



KTH Elektro-  
och systemteknik

## Kontrollskrivning 3 i EG2050 Systemplanering, 6 mars 2014, 9:00-10:00, D32, D33, 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 5 (12 p)

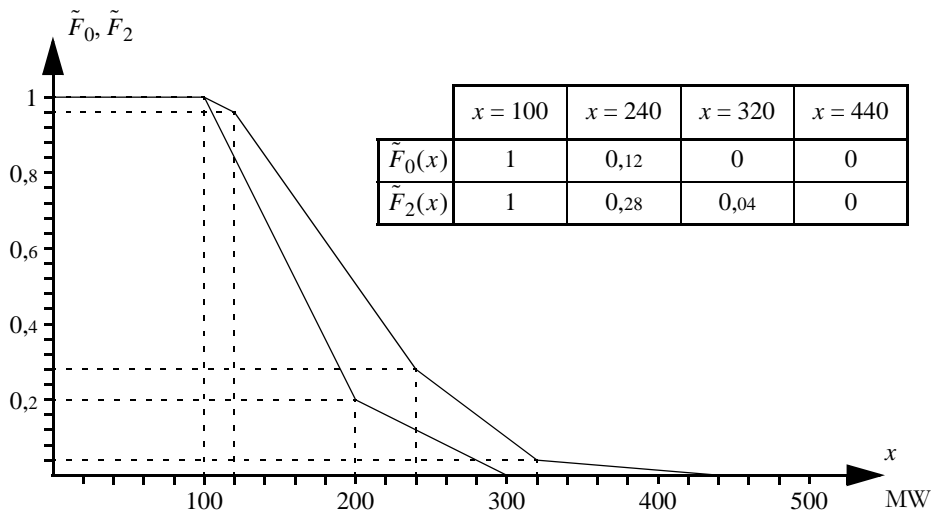
**a) (2 p)** Antag att man simulerat elmarknaden i Land med data för nästa år (d.v.s. kraftverkens tillgänglighet och driftkostnad samt lastens varaktighetskurva) och kommit fram till att *LOLP* är lika med 0,1%. Hur många timmars effektbrist får man i Land nästa år?

1. Det kommer att bli effektbrist under exakt 1 timme.
2. Det kommer att bli effektbrist under högst 8,76 timmar.
3. Det kommer att bli effektbrist under exakt 8,76 timmar.
4. Det kommer att bli effektbrist under minst 8,76 timmar.
5. Inget av alternativen 1–4 ovan är korrekt.

**b) (2 p)** Det nationella elnätet i Nchi försörjs av en vindkraftpark, tre vattenkraftverk samt ett termiskt kraftverk (se tabell 1). Figuren nedan visar varaktighetskurvan för den totala lasten i Nchi,  $\tilde{F}_0(x)$ , samt varaktighetskurvan för den ekvivalenta lasten då man inkluderat bortfall i vattenkraftverken och vindkraftparken  $\tilde{F}_2(x)$ .

Använd stokastisk produktionskostnadssimulering för att beräkna hur stor sannolikheten är att det finns ett behov av elproduktion från det termiska kraftverket.

*Tips:* Om det termiska kraftverket inte fanns skulle man få effektbrist då den tillgängliga produktionskapaciteten i vattenkraft och vindkraft är fullt utnyttjad.



**Tabell 1** Data för kraftverken i Nchi.

Kraftverk	Sammanlagd installerad effekt [MW]	Rörlig driftkostnad [€ / MWh]	Tillgänglighet [%]
Vindkraftparken Mlima	20	0	97*
Vattenkraftverk längs Mto-floden	220	0	99*
Oljekondenskraftverk i Jiji	60	500	90

\* Avser den tekniska tillgängligheten; den tillgängliga produktionskapaciteten beror även på väderförhållandena vid ett visst tillfälle.

