



Kursprogram vårterminen 2021

På grund av situationen kring Covid-19 ges denna kursomgång helt och hållet digitalt. Senaste nytt om kursen meddelas på Canvas (kth.instructure.com). Det går också bra att kontakta de inblandade lärarna:

Mikael Amelin (examinator, föreläsare)

Tel.: 08 - 790 7755

E-post: amelin@kth.se

Lennart Söder (föreläsare)

Tel.: 08 - 790 8906

E-post: lsod@kth.se

Assistans med administrativa frågor, t.ex. kursregistrering och tentamensanmälan, sköts av EECS-skolans studentservice (<http://www.kth.se/eecs/student-support>).

Lärandemål

Syftet med kursen är att deltagarna ska lära sig metoder och modeller för att drift, planering och analys av elproduktion. Innehållet i kursen omfattar bakgrundsinformation om hur elmarknader kan utformas, beräkningstekniker (t.ex. tillämpad optimeringslära och tillförlitlighetsanalys) samt exempel från verkligheten.

För att bli godkänd på kursen ska deltagarna visa att de kan

- beskriva principerna för hur en elmarknad kan vara organiserad,
- utföra överslagsberäkningar på elpriser, samt analysera vilka faktorer som har stor betydelse för prisbildningen på en elmarknad och vilken påverkan dessa faktorer har för t.ex. producenter och konsumenter,
- förklara hur balansen mellan produktion och konsumtion upprätthålls i ett elsystem, beräkna hur frekvensen påverkas av olika händelser i elsystemet, samt utforma frekvensregleringen så att elsystemet har tillräckligt stora marginaler,
- formulera korttidsplaneringsproblem för vatten- och värmekraftsystem,
- tillämpa stokastisk produktionskostnadssimulering och Monte Carlo-simulering för att beräkna förväntad driftkostnad och risk för effektbrist på en elmarknad, samt använda simuleringsresultaten för att bedöma konsekvenserna av olika åtgärder på en elmarknad,
- ge en kort muntlig presentation av lösningen till ett problem inom drift och planering av elproduktion.

Kursregistrering

För att få tillgång till kursen på Canvas måste du vara registrerad på kursen. De flesta studenter kan själva kursregistrera sig via KTH Mina sidor. Kontakta studentservice om det skulle vara något problem.

Läraktiviteter

För att uppnå kursmålen så krävs det ett visst arbete från dig som student. Du kan i stor utsträckning bestämma själv hur du vill lägga upp dina studier, men det är förstås viktigt att du planerar ditt arbete så att du kan genomföra examinationen (se nedan) på de tider som finns tillgängliga.

Följande läraktiviteter erbjuds i kursen:

- **Föreläsningar.** Teorin i kursen går igenom på inspelade föreläsningar, som finns tillgängliga i Canvas. De inspelade föreläsningarna är på engelska, men alla föreläsningsanteckningar finns även på svenska.
- **Övningar.** Under kursens gång erbjuds övningstillfällen via Zoom. Vid dessa övningstillfällen kan studenterna ställa frågor. Dessutom kommer studenterna att arbeta med små uppgifter, som löses under övningens gång och som ger möjlighet att testa sig själv på de grundläggande definitionerna och beräkningsmetoderna som krävs för att bli godkänd i kursen. Det viktiga är således inte att svara rätt på dessa frågor, utan att du lär dig något (gärna i samarbete med dina kurskamrater).
- **Självstudier.** Den viktigaste litteraturen i denna kurs är kompendiet "*Effektiv drift och planering av elsystem*". Kompendiet består av ett teorihäfte och ett övningshäfte. Teorihäftet täcker samma material som föreläsningarna (se läsanvisningen i tabell 1).. I övningshäftet finns uppgifter samt lösningar. Bägge delarna i kompendiet finns på kursens webbsida.

Tabell 1 Schema samt läsanvisningar..

