



KTH Elektro-
och systemteknik

Kontrollskrivning 2 i EG2050 Systemplanering, 26 februari 2014, 13:00-14:00, 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!)

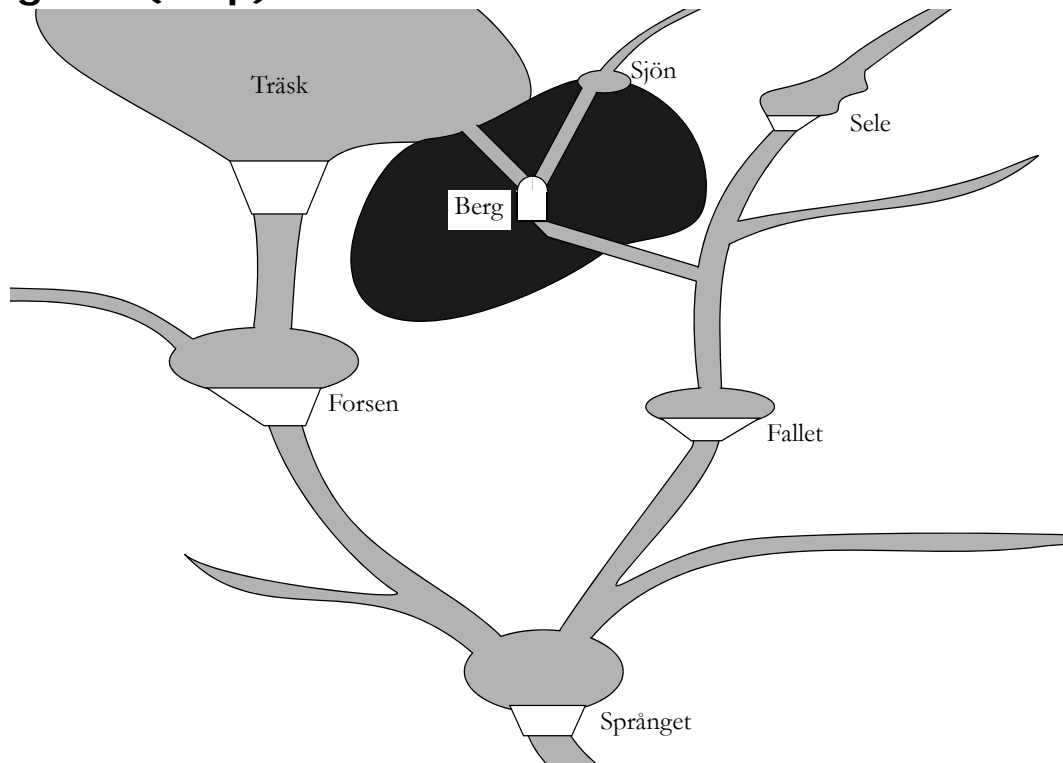
De tre kontrollskrivningar som ges under kursens gång motsvarar tillsammans del I på tentamen. För godkänt resultat krävs minst 33 poäng sammanlagt på kontrollskrivningarna.

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 4 (12 p)



AB Vattenkraft äger fem vattenkraftverk lokaliserade som i figuren ovan. Berg är ett underjordiskt pumpkraftverk, som kan användas på tre olika sätt:

- Vatten från Träsk tappas genom turbinerna i Berg.
- Vatten från Sjön tappas genom turbinerna i Berg.
- Vatten från Träsk pumpas via Berg till Sjön.

Notera att vatten som tappas genom i turbinerna i Berg släpps ut i Fallets vattenmagasin, medan vatten som spills från Träsk går via den naturliga älvfåran till Forsen. Vattenmagasinet Sjön saknar helt spillvägar, d.v.s. det enda sättet att sänka vattennivån i Sjön är att tappa vatten via Berg!

I ett korttidsplaneringsproblem för dessa kraftverk har man infört följande beteckningar:

Index för vattenmagasinen: Träsk 1, Sjön 2, Sele 3, Forsen 4, Fallet 5, Språnget 6.

