

TNSL05 – Optimering, Modellering och Planering

Föreläsning 3

Idag

Studenten ska efter avslutad kurs kunna:

- Analysera och formulera optimeringsmodeller inom ekonomiska tillämpningsområden
- Analysera och dra slutsatser från känslighetsanalys för linjära optimeringsproblem och optimeringsproblem med nätverksstruktur
- Förklara den grundläggande matematiska teorin på vilka modeller och algoritmer bygger
- Dra slutsatser från optimeringsmetoder för linjära optimeringsproblem (Simplexmetoden) samt för optimeringsproblem med nätverksstruktur (Simplex för minkostnadsflödesproblem och Dijkstras algoritm för billigasteväg problem)

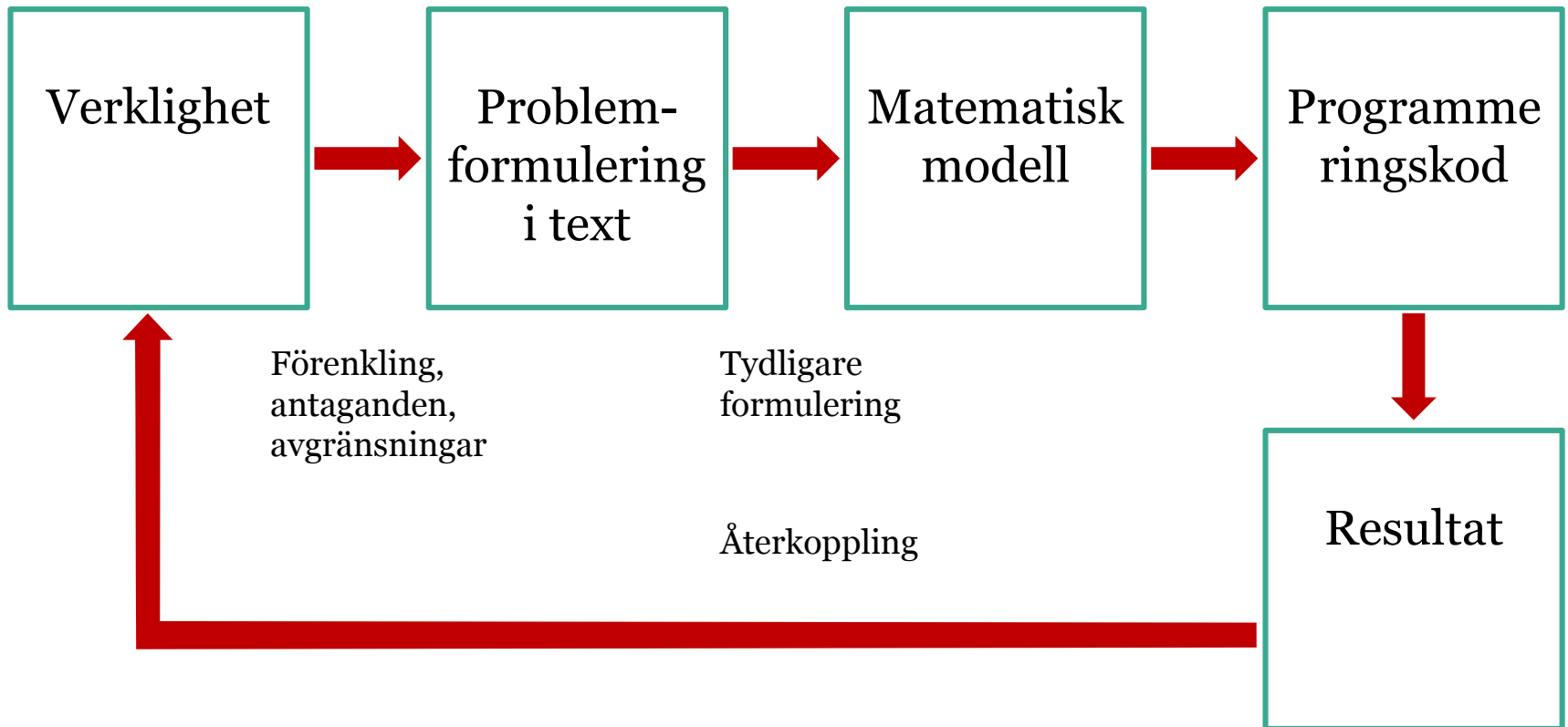
Agenda

- (Kort) repetition
- Formulering av modeller, exempel

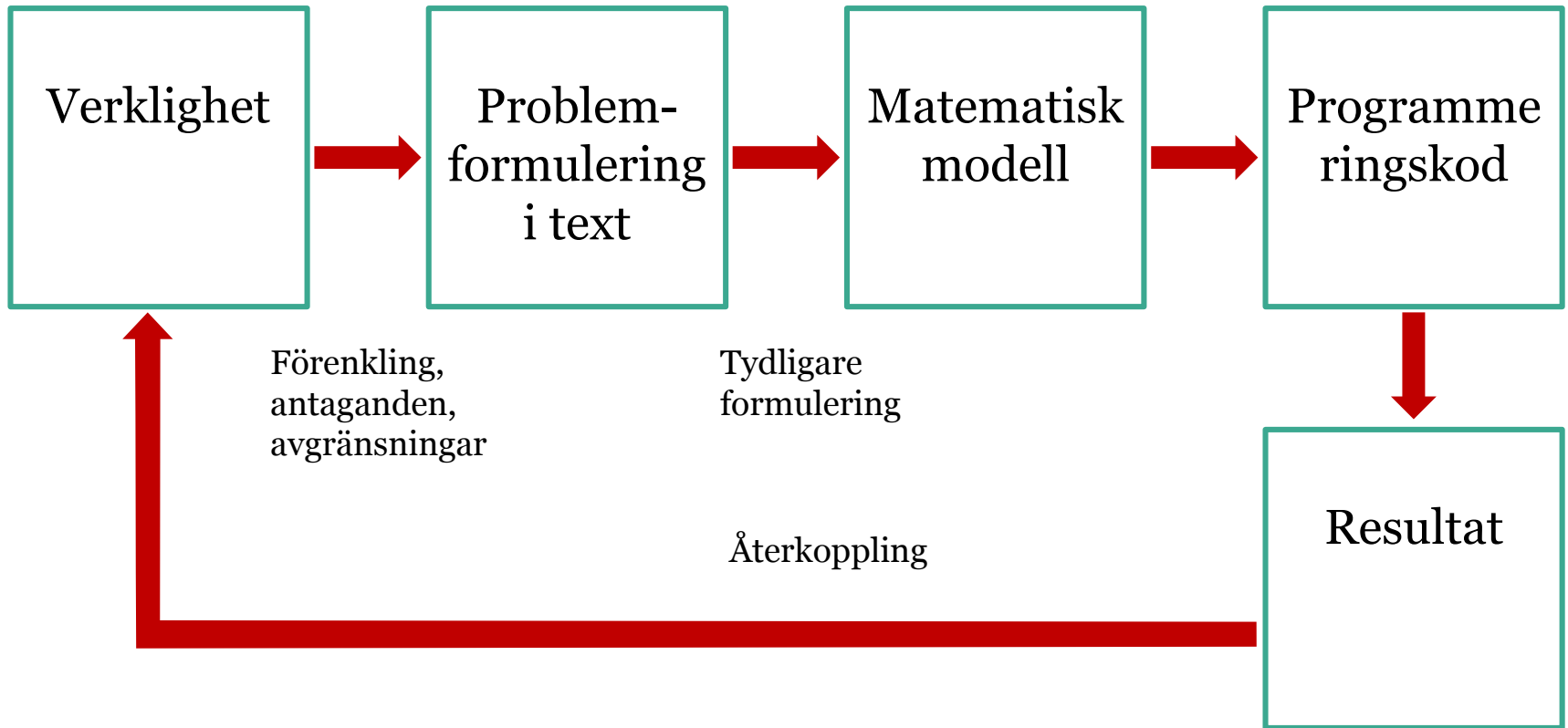
Hittills

- Föreläsning 1: kursadministration, intro: Vad är matematisk modellering?, historia, tillämpningsexempel, komplexitet
- Föreläsning 2: summering och index, matematisk modellering

