



KTH Elektro-
och systemteknik

Kontrollskrivning 1 i EG2050 Systemplanering, 6 februari 2014, 9:00-10:00, Q31, Q33, Q34, Q36

Instruktioner

Studenter måste anlända till kontrollskrivningen inom 45 minuter efter skrivningens start. Ingen student får lämna skrivsalen före skrivningens slut.

Skriv alla svar på det bifogade svarsbladet. Några motiveringar eller beräkningar behöver inte redovisas. (Den som så önskar kan även lämna in fullständiga lösningar, men svarsbladet ska ändå alltid fyllas i!)

De tre kontrollskrivningar som ges under kursens gång motsvarar tillsammans del I på tentamen. För godkänt resultat krävs minst 33 poäng sammanlagt på kontrollskrivningarna.

Tillåtna hjälpmedel

Vid denna kontrollskrivning får följande hjälpmedel användas:

- Miniräknare utan information med anknytning till kursen.
- En **handskriven, enkelsidig** A4-sida med **egna** anteckningar (original, ej kopia). Denna sida skall lämnas in tillsammans med svarsbladet.

Uppgift 1 (4 p)

Besvara följande teorifrågor genom att välja *ett* alternativ, som du anser är korrekt.

a) (1 p) Vilken av följande påståenden tycker du bäst beskriver vilken funktion systemoperatören har på elmarknaden?

1. Systemoperatören köper el från producenter, återförsäljare eller en elbörs och säljer till konsumenter, återförsäljare eller en elbörs.
2. Systemoperatören är ansvarig för säker drift av elsystemet.
3. Systemoperatören är finansiellt ansvarig för systemet under en viss handelsperiod (t.ex. en timme) tillförs lika mycket energi som ens kunder förbrukat.

b) (2 p) På en centraliserad elmarknad gäller att I) Producenterna är fria att sälja till vilka andra producenter, återförsäljare och konsumenter som helst, II) All elhandel måste ske via en elbörs, III) Konsumenterna är fria att köpa från vilken producent eller återförsäljare som helst.

1. Inget av påståendena är sanna.
2. Endast I är sant.
3. Endast II är sant.
4. Endast III är sant.
5. I och III är sanna men inte II.

c) (1 p) Vissa elbörser tillåter s.k. blockbud. Vad innebär det?

1. Ett blockbud är ett köp- eller säljbud som gäller för en enda handelsperiod.
2. Ett blockbud är ett köp- eller säljbud som gäller flera handelsperioder, och som endast kan antas i sin helhet.
3. Ett blockbud är ett köp- eller säljbud som gäller för en enda handelsperiod, men som endast antas om samma aktör under denna handelsperiod även får sälja reglerkraft till systemoperatören.

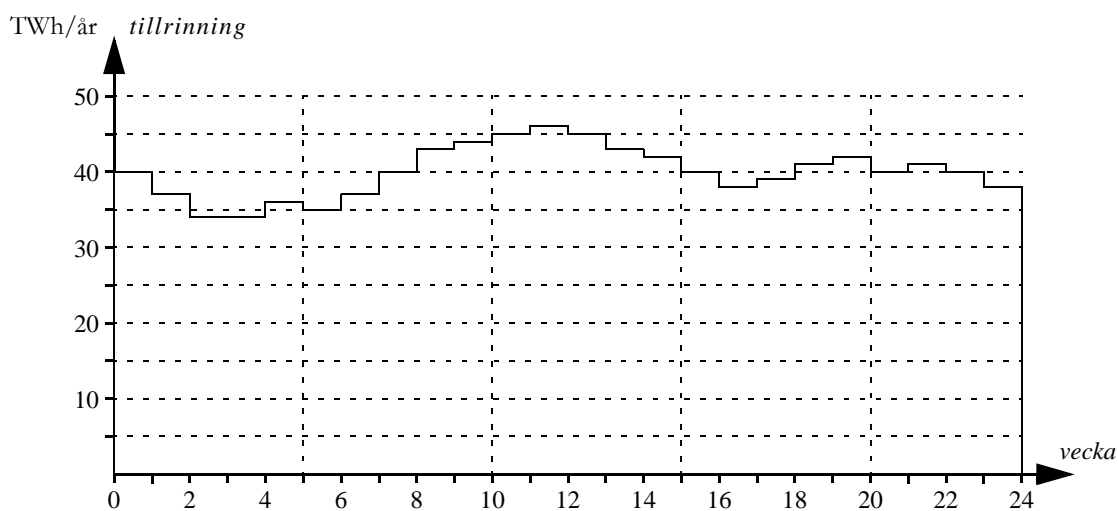
Uppgift 2 (6 p)

Elproduktionen i Land sker med vattenkraft, kärnkraft och kolkondens. Data för elproducenterna i Land ges i tabell 1. Den rörliga produktionskostnaden för kolkondensen antas vara linjära i det angivna intervallet; då produktionen är noll är priset på den lägsta nivån och vid maximal produktion är priset maximalt. Elförbrukningen i Land uppgår till 100 TWh/år.

Produktionskapaciteten i vattenkraften styrs av tillrinningen, som varierar från år till år. Varje vecka görs en prognos för hur stor tillrinningen kommer att bli de närmaste 12 månaderna. Figuren nedan visar hur denna prognos ändras under ett antal veckor. Antag att alla aktörer på elmarknaden i Land använder samma prognos för tillrinningen i vattenkraften och att det råder perfekt konkurrens, alla aktörer har perfekt information såväl som på tillrinningen, samt att det inte finns några nät-, magasin- eller effektbegränsningar.