Föreläsning	Ämnen	Föreläsning/övning	Kompendium	
			11:e upplagen (2011)	Ny upplaga/övningshäfte
	Introduktion	Tisdag 19 januari, 13–15	–	–
L1–2	Elmarknader	Torsdag 21 januari, 10–12	2	2
L3–4	Prisbildning på elmarknader		3	3
L4	Presentationsteknik.		Separat kompendium.	
L5–6	Frekvensreglering		4	5
L7	Linjärprogrammering.	Måndag 8 februari, 10–12	5.1, appendix A	Appendix A.1–A.3
L8–10	Korttidsplanering		5.2–5.4, appendix B	6, appendix A.4
Datorövning	GAMS-programmering	Måndag 15 februari, 13–15	Appendix B	Appendix A.4
L11	Syfte med elmarknadssimulering. Repetition av stokastiska variabler.	Måndag 22 februari, 10–12	6.1, appendix C	8, appendix B
L12–14	Stokastisk produktionskostnads-simulering		6.2.1–6.2.4	9
L15–L17	Monte Carlo-simulering		6.3.1–6.3.3	10

Funktionsnedsättning

Om du har en funktionsnedsättning kan du få stöd via Funka, KTH:s samordnare för studenter med funktionsnedsättning, se <https://www.kth.se/student/studentliv/funktionsnedsattning>. Informera dessutom kursledaren om du har särskilda behov som inte gäller skriftlig tentamen. Visa då upp intyg från Funka.

- Stödsatser under kod R (dvs. anpassningar som rör rum, tid och fysisk omständighet) är generellt beviljade av examinator.

- Stödinsatser under kod P (pedagogisk anpassning) kan beviljas eller avslås av examinator efter att du ansökt i enlighet med KTH:s regler. Normalt beviljas även stödinsatser under kod P.

För eventuella frågor angående funkarutinen kontakta studentservice.

Examination

Examinationen i den här kursen är uppdelad i två moment: tentamen (TEN₁) och projektuppgifter (PRO₁). Man måste ha avslutat bägge dessa moment för att få slutbetyg i kursen. Betygsskalan för tentamen är godkänd eller underkänd, vilket innebär att slutbetyget i kursen är lika med betyget på projektuppgifterna.

Observera att i alla examinationsmoment ingår muntliga förhör via Zoom. Vid dessa muntliga förhör måste studenterna använda webbkamera och kunna visa upp giltig fotolegitimation. Det är också viktigt att sitta på en plats där man inte blir störd – det är inte tillåtet att kommunicera med någon annan under förhöret – och där man har en stabil internetuppkoppling.

I examinationen ingår två typer av uppgifter:

- **Grundläggande uppgifter.** Uppgiftslydelsen är relativt kort och det finns en direkt fråga. Uppgifterna kan omfatta beräkningar, korta teorifrågor och flervalsfrågor.
- **Avancerade uppgifter.** Uppgiftslydelsen är relativt lång. Studenten måste identifiera problemet utifrån texten, välja en lämplig lösningsmetod och kunna diskutera vilka slutsatser som kan dras från resultaten.

Betygskriterierna framgår av tabell 2. Med bekanta problem åsyftas uppgifter som har gått igenom på föreläsningar, i kurslitteraturen eller på seminarier. Med nya problem åsyftas uppgifter som kan lösas med de metoder som gått i genom i kursen, men som inte tidigare ingått i kursmaterialet. Dessutom kan nya avancerade problem kräva att studenterna anpassar modeller och metoder till nya förutsättningar och att studenterna kan se kopplingar mellan olika ämnen inom kursen, t.ex. genom att formulera ett optimeringsproblem för att lösa en uppgift om frekvensreglering. Avancerade uppgifter kan också avsiktligt formuleras så att det finns mer än en möjlig lösning, vilket innebär att det inte bara är lösningen i sig som bedöms utan även motiveringen till den valda lösningen.

Tabell 2 Betygskriterier.