**c) (3 p)** Den förväntade ickelevererade energin om man beaktar samtliga kraftverk i Nchi är 4,94 MWh/h. Beräkna den förväntade driftkostnaden per timme för elsystemet i Nchi.

**d) (3 p)** Antag att man önskar genomföra en Monte Carlo-simulering av elsystemet i Nchi. Använd den inversa transformmetoden för att slumpa fram ett värde på den tillgängliga kapaciteten i oljekondenskraftverket,  $\bar{G}$ . Utgå från slumptalet 0,4711 från en  $U(0,1)$ -fördelning. Beräkna även motsvarande slumptalskomplement,  $\bar{G}^*$ .

**e) (2 p)** Man önskar skatta väntevärdet  $E[X]$  med hjälp av en kombination av kontrollvariabelmetoden och stratifierad sampling. Antag att man definierat  $L$  stratum och låt  $\omega_h$  beteckna stratumvikten för stratum  $h$ . Inför beteckningen  $x_{h,i}$  för den  $i$ :te observationen av  $X$  från stratum  $h$  och låt  $z_{h,i}$  beteckna den  $i$ :te observationen från stratum  $h$  av kontrollvariabeln,  $Z$ . Totalt har man gjort  $n$  observationer, och vi använder beteckningen  $n_h$  för antalet observationer från stratum  $h$ . Hur beräknas skattningen  $m_X$ ?

$$1. m_X = \frac{1}{n} \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} \omega_h x_{h,i} + E[Z].$$

$$2. m_X = \frac{1}{n} \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} \omega_h z_{h,i} + E[Z].$$

$$3. m_X = \sum_{h=1}^L \frac{\omega_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} z_{h,i} + E[Z].$$

$$4. m_X = \sum_{h=1}^L \frac{\omega_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} (x_{h,i} - z_{h,i}) + E[Z].$$

$$5. m_X = \sum_{h=1}^L \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \omega_h x_{h,i} z_{h,i} + E[Z].$$

Lösningsslag till kontrollskrivning i EG2050 Systemplanering, 6 mars 2014.

### Uppgift 5

- a) 5.  
 b) Varaktighetskurvan för den ekvivalenta lasten inklusive bortfall i vind- och vattenkraft anger sannolikheten att lasten överskrider den tillgängliga produktionskapaciteten (vilket alltså innebär att det finns ett behov av elproduktion i det termiska kraftverket):

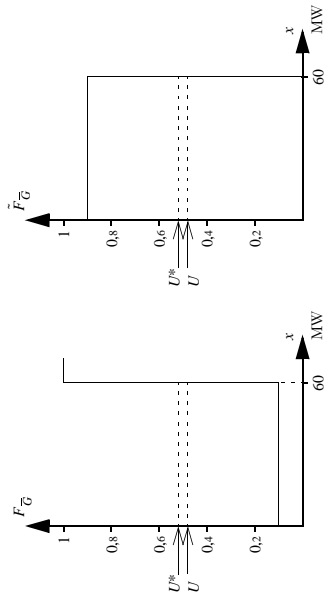
$$\tilde{F}_2(240) = 28\%.$$

- c) Den förväntade elproduktionen i oljekondenskraftverket är

$$EG_3 = EENS_2 - EENS_3 = \int_{240}^{\infty} \tilde{F}_2(x) dx - 4,94 = \frac{0,28 + 0,04}{2} \cdot 80 + \frac{0,04}{2} \cdot 120 - 4,94 = 10,26 \text{ MWh/h.}$$

Den förväntade driftkostnaden blir således  $ETOC = 500EG_3 = 5130$  ö/h.

- d) Om man ritat fördelningsfunktionen eller varaktighetskurvan för  $\bar{G}$  är det lätt att se att  $U = 0,4711$  och  $U^* = 1 - U$  bägge transformerar till 60, d.v.s.  $\bar{G} = 60$  och  $\bar{G}^* = 60$ .



- e) 4.