- D_t = avtalad last timme t , $t = 1, \dots, 24$,
- $M_{i,0}$ = innehåll i magasin i vid planeringsperiodens början, $i = 1, \dots, 6$,
- $M_{i,t}$ = innehåll i magasin i vid slutet av timme t , $i = 1, \dots, 6$, $t = 1, \dots, 24$,
- \bar{M}_i = maximalt innehåll i magasin i , $i = 1, \dots, 6$,
- $\mu_{i,j}$ = marginell produktionsekvivalent för tappning från magasin i , segment j ,
 $i = 1, \dots, 6$, $j = 1, 2$,
- γ_P = produktionsekvivalent för pumpning från Träsk till Sjön (observera att
 $\gamma_P < 0$, eftersom man förbrukar el vid pumpning),
- $Q_{i,j,t}$ = tappning från magasin i , segment j , under timme t ,
 $i = 1, \dots, 6$, $j = 1, 2$, $t = 1, \dots, 24$,
- Q_{Pt} = pumpning från Träsk till Sjön under timme t , $t = 1, \dots, 24$,
- $\bar{Q}_{i,j}$ = maximal tappning från magasin i , segment j , $i = 1, \dots, 6$, $j = 1, 2$,
- \bar{Q}_P = maximal pumpning från Träsk till Sjön,
- $S_{i,t}$ = spill från magasin i under timme t , $i = 1, 3, \dots, 6$, $t = 1, \dots, 24$,
- \bar{S}_i = maximalt spill från magasin i , $i = 1, 3, \dots, 6$,
- $V_{i,t}$ = lokal tillrinning till magasin i under timme t , $i = 1, \dots, 6$, $t = 1, \dots, 24$.

a) (5 p) AB Vattenkraft säljer el till den lokala elbörsen, ElKräng. Kl. 13:00 meddelar ElKräng vilka bud som antagits och därmed vet AB Vattenkraft hur mycket de behöver producera varje timme nästa dag. Deras korttidsplaneringsproblem går nu ut på att maximera värdet av sparad vatten samtidigt som man levererar den avtalade lasten. Formulera lastbalansbivillkoret i detta korttidsplaneringsproblem. Använd beteckningarna ovan.

Tips: Du kan anta att de övriga delarna av korttidsplaneringsproblemet är formulerade så att Berg endast kan användas på ett av de ovan beskrivna sätten i taget. Det finns således bivillkor som förhindrar att t.ex. $Q_{1,1,t} > 0$ samtidigt som $Q_{2,1,t} > 0$.

b) (5 p) Formulera det hydrologiska bivillkoret för Fallet, timme t . Rinntiden mellan kraftverken kan försummas. Använd beteckningarna ovan.

c) (2 p) I ett korttidsplaneringsproblem för ett termiskt kraftverk har man infört följande variabler och parametrar:

- C^* = startkostnad om kraftverket startas efter en timmes driftstopp,
- C^{**} = startkostnad om kraftverket startas efter minst två timmars driftstopp,
- G_t = elproduktion i kraftverket under timme t ,
- s_t^* = start av kraftverket under timme t efter en timmes driftstopp (1 om kraftverket startas efter en timmes driftstopp, annars 0),
- s_t^{**} = start av kraftverket under timme t efter minst två timmars driftstopp (1 om kraftverket startas efter mer än en timmes driftstopp, annars 0),
- u_t = driftstatus under timme t (1 om kraftverket är i drift, 0 om det inte är i drift),
- β = rörlig produktionskostnad.

Man har valt följande målfunktion för planeringsproblemet:

$$\text{minimera} \quad \sum_{t \in \mathcal{T}} (\beta G_t + C^* s_t^* + C^{**} s_t^{**}).$$

För att s_t^* och s_t^{**} ska få korrekta värden behövs två linjära bivillkor. Det första bivillkoret tvingar s_t^{**} att bli lika med ett om kraftverket är i drift timme t , men varit ur drift timme $t-1$ respektive $t-2$:

$$s_t^{**} \geq u_t - u_{t-1} - u_{t-2}.$$

Det andra bivillkoret ska tvinga s_t^* att bli lika med ett om kraftverket är i drift timme t respektive $t-2$, men varit ur drift timme $t-1$. Vilka av följande uttryck kan användas för det andra bivillkoret?

I) $s_t^* \geq u_t - u_{t-1} - s_t^{**}.$

II) $s_t^* \geq u_t - u_{t-1} - u_{t-2}.$

III) $s_t^* - u_{t-2} \geq u_t - u_{t-1}.$

1. Inget av alternativen är korrekt.
2. Endast alternativ I är korrekt.
3. Endast alternativ II är korrekt.
4. Endast alternativ III är korrekt.
5. Man kan välja mellan att använda alternativ I och alternativ II.



**KTH Elektro-
och systemteknik**

Svarsblad

Namn:

Personnummer:

Uppgift 4

a)
.....

b)
.....

c) Alternativ är korrekt.

Lösningsslag till kontrollskrivning i EG2050 Systemplanering, 26 februari 2014.

Uppgift 4

$$\text{a) } \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^2 \mu_{i,j} Q_{i,j,t} + \gamma P Q_{PI} = D_t.$$

$$\text{b) } M_{5,t} = M_{5,t-1} + V_{5,t} + Q_{1,1,t} + Q_{1,2,t} + Q_{2,1,t} + Q_{2,2,t} + Q_{3,1,t} + Q_{3,2,t} + S_{3,t} - Q_{5,1,t} - Q_{5,2,t} - S_{5,t}$$

c) 2.