Betyg	Krav	Examination
E	<ul style="list-style-type: none"> • Förmåga att avgöra om påståenden om elmarknader är sanna eller falska. • Förmåga att lösa grundläggande problem om prisbildning, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader. • Förmåga att ge en kort presentation om problem inom drift och planering av elproduktion samt att diskutera lösningarna med andra studenter. 	Tentamen
		Tentamen
		Projektuppgifterna
D	Som för E och dessutom <i>förmåga att lösa avancerade men bekanta problem</i> om prisbildning, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.	Projektuppgift CD
C	Som för E och dessutom <i>mycket god förmåga att lösa avancerade men bekanta problem</i> om prisbildning, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.	Projektuppgift CD
B	Som för E och dessutom <i>förmåga att lösa nya avancerade problem</i> om prisbildning, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.	Projektuppgift AB
A	Som för E och dessutom <i>mycket god förmåga att lösa nya avancerade problem</i> om prisbildning, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.	Projektuppgift AB

Tentamen

I den här kursomgången är tentamen muntlig. Under läsåret 20/21 erbjuds tre tillfällen att göra den muntliga tentamen, dels under kursens gång (denna examination kommer att vara uppdelad i tre delar) och dels i den ordinarie tentamensperioden i mars samt i omtentamensperioden i juni. I visat det preli-

minär schemat för de muntliga tentamina. Instuderingsuppgifterna publiceras på Canvas och studenterna bokar redovisningstider med hjälp av kalenderfunktionen i Canvas. Första gången en student anmäler sig till en redovisningstid skickar examinator ut en länk till ett privat Zoom-möte för redovisningen. Detta Zoom-möte kommer sedan att användas för eventuella efterföljande muntliga redovisningar under läsåret.

Tabell 3 Schema för muntliga tentamina.

Tentamen	Instuderingsuppgifterna publiceras på Canvas	Redovisningstider
1 Uppgift 1–3 Uppgift 4 Uppgift 5	29 januari 13:00 12 februari 13:00 26 februari 13:00	2–4 februari 16–18 februari 2–4 mars
2 Uppgift 1–5	12 mars 13:00	9–10 mars
3 Uppgift 1–5	7 juni 9:00	10–11 juni

Vid redovisningstillfället ska giltig fotolegitimation visas upp. Under tentamen får du endast använda din dator för att köra Zoom och för att visa frågorna. Du måste ha webbkamera och mikrofon påslagna under hela tentamen och webbkameran ska placeras så att den visar både dig och din arbetsplats. Det är inte tillåtet att kommunicera med någon annan än examinatorn under tentamen.

Vid redovisningstillfället får varje student ett slumpmässigt urval av frågor från instuderingsuppgifterna. Observera att data i frågorna kan vara annorlunda i det muntliga förhöret än i instuderingsuppgifterna. Likaså kan svarsalternativen på flervalsfrågor vara annorlunda i det muntliga förhöret. Vid varje examinationstillfälle kommer varje student att få minst en fråga från vart och ett av de fem huvudsakliga ämnesområdena i kursen.

Den maximala poängen på den muntliga tentamen är 60 och det krävs minst 48 poäng för godkänt. Svaren bedöms enligt följande mall:

- Korrekt svar på flervalsfråga ger full poäng.
- Felaktigt svar på flervalsfråga ger 0 poäng.
- Korrekt svar på övriga frågor ger full poäng.
- Räknefel ger 25% poängavdrag (poängen avrundas nedåt till närmaste heltal).
- Felaktig metod som korrigeras efter hjälp från examinatorn ger 75% poängavdrag (poängen avrundas uppåt till närmaste heltal).
- Felaktig metod trots hjälp från examinatorn ger 0 poäng.

Studenter som ligger nära gränser för godkänt (d.v.s. som har fått 46 eller 47 poäng) kan försöka komplettera till godkänt. Samma instuderingsuppgifter gäller för kompletteringsskrivningen, men studenten kommer endast att få några frågor på de delar av kursen som hen inte löst helt korrekt under ordinarie muntlig examination. Tidpunkt för kompletteringen bestäms av kursansvarig i samråd med de berörda studenterna.

Följande hjälpmedel är tillåtna:

- Miniräknare utan information med anknytning till kursen.
- **Handskrivna egna** anteckningar (original, ej kopia).