Modell



Idag



Problemklassificering

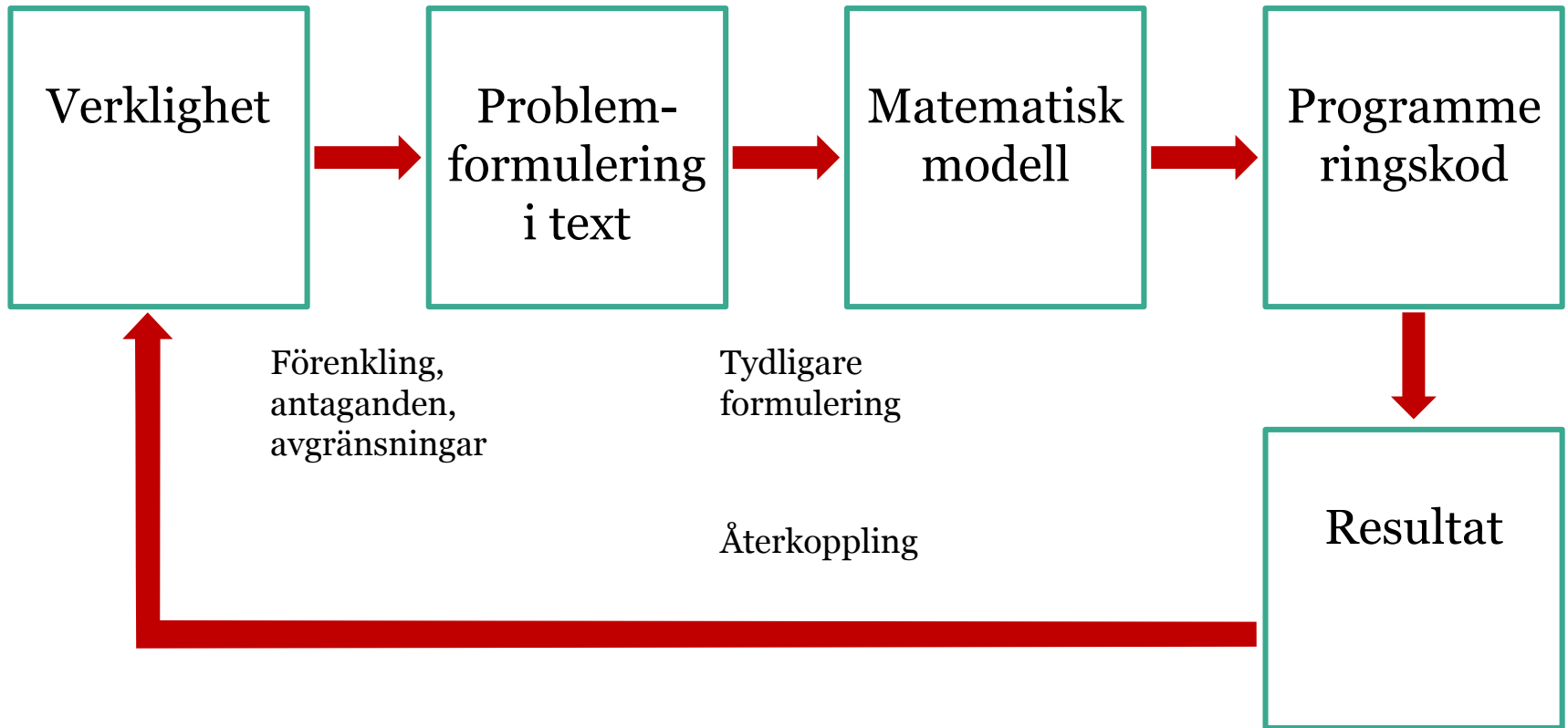
- Linjärprogrammering (LP)
 - Alla samband (målfunktionen, bivillkoren) är linjära
- Ickelinjär programmering
 - Vissa av sambanden är ickelinjära
- Heltalsproblem
 - Kan tillhöra båda kategorierna
 - Alla/några av variablerna kan bara anta diskreta värden
- Nätverksproblem
 - Tydlig struktur
 - Ofta geografiska
- Med mera...