Tabell 1 Data för elproducenterna i Land.

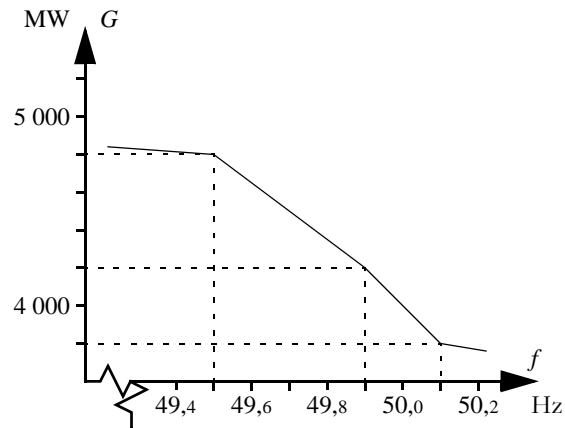
Kraftslag	Produktionskapacitet [TWh/år]	Rörlig kostnad [€/MWh]
Vattenkraft	Beror på tillrinningen	10
Kärnkraft	50	100
Kolkondens	30	300–540



- a) (2 p) Vilket elpris får man i Land i vecka 5?
- b) (2 p) Vilket elpris får man i Land i vecka 10?
- c) (2 p) Vilket elpris får man i Land i vecka 15?

Uppgift 3 (6 p)

Primärregleringen i Land är uppdelad i en normaldriftreserv och en störningsreserv, där den förra är till för att hantera normala variationer i t.ex. last och vindkraftproduktion, medan den senare är till för att hantera bortfall i större kraftverk. Normaldriftreserven är tillgänglig i frekvensintervallet 49,9–50,1 Hz och störningsreserven är tillgänglig i frekvensintervallet 49,5–49,9 Hz. Figuren nedan visar den totala elproduktionen i de reglerstyrkестyrda kraftverken som funktion av frekvensen.



- a) (2 p) Hur stor är reglerstyrkan i normaldriftreserven?
- b) (2 p) Hur stor är reglerstyrkan i störningsreserven?
- c) (2 p) Vid ett visst tillfälle uppstår ett fel i ett ställverk vid vattenkraftverket Språnget, vilket innebär att vattenkraftverket kopplas bort från nätet. Till följd av detta sjunker frekvensen i systemet från 49,95 Hz till 49,7 Hz. Hur stor var elproduktionen i Språnget då felet inträffade? (Utgå från att felet endast påverkade elproduktionen i Språnget, d.v.s. övriga kraftverk och lasten påverkades ej.)



KTH Elektro-
och systemteknik

Svarsblad

Namn:

Personnummer:

Uppgift 1

a) Alternativ är korrekt.

b) Alternativ är korrekt.

c) Alternativ är korrekt.

Uppgift 2

a) \varnothing /MWh b) \varnothing /MWh

c) \varnothing /MWh

Uppgift 3

a) MW/Hz b) MW/Hz

c) MW

Uppgift 1

- a) 2, b) 3, c) 2.

Uppgift 2

- a) Under vecka 5 tror elmarknadens aktörer att det kommer att finnas 35 TWh vattenkraft tillgängligt det närmaste året. Vattenkraft och kärnkraft kan då ge 85 TWh, vilket innebär att man behöver utnyttja 15/30 av prisintervallet för kolkondens, d.v.s. elpriset blir 420 $\text{€}/\text{MWh}$.
- b) Under vecka 10 tror elmarknadens aktörer att det kommer att finnas 45 TWh vattenkraft tillgängligt det närmaste året. Vattenkraft och kärnkraft kan då ge 95 TWh, vilket innebär att man behöver utnyttja 5/30 av prisintervallet för kolkondens, d.v.s. elpriset blir 340 $\text{€}/\text{MWh}$.
- c) Under vecka 15 tror elmarknadens aktörer att det kommer att finnas 40 TWh vattenkraft tillgängligt det närmaste året. Vattenkraft och kärnkraft kan då ge 90 TWh, vilket innebär att man behöver utnyttja 10/30 av prisintervallet för kolkondens, d.v.s. elpriset blir 380 $\text{€}/\text{MWh}$.

Uppgift 3

- a) För normaldrifreserven (d.v.s. i intervallet 49,9–50,1 Hz) gäller att $R = \Delta G/\Delta f = 400/0,2 = 2000 \text{ MW}/\text{Hz}$.
- b) För störningsreserven (d.v.s. i intervallet 49,5–49,9 Hz) gäller att $R = \Delta G/\Delta f = 600/0,4 = 1500 \text{ MW}/\text{Hz}$.
- c) Då Språnget kopplas bort är det först normaldrifreserven som ökar elproduktionen till dess att frekvensen sjunker till 49,9 Hz, d.v.s. dessa kraftverk ökar elproduktionen med $\Delta G_N = 2000 \cdot 0,05 = 100 \text{ MW}$. Därefter är det störningsreserven som ökar elproduktionen, vilket ger $\Delta G_S = 1500 \cdot 0,2 = 300 \text{ MW}$. Totalt har systemet alltså tillförts 400 MW och eftersom allt annat kunde betraktas som konstant, måste detta motsvara produktionsbortfallet i Språnget.