Projektuppgifter

Projektuppgifterna är uppdelade i tre delar: AB, CD och E. Endast projektuppgift E är obligatorisk. Studenter som deltar i de övriga projektuppgifterna har möjlighet att förbättra sitt betyg till A–D. Varje projektuppgift består av flera deluppgifter, som löses individuellt eller i mindre grupper. Studenterna kan själva välja vem de vill arbeta med. Det finns inget krav på att man ska samarbeta med samma studenter för varje problem, d.v.s. studenterna kan arbeta i en grupp för uppgift E1 och i en annan grupp för uppgift E2, o.s.v.

Projektuppgift E

Dessa uppgifter är obligatoriska för alla studenter. Uppgifterna är en blandning av bekanta grundlägg-

gande och avancerade uppgifter om prisbildning på elmarknader, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.

Den maximala poängen för projektuppgift E är 54 och det krävs 49 poäng för att bli godkänd. Poängen är giltiga fram till omtentamen. Om man inte har slutfört projektuppgift E tills dess får man göra om den från början nästa läsår. Det är med andra ord viktigt för studenter som befinner sig i slutet av sina studier och som är angelägna om att kunna ta ut examen att planera studierna så att man genomför alla uppgifter i tid.

Följande regler gäller för projektuppgift E:

- **Grupp.** Uppgifterna löses i grupper med upp till fyra studenter. Studenterna väljer själva vilka de ska arbeta med och grupperna behöver inte registreras i Canvas.
- **Lösning.** Uppgifterna ska lösas i enlighet med EECS-skolans hederskodex (se <https://www.kth.se/eecs/utbildning/hederskodex/inledning>).
- **Förberedelser.** Lösningarna ska redovisas i en datorpresentation. Presentationen behöver inte lämnas in i förväg. Den första sidan i lösningen ska ange namn på alla gruppmedlemmar, kurskoden (EG2205) och datum då presentationen förbereddes. Text, figurer och tabeller i presentationen ska vara så utförliga att det utan problem går att följa tanke- och beräkningsgången även om man inte är närvarande vid presentationen. Principerna för beräkningar som genomförs i Matlab, GAMS, Excel eller någon annan programvara måste förklaras.
- **Presentation.** Lösningarna redovisas på seminarier. Schemat för seminarierna visas i tabell 4. Antalet platser på seminarierna är begränsat och därför måste varje student anmäla sig i förväg med hjälp av kalenderfunktionen i Canvas. Alla gruppmedlemmar behöver inte gå på samma seminarium.
- **Poäng.** Studenterna får poäng för de frågor som de är beredda att presentera vid seminariet. Observera att den presenterade lösningen inte behöver vara helt korrekt. För att bli godkänd på en presentation är det tillräckligt att kunna diskutera lösningen med övriga studenter och kursassistenten. Detta innebär att man ska kunna förklara varför man har valt att lösa en uppgift på ett visst sätt och förklara alla detaljer i lösningen, t.ex. hur indata har valts eller varför en viss formel används. Man ska också kunna jämföra sin egen lösning med alternativa lösningar som föreslås av andra deltagare och diskutera vilken metod som bör användas.

I början av seminariet får varje student ange vilka uppgifter hen är beredd att redovisa. De ordinarie seminarierna omfattar vissa bestämda uppgifter, så som framgår av schemat nedan. För varje uppgift väljer kursassistenten sedan en student¹ som får hålla sin presentation. Om det finns tid över kan flera studenter få presentera samma uppgift. Vid repetitionstillfällena kan man redovisa sådana uppgifter som man tidigare hoppat över eller som man har blivit underkänd på. För varje student väljer sedan kursassistenten ut en eller flera uppgifter att presentera.²

Om en student blivit godkänd på alla sina presentationer vid ett seminarium (eller om studenten inte blivit utvald att presentera) får man poäng för alla uppgifter som man har förberett. Om en student däremot blir underkänd på minst en muntlig presentation, får man inga poäng alls från detta seminarium, oavsett hur många andra uppgifter man varit beredd att redovisa!