Idag

- Linjärprogrammering (LP)
 - Alla samband (målfunktionen, bivillkoren) är linjära
- Ickelinjär programmering
 - Vissa av sambanden är icke linjära
- Heltalsproblem
 - Kan tillhöra båda kategorierna
 - Alla/några av variablerna kan bara anta diskreta värden
- Nätverksproblem
 - Tydlig struktur
 - Ofta geografiska
- Med mera...

LP-exempel: Kelloggs

Modell



Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 1

En första förenkling:

- 2 fabriker,
- 2 produkter: Corn Flakes (CF), All-Bran (AB)

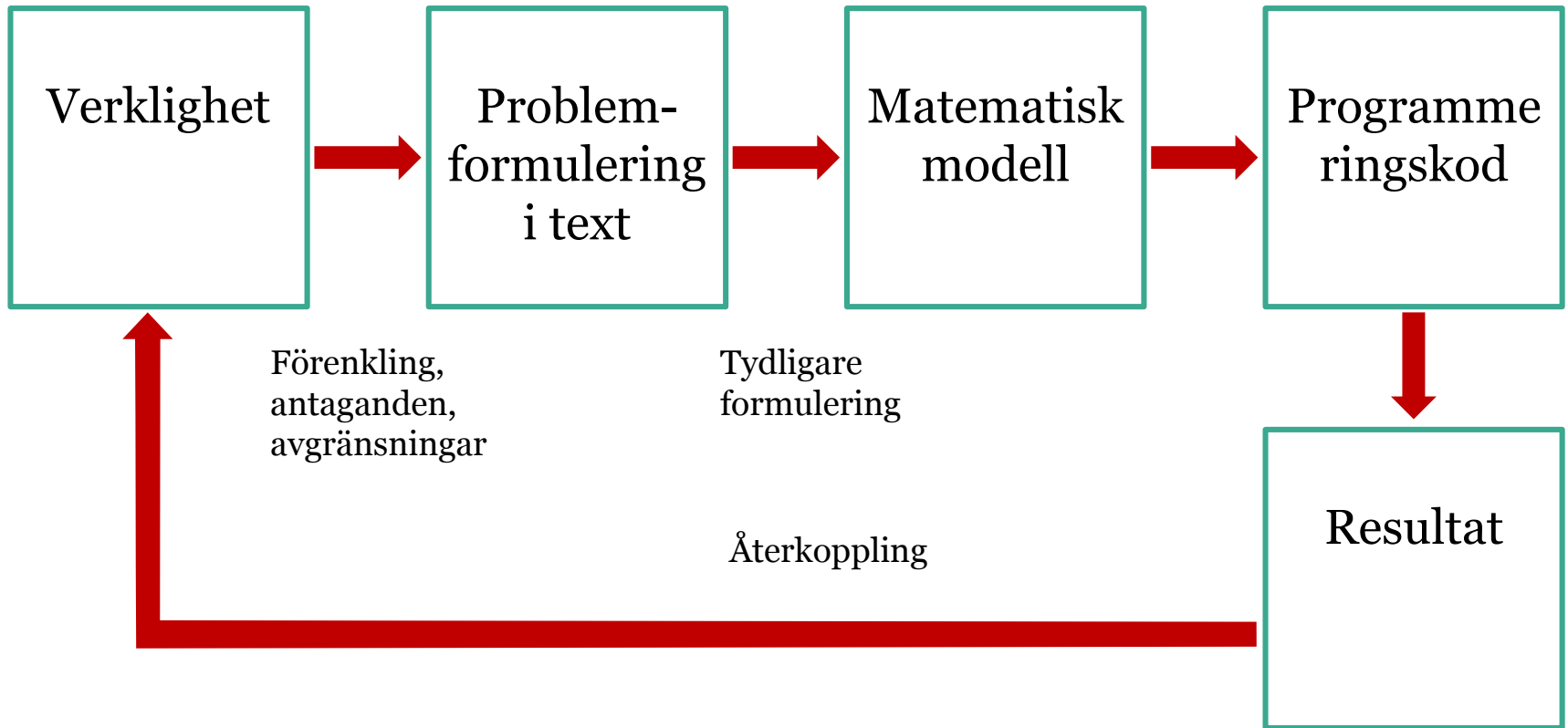
• efterfrågan:

