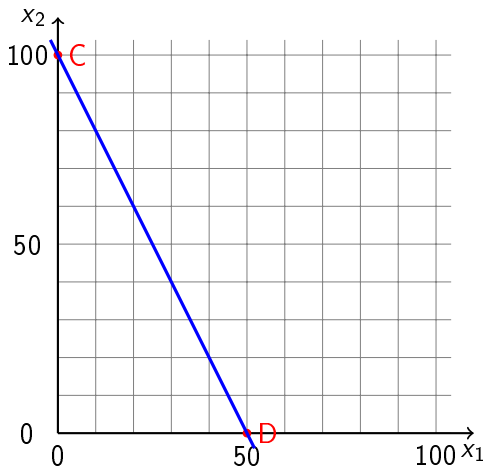
Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

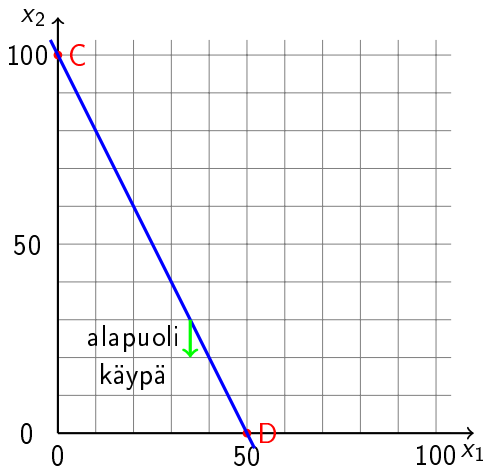
Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Toinen rajoite:

$$2x_1 + x_2 \leq 100 \quad \text{alapuoli} \quad C = (0, 100), \quad D = (50, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Kolmas rajoite:

$$x_1 \leq 40 \quad \text{vasen puoli} \quad E = (40, 0)$$

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

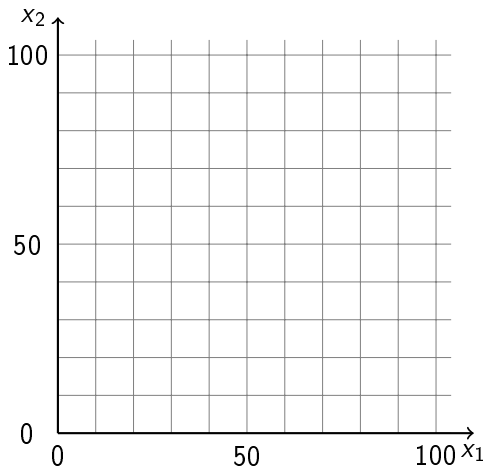
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Kolmas rajoite:

$$x_1 \leq 40 \quad \text{vasen puoli} \quad E = (40, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

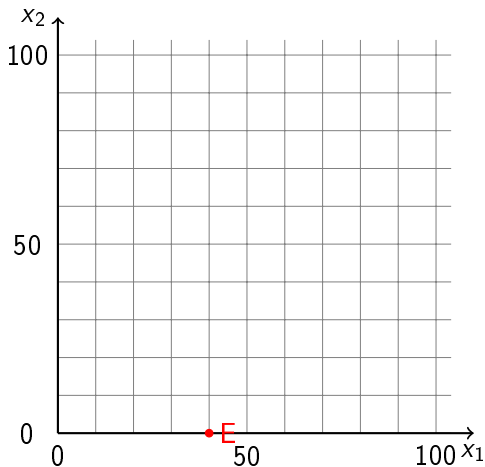
Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Kolmas rajoite:

$$x_1 \leq 40 \quad \text{vasen puoli} \quad E = (40, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

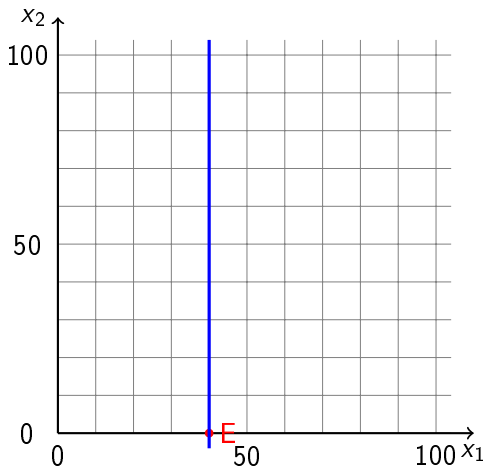
Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Kolmas rajoite:

$$x_1 \leq 40 \quad \text{vasen puoli} \quad E = (40, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

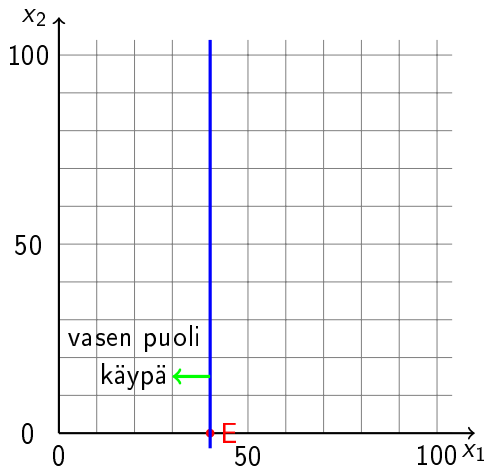
Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Kolmas rajoite:

$$x_1 \leq 40 \quad \text{vasen puoli} \quad E = (40, 0)$$



Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Lopuksi piirrämme kaikki suorat samaan kuvaan.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Lopuksi piirrämme kaikki suorat samaan kuvaan.
- ▶ Huomaa, että merkkirajoitteet kieltävät pysty akselin vasemman puolen (x_2 -akseli) sekä vaakaa-akselin alapuolen (x_1 -akseli).

Aiheet

Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	

Aiheet

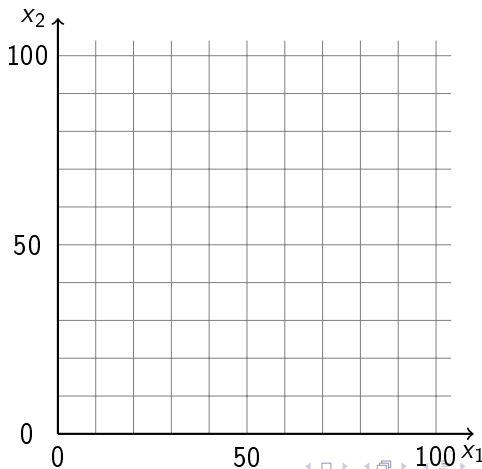
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

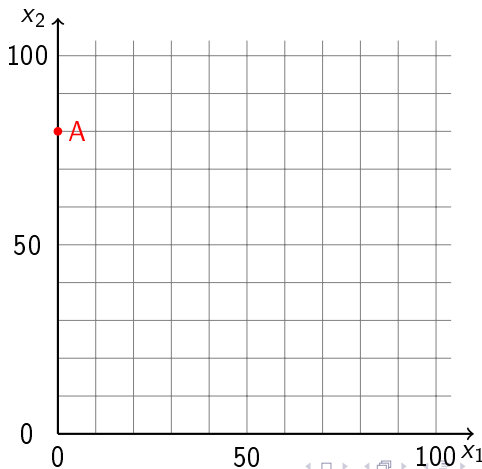
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

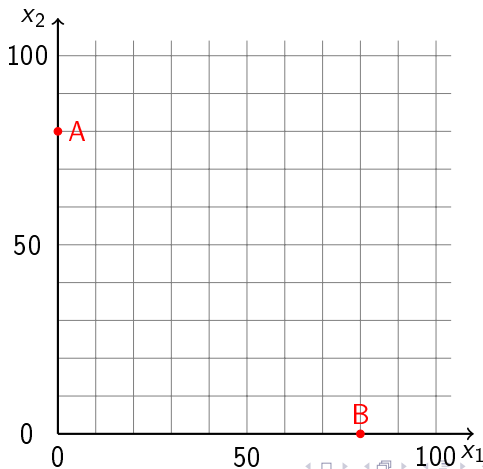
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

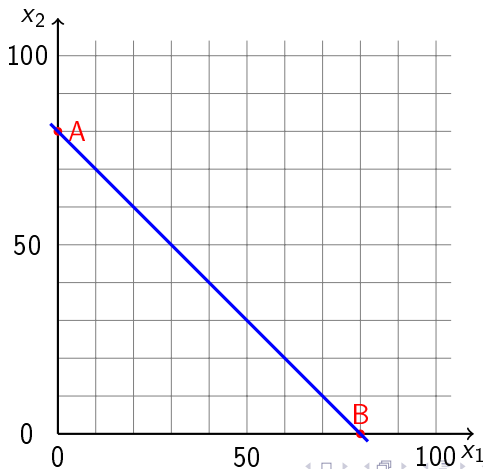
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

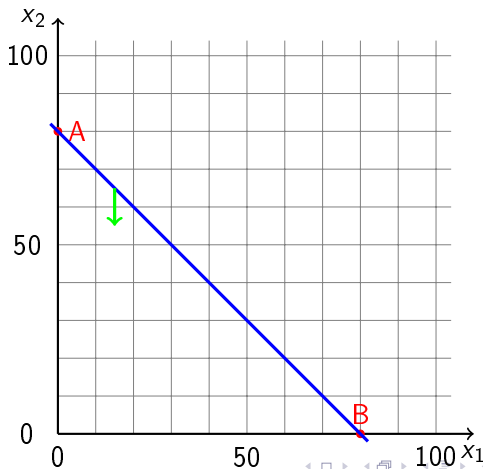
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

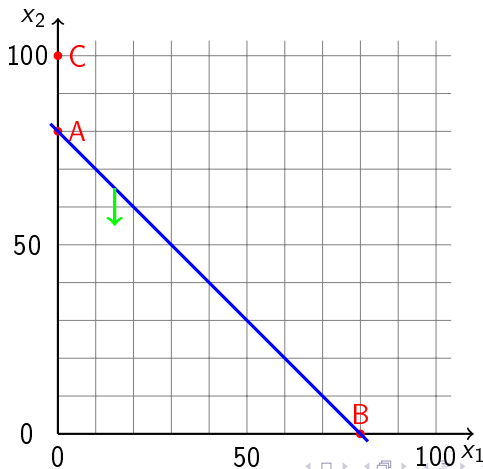
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysohjelmia

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

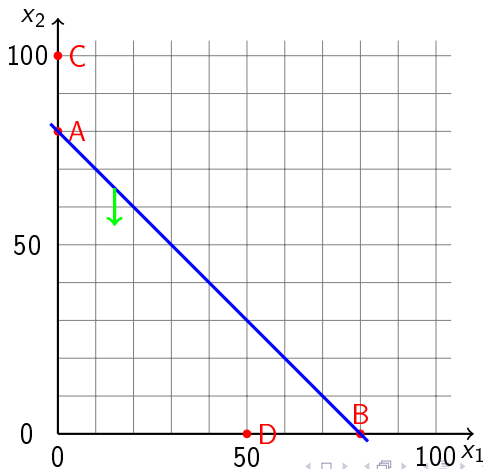
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

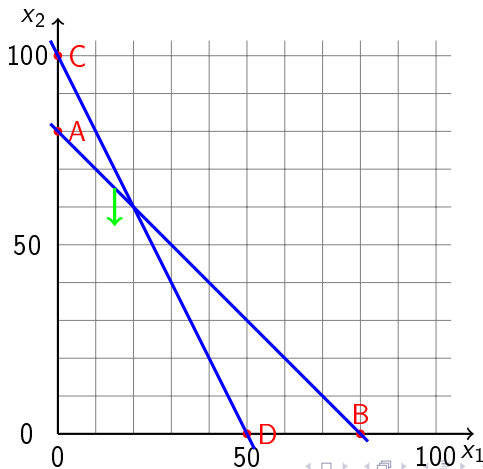
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

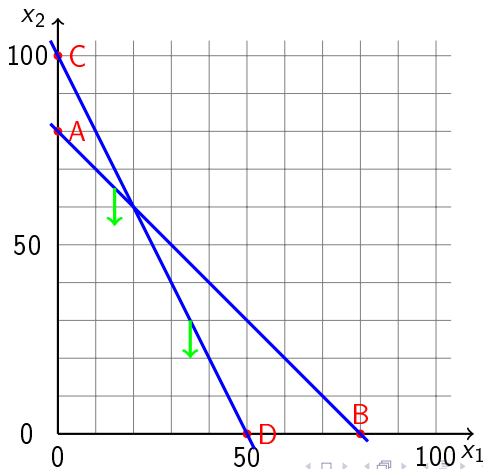
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

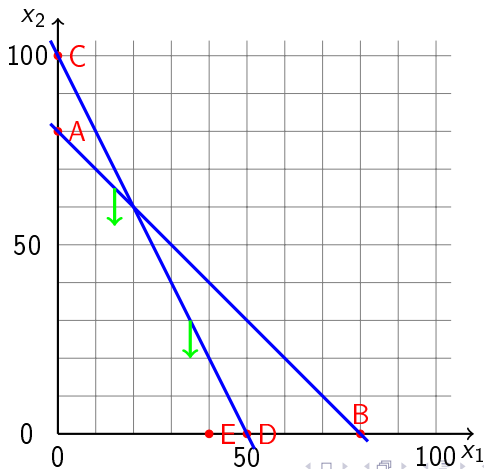
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

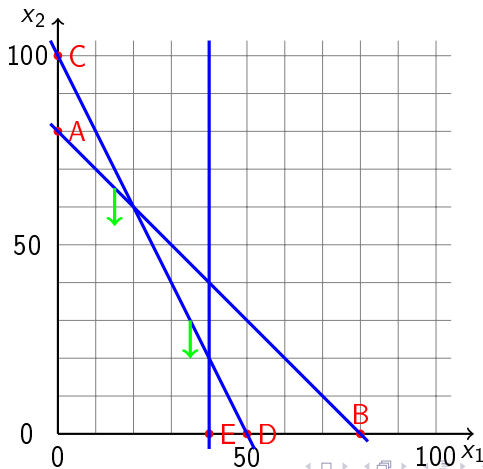
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

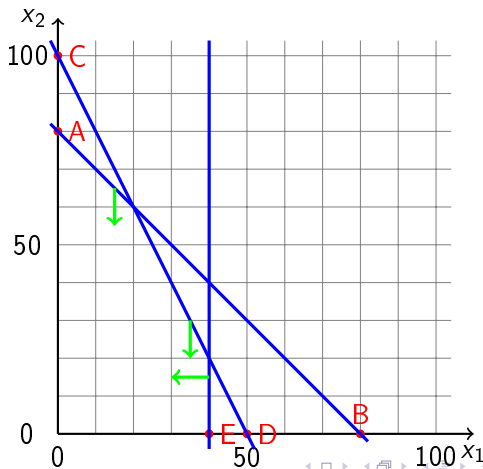
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80)$,	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100)$,	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

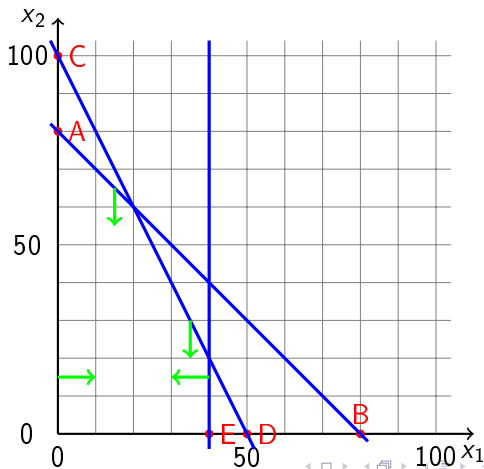
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80),$	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100),$	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

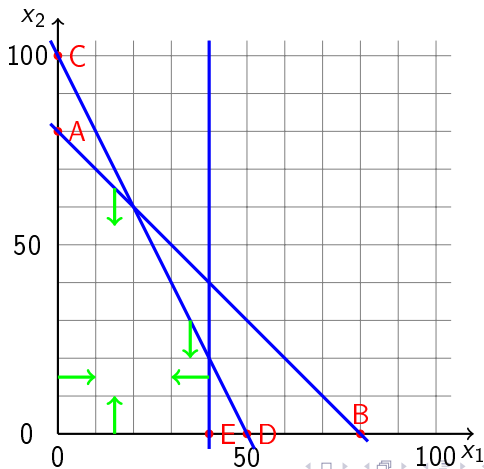
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80)$,	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100)$,	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

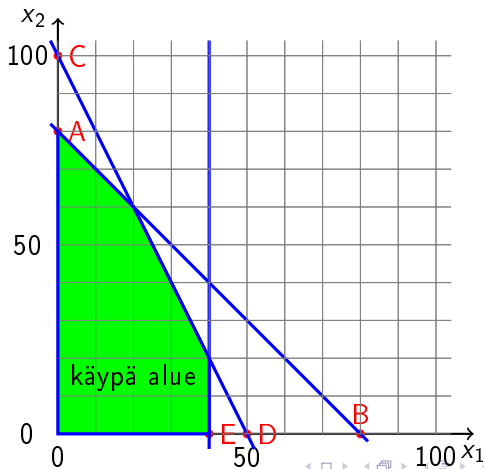
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

$x_1 + x_2 \leq 80$	alapuoli	$A = (0, 80)$,	$B = (80, 0)$
$2x_1 + x_2 \leq 100$	alapuoli	$C = (0, 100)$,	$D = (50, 0)$
$x_1 \leq 40$	vasen puoli	$E = (40, 0)$	



Aiheet

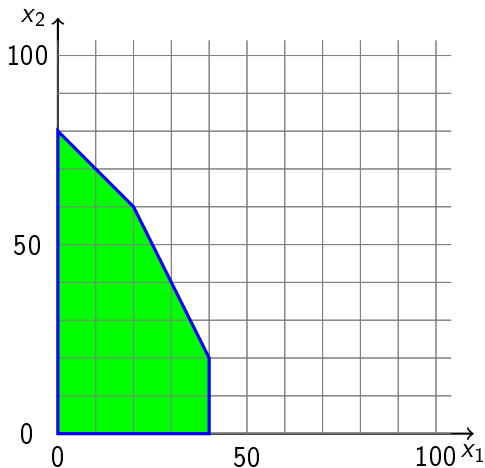
Yleistä,
LP-malleistaEsimerkki,
"Giapetto"Graafisen
ratkaisun vaiheetOptimin
olemassaolo

Herkkyysoanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvästä alueesta parhaan pisteen.



Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

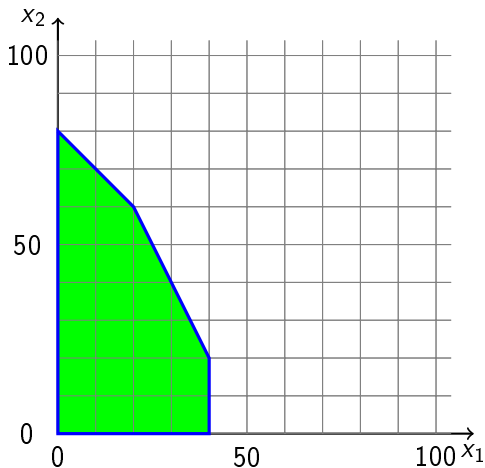
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvistä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 90$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

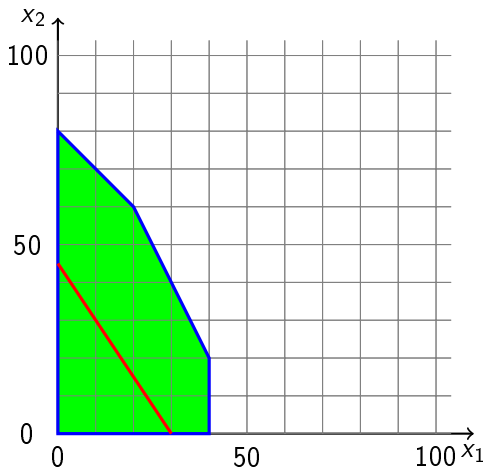
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvistä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 90$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

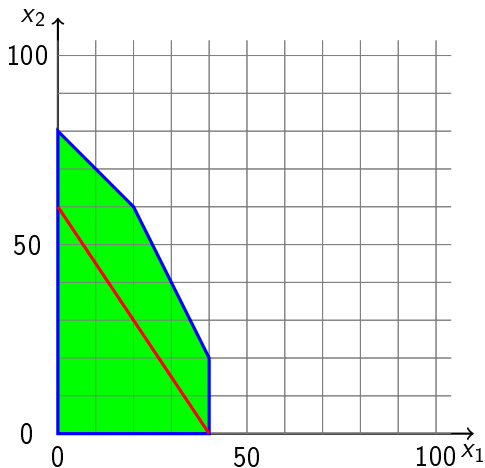
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvästä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 120$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

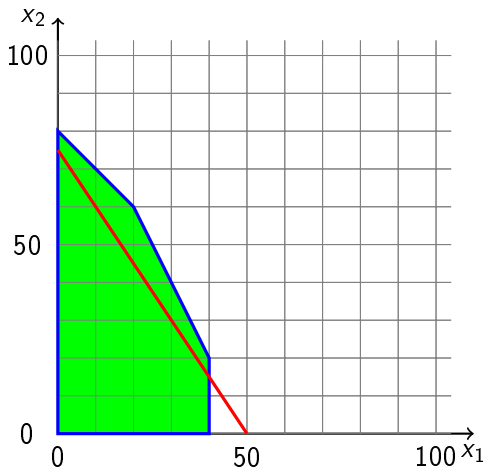
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvästä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 150$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

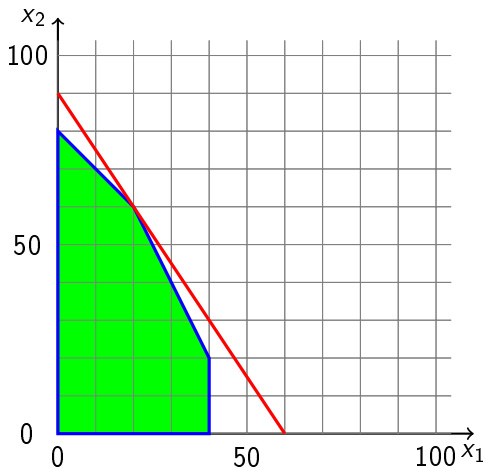
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvistä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 180$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

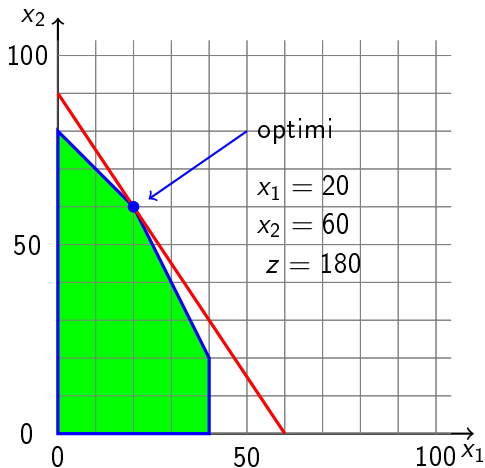
Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Seuraavaksi haemme käyvistä alueesta parhaan pisteen.



Merkitsemme kuvaan pisteet, joissa $z = 3x_1 + 2x_2 = 180$.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

**Graafisen
ratkaisun vaiheet**

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä
- ▶ Piirrä koordinaatisto

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyshanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä
- ▶ Piirrä koordinaatisto
- ▶ Piirrä rajoitesuorat ja käypä alue. Merkitse käypä alue kuvaan.

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä
- ▶ Piirrä koordinaatisto
- ▶ Piirrä rajoitesuorat ja käypä alue. Merkitse käypä alue kuvaan.
- ▶ Piirrä tavoitesuora jollakin z :n arvolla

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä
- ▶ Piirrä koordinaatisto
- ▶ Piirrä rajoitesuorat ja käypä alue. Merkitse käypä alue kuvaan.
- ▶ Piirrä tavoitesuora jollakin z :n arvolla
- ▶ Päättele optimipiste

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

- ▶ Käy läpi rajoitteet
 1. kaksi pistettä rajoitesuoralta
 2. mikä puoli käypä
- ▶ Piirrä koordinaatisto
- ▶ Piirrä rajoitesuorat ja käypä alue. Merkitse käypä alue kuvaan.
- ▶ Piirrä tavoitesuora jollakin z :n arvolla
- ▶ Päättele optimipiste
- ▶ kirjoita vastaus

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

**Optimin
olemassaolo**

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyysanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia

Aiheet

Yleistä,
LP-malleista

Esimerkki,
"Giapetto"

Graafisen
ratkaisun vaiheet

Optimin
olemassaolo

Herkkyyssanalyysi

Varjohinta

Tietokoneohjelmia