Projektuppgift CD

Dessa uppgifter är frivilliga och kan ge ett högre slutbetyg på kursen. Uppgifterna består av bekanta avancerade uppgifter om prisbildning på elmarknader, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.

Den maximala poängen för projektuppgift CD är 54. Poängen är giltiga fram till omtentamen. Om man inte har slutfört projektuppgiften tills dess får man göra om den från början nästa läsår. Studenter som erhåller minst 44 poäng får betyget C och studenter som erhåller minst 33 poäng erhåller betyget D. I poängen till inlämningsuppgift CD kan man även få räkna in poäng från inlämningsuppgift AB, om den skulle vara högre än poängen från motsvarande CD-uppgift, d.v.s. en students resultat på uppgift AB1 kan ersätta resultatet på uppgift CD1, resultatet på AB2 kan ersätta CD2 o.s.v.

Följande regler gäller för projektuppgift CD:

- **Grupp.** Uppgifterna kan lösas individuellt eller i en grupp med två studenter. Studenterna väl-

1. Urvalet sker nästan, men inte helt och hållet, slumpmässigt.

2. Även detta urval sker nästan, men inte helt och hållet, slumpmässigt.

Tabell 4 Schema för seminarierna.

Seminarium	Uppgift	Tid och plats
Ordinarie	E1	Tisdag 26 januari, 13:15–14:30, Zoom Onsdag 27 januari, 10:15–11:30, Zoom Onsdag 27 januari, 13:15–14:30, Zoom
Ordinarie	E2	Torsdag 28 januari, 10:15–11:30, Zoom Torsdag 28 januari, 13:15–14:30, Zoom Fredag 29 januari, 11:15–12:30, Zoom
Ordinarie	E3	Torsdag 11 februari, 8:15–10:00, Zoom Torsdag 11 februari, 10:15–12:00, Zoom Fredag 12 februari, 10:15–12:00, Zoom
Ordinarie	E4	Torsdag 25 februari, 10:15–12:00, Zoom Torsdag 25 februari, 13:15–15:00, Zoom Fredag 26 februari, 10:15–12:00, Zoom
Repetition	1–4	Måndag 15 mars, 14:15–16:00, Zoom

jer själva vilka de ska arbeta med, men grupperna måste registreras i Canvas.

- **Lösning.** Uppgifterna ska lösas i enlighet med EECS-skolans hederskodex (se <https://www.kth.se/eecs/utbildning/hederskodex/inledning>).
- **Förberedelser.** Lösningarna ska redovisas i en datorpresentation. Presentationen ska laddas upp i Canvas i sektionen "Uppgifter". Det finns två Canvas-uppgifter för varje del: en för själva presentationen och en för eventuell programkod. Inlämningsdagar för varje del framgår av tabell 5.
Den första sidan i lösningen ska ange namn på alla gruppmedlemmar, kurskoden (EG2205) och datum då presentationen förbereddes. Text, figurer och tabeller i presentationen ska vara så utförliga att det utan problem går att följa tanke- och beräkningsgången även *utan en muntlig förklaring*. Principerna för beräkningar som genomförs i Matlab, GAMS, Excel eller någon annan programvara måste förklaras.
- **Muntligt förhör.** Varje gruppmedlem ska muntligen förklara gruppens lösning. Anmälan till de muntliga förhören görs via kalenderfunktionen i Canvas. Observera att man anmäler sig som en grupp, men att varje gruppmedlem måste förklara lösningen individuellt (medan den andra gruppmedlemmen väntar i ett annat rum).
- **Poäng.** Uppgifterna rättas i Canvas. Poängavdrag görs för fel i de inskickade lösningarna. Studenter får dock inga poäng alls för en uppgift om de inte är närvarande vid det muntliga förhöret eller om de inte kan svara tillräckligt väl på kursassistentens frågor om hur problemet har lösts.

Tabell 5 Schema för inlämningsuppgift CD.

Uppgift	Publiceras	Inlämnas senast
CD1–2	Måndag 1 februari	Måndag 8