

NTNU

**OPTIMAL SPOTANMELDING**

En prototype for benchmarking i spotmarkedet | Gro Klæboe

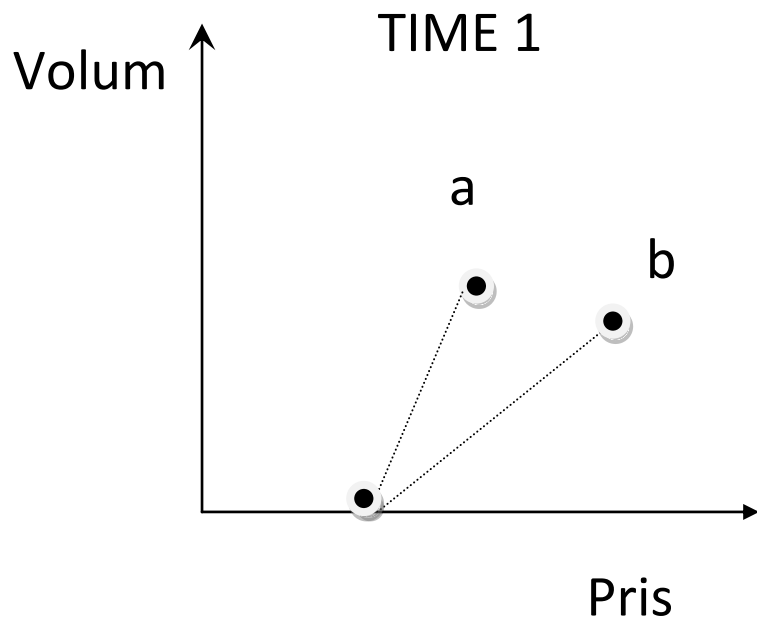
## Optimal spotanmelding – hva er det?

Budmatrisen bestemmer tilslag og forpliktelser i spotmarkedet

<b>Time/Budpris</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>...</b>
<b>Time 1</b>	0	50	75	150	165	
<b>Time 2</b>	0	0	0	75	150	
<b>Time 3</b>	0	0	0	75	150	
<b>Time 4</b>	0	0	0	75	150	

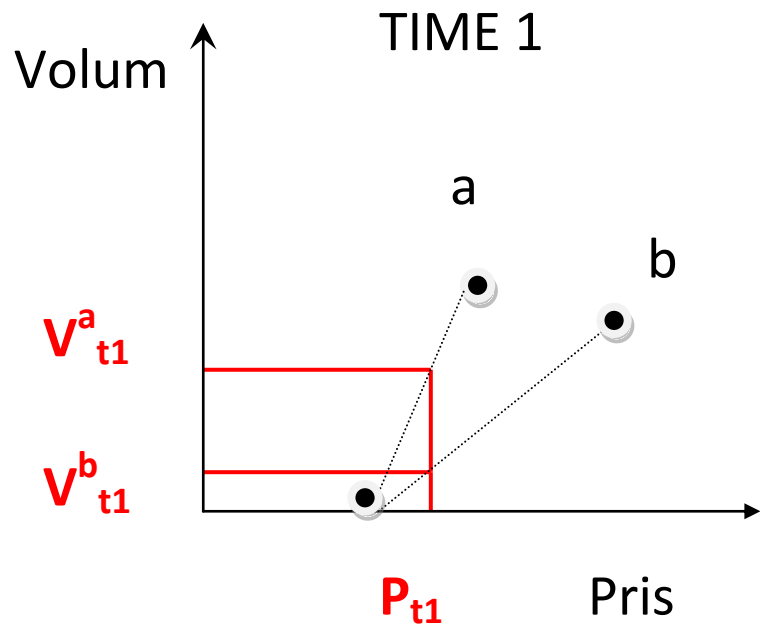
Optimal anmelding er den budmatrisen som gir høyest forventet profitt

# Hva er et (times)bud ?



Et bud er et pris-volum par som definerer produksjonen som en lineær interpolasjon av markedspris og budprisen

# A Hvordan påvirker budet profitten?



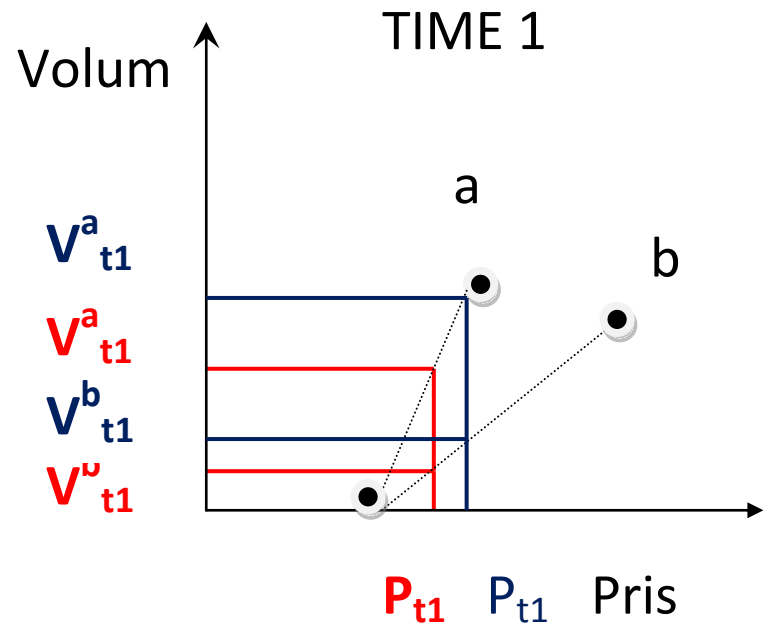
Budet bestemmer volumet som skal produseres til en gitt pris

$$Profit(a) = P_{t1} * V_{t1}^a - C(V_{t1}^a)$$

$$Profit(b) = P_{t1} * V_{t1}^b - C(V_{t1}^b)$$

(...)

# Hvordan finne forventet profitt?



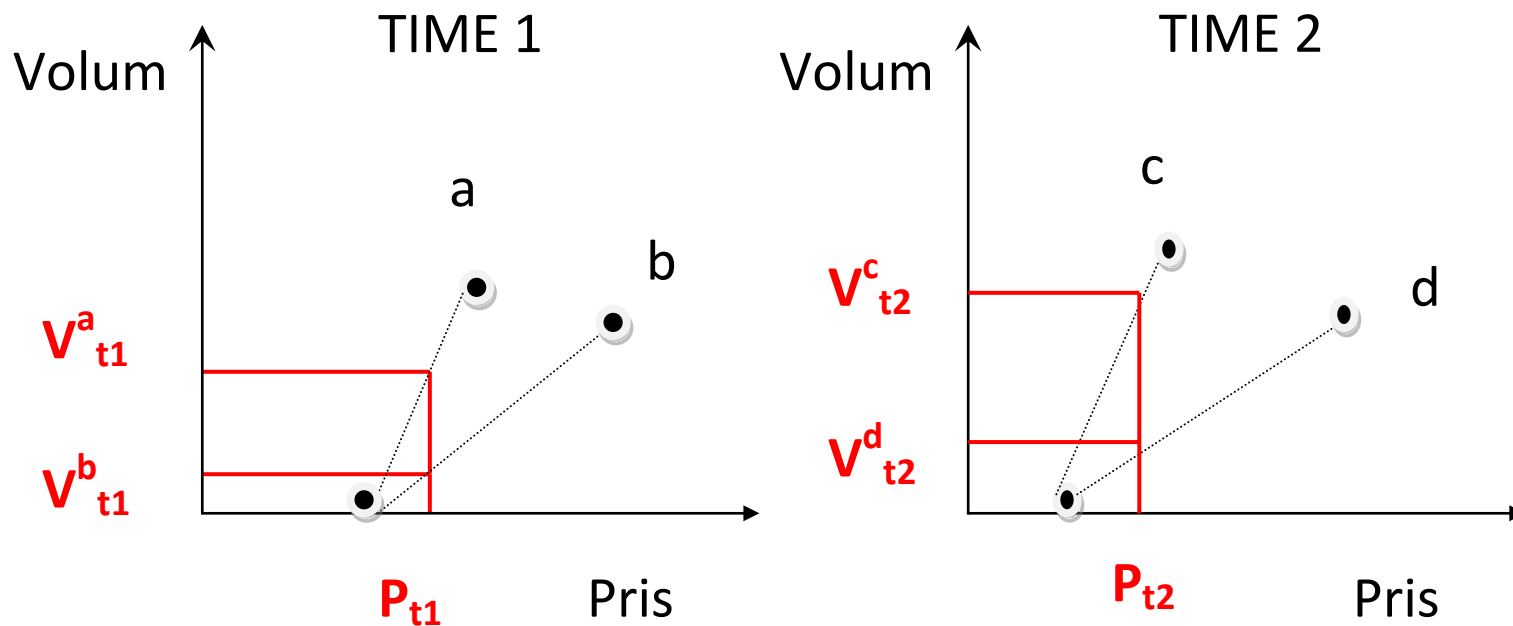
Multipliser profitt i hvert scenario med sannsynligheten

$$Profit(a) = prob(P_{t1} * V_{t1}^a - C(V_{t1}^a)) + prob(P_{t1} * V_{t1}^a - C(V_{t1}^a))$$

$$Profit(b) = prob(P_{t1} * V_{t1}^b - C(V_{t1}^b)) + prob(P_{t1} * V_{t1}^b - C(V_{t1}^b))$$

(...)

# Hvordan finne forventet profitt over døgnet?



$$Profit(a, c) = P_{t1} * V_{t1}^a + P_{t2} * V_{t2}^c - C(V_{t1}^a, V_{t2}^c)$$

$$Profit(a, d) = P_{t1} * V_{t1}^a + P_{t2} * V_{t2}^d - C(V_{t1}^a, V_{t2}^d)$$

$$Profit(b, c) = P_{t1} * V_{t1}^b + P_{t2} * V_{t2}^c - C(V_{t1}^b, V_{t2}^c)$$

(...)

# Formulering av anmeldingsproblemet

- **Beslutningsvariable:** Budpunkter
- **Objektivfunksjon:** Forventet profit
- **Metode:** (Lineær) matematisk programmering
- **Kostnadsfunksjon:**  $C(V_{t1}, V_{t2}, \dots)$  kan finnes ved hjelp av Shop/Sharm eller en forenklet modell
- **Output:** Budmatrise som maksimerer forventet profitt

# Utfordringer

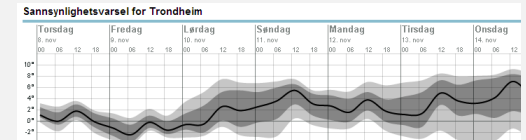
## Beskrivelse av fysiske forhold

- Virkningsgrader
- Fallhøyde effekter
- Startkostnader
- Minimumsproduksjon

Kobling  
til  
langtids  
modeller

## Beskrivelse av usikkerhet

- Pris
- Tilsig



## Optimal Anmelding

## Beskrivelse av budprosess

- Timesbud, blokkbud, linkede blokkbud...
- Valg av pris- og volumpunkter

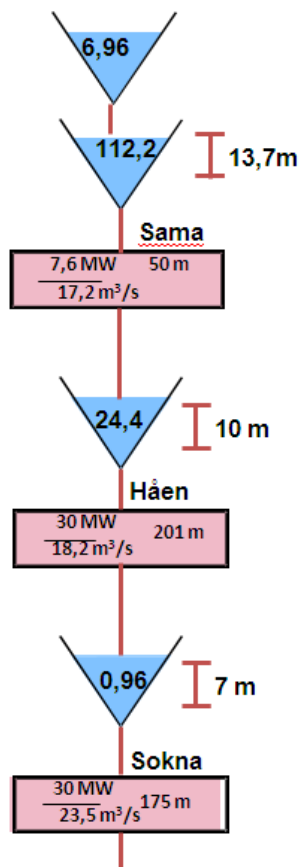
Regnetid

## Beskrivelse av marked

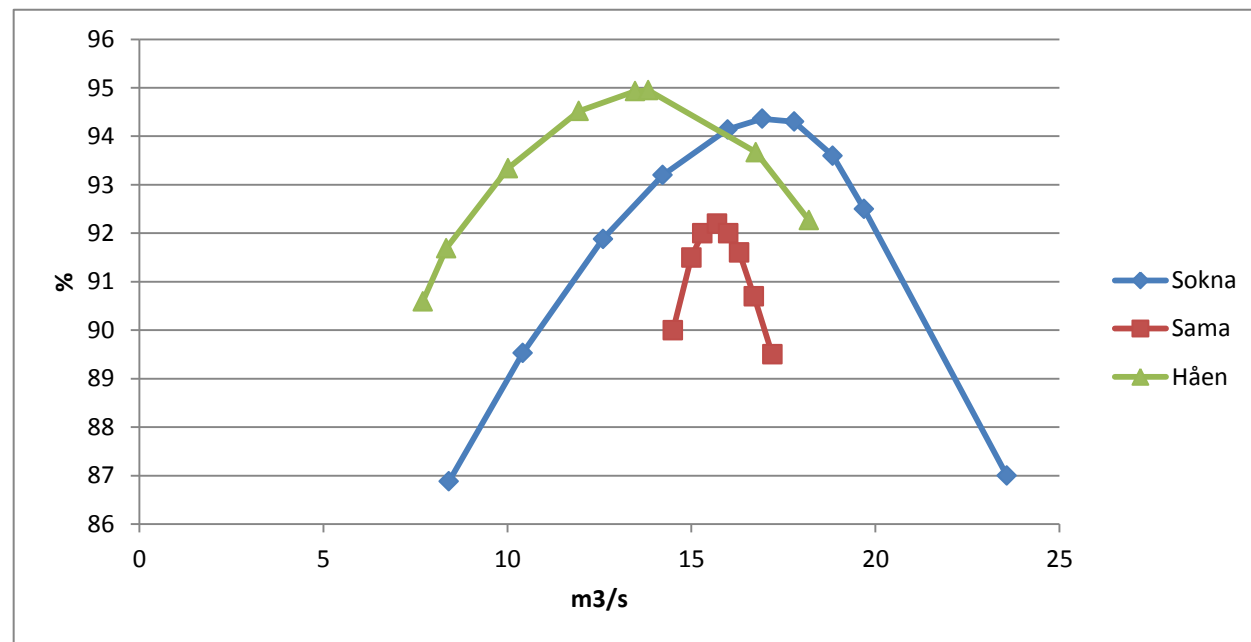
- Elspot
- Elbas
- Regulerkraft



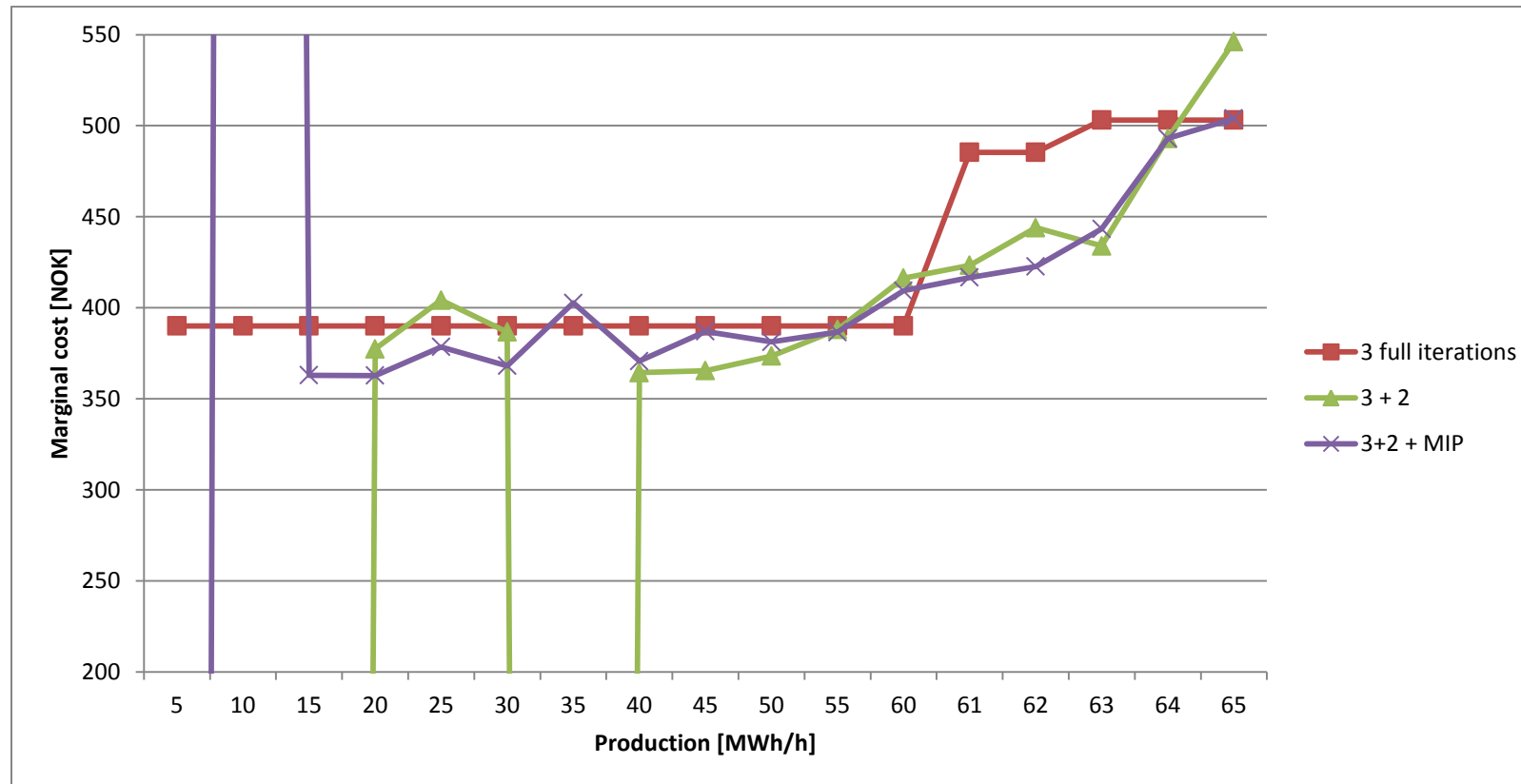
# Utfordringer ved kostnadsfunksjonen (via et eksempelvasdrag)



- Et enkelt vassdrag med økende slukeevne
- Vannverdi lik gjennomsnitt av prisen
- Lite tilsig



# Marginalkostnad ved lastøkning i en time



Marginalkostnaden er ikke kontinuerlig, glatt og uavhengig fra time-til-time.

# Prototype for anmelding – stokastisk optimering

## GAMS

### 1. stegs beslutning:

Maksimer forventet inntekt fra budgiving

gitt

approksimerte kostnader ved å dekke last

***Lastforpliktelse***

**Realisering  
av ulike  
prisscenarier**

***Marginalkostnader  
fra lastforpliktelse***

## SHOP

### 2. stegs beslutning

Finn billigste måte å dekke lastforpliktelse på

Marginalkostnader =

- Marginalkostnad for lastforpliktelse hvis  $prod > 0$
- Billigste bestpunktproduksjon for stasjon hvis  $prod = 0$



**NTNU**

Det skapende universitet

# Hva takler prototypen i sin nåværende form?

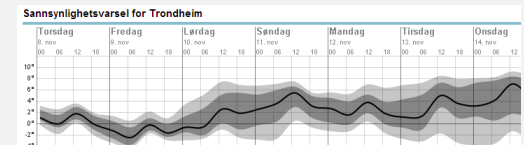
## Beskrivelse av fysiske forhold

- Virkningsgrader
- Fallhøyde effekter
- Startkostnader
- Minimumsproduksjon

**Kobling til**  
— langtids  
— modeller

## Beskrivelse av usikkerhet

- Pris
- Tilsig



**Optimal  
Anmelding?**

## Beskrivelse av budprosess

- Timesbud, blokkbud, ~~linkede blokkbud...~~
- Valg av pris- og volumpunkter

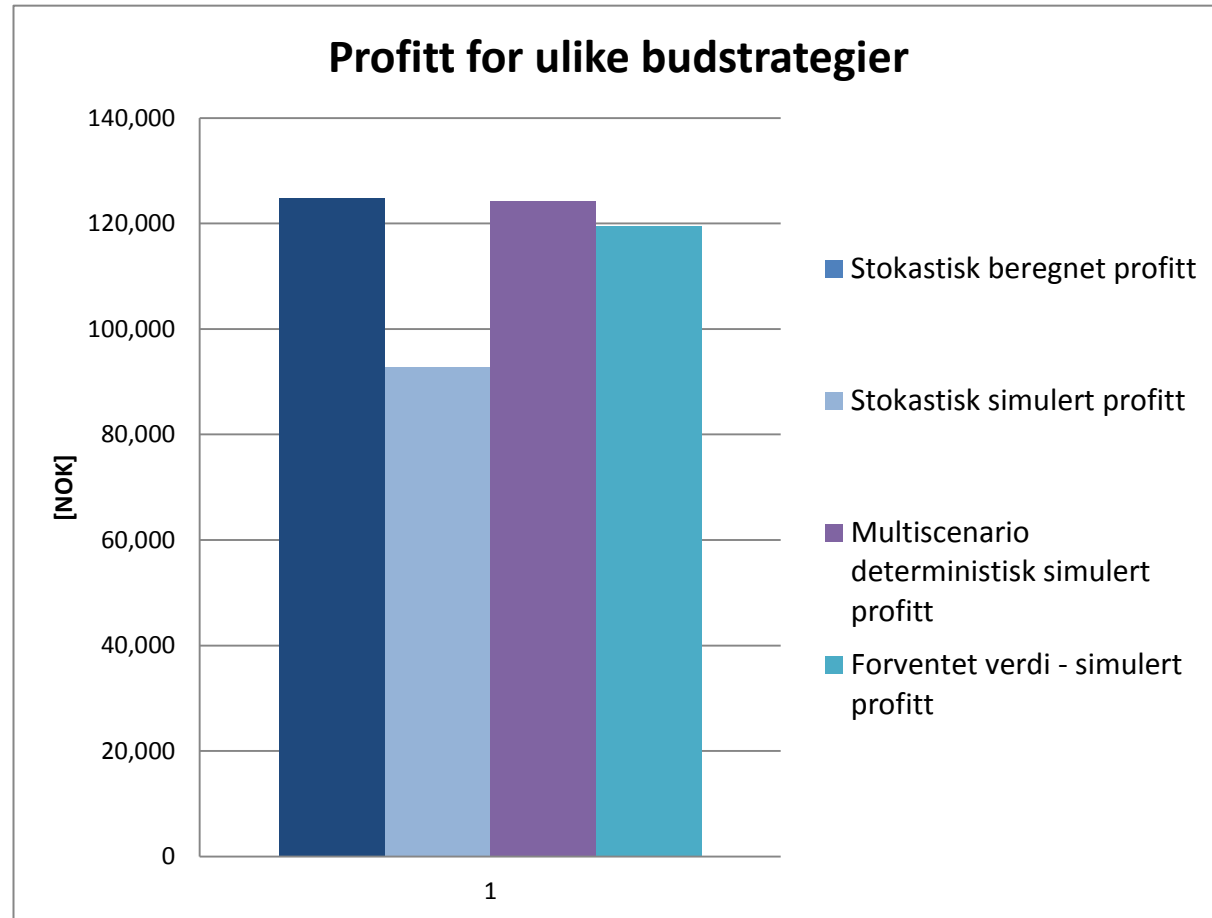
**Regnetid!**

## Beskrivelse av marked

- Elspot
- Elbas
- Regulerkraft

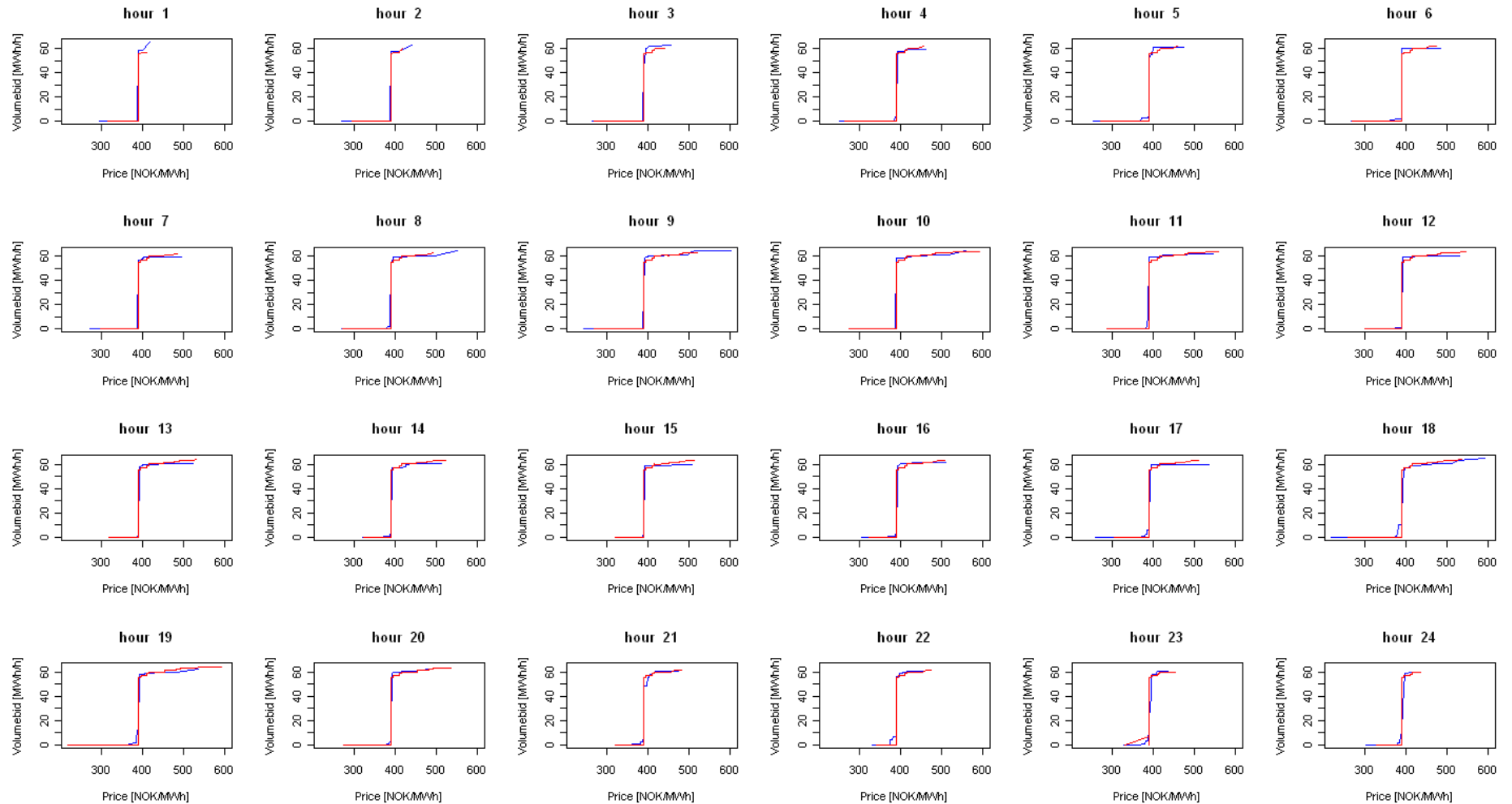
# Benchmarking av budstrategier

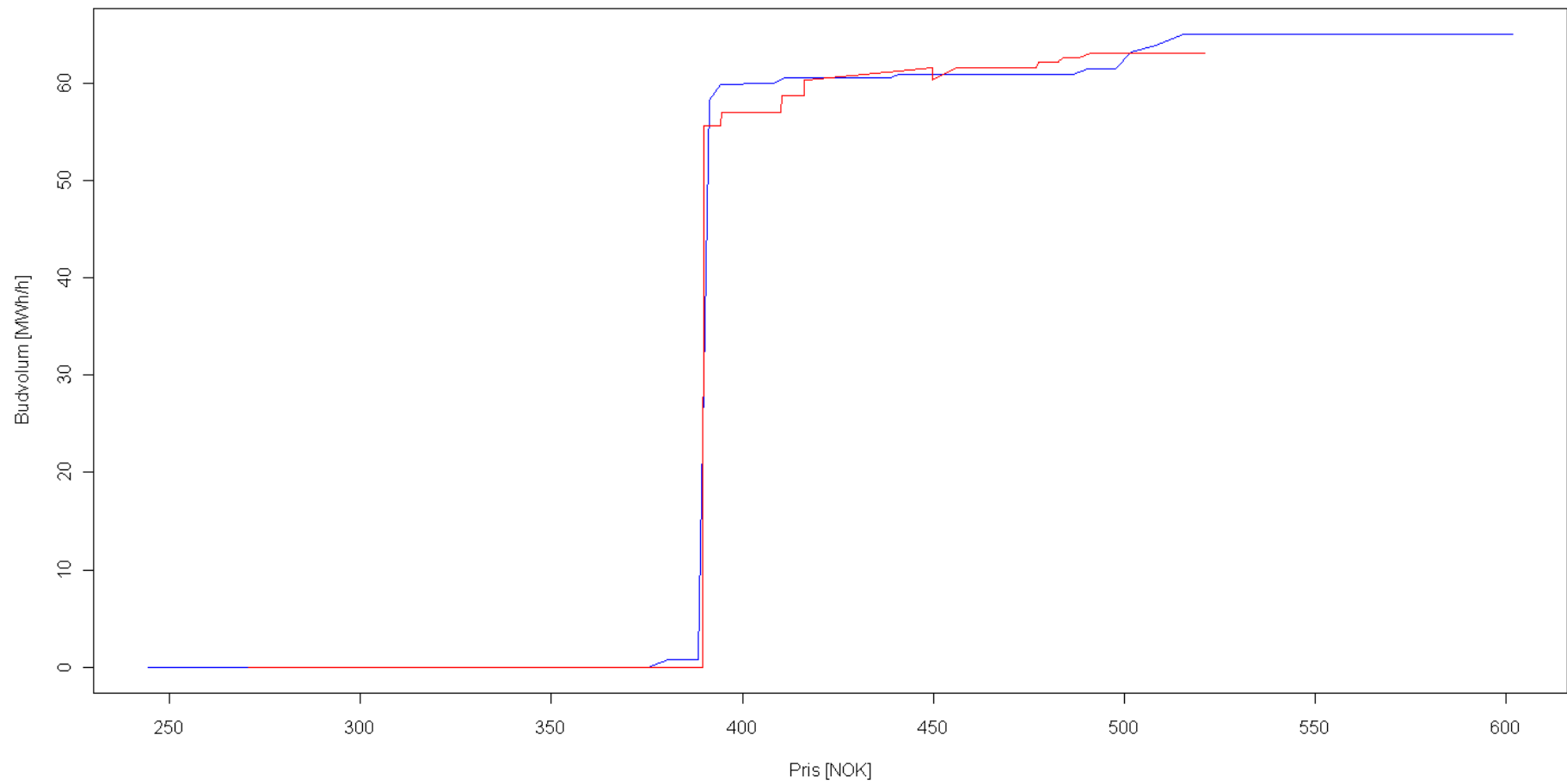
- Den stokastiske modellen kjøres med kun fulle iterasjoner i Shop, men simuleres med en detaljert modell
- Størrelsen på straffevariable spiller inn



# Konklusjoner

- Enkelt å formulere et stokastisk optimeringsproblem for anmelding
- Utfordrende å løse detaljert nok og med akseptabel regnetid
- I enkle vassdrag er det flere budgivingsstrategier som kan fungere godt
- En stokastisk modell vil ha verdi først når tidskoblingene er sterke
- Viktig å få med tekniske detaljer, slik at ikke vinninga går opp i forenklingene







# Prisscenarier