Produkt:	Efterfrågan:
CF	100
AB	200

• produktionskapacitet och –kostnad:

Fabrik	Produkt	Kapacitet	Kostnad
1	CF	10	5
	AB	150	10
2	CF	110	7
	AB	50	11

Nu



Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 1

Variabler (det vi styr):

- $x_{p,f}$ = mängd av produkt p (antingen CF eller AB) som produceras i fabrik f (antingen 1 eller 2)

Parametrar (konstanta):

Produkt:	Efterfrågan:
CF	100
AB	200

Fabrik	Produkt	Kapacitet	Kostnad
1	CF	10	5
	AB	150	10
2	CF	110	7
	AB	50	11

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 2

Men!

- Kelloggs har fler fabriker än 2: 5 i Nordamerika (2001)
- Kelloggs har fler produkter än CF och AB: över 80 st (2001)

Vad tycker ni behöver ändras i modellen för att den ska kunna hantera de här utvidgningarna?

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 2

Generalisering av modellen:

Variabler:

- $x_{p,f}$ = mängd av produkt $p \in \{1, \dots, 80\}$ som produceras i fabrik $f \in \{1, \dots, 5\}$

Parametrar:

- $c_{p,f}$ = kostnad för att producera en enhet av vara p i fabrik f
- $u_{p,f}$ = produktionskapacitet i fabrik f av vara p
- d_p = efterfrågan på produkt p

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 3

Men!

- Produktionen är inte till mycket hjälp om inte produkterna levereras till kund.
- Kelloggs har 7 stycken distributionsanläggningar i Nordamerika, även de borde vara med i modellen.
- Efterfrågan borde flyttas från fabriker till distributionscentralerna.

Vad tycker ni behöver ändras i modellen för att den ska kunna hantera de här utvidgningarna?

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 3

Utöver det vi hade tidigare lägger vi in:

Variabler:

- $y_{p,f,i}$ = mängd av produkt $p \in \{1, \dots, 80\}$ som fraktas från fabrik $f \in \{1, \dots, 5\}$ till distributionscentral $i \in \{1, \dots, 7\}$

Parametrar:

- $c'_{f,i}$ = kostnad för att frakta en enhet från fabrik f till distributionscentral i
- $d_{p,i}$ = efterfrågan på produkt p i distributionscentral i

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 4

Men!

- Efterfrågan varierar från månad till månad, det borde modellen kunna beskriva.
- Distributionscentralerna kan lagra varor.

Vad tycker ni behöver ändras i modellen för att den ska kunna hantera de här utvidgningarna?

Kelloggs produktionsplanering, Modell nr 4

Utöver det vi hade tidigare lägger vi in:

Variabler:

- $l_{p,i,t}$ = mängd av produkt $p \in \{1, \dots, 80\}$ som lagras i distributionscentral $i \in \{1, \dots, 7\}$ mellan månad t och $t + 1$
- Variablerna för produktion (x) och transporter (y) beror nu även på vilken månad det är.

Parametrar:

- c'' = lagerkostnaden för att lagra en enhet
- Parametern för efterfrågan (d) beror nu även på vilken månad det är.

LP-exempel: Kelloggs

Vad var det här bra för?

Kelloggs produktionsplanering, KPS

- KPS = en LP modell som med (förvånansvärt) få utvecklingar, används för att planera Kelloggs globala produktion.
- KPS används på både kort (operativ planering) och lång sikt (strategisk planering).
- Implementerades i sin första form 1989 för Nordamerika (5 fabriker, 7 distributionsanläggningar, 80 produkter) och har successivt utvecklats sen dess.
- Beräknade besparingar (jämfört med tidigare planering) på uppemot 500 miljoner kr/år för produktionen i Nordamerika.

Gerald Brown, Joseph Keegan, Brian Vigus, Kevin Wood, (2001) The Kellogg Company Optimizes Production, Inventory, and Distribution. Interfaces 31(6):1-15

- Ytterligare filmklipp som kan vara intressanta som komplement är
- <https://www.youtube.com/watch?v=edSGBkf3rp8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=roV7WbMfF3I>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xFGaLrMYi9Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=7jEUFryI-hA>

www.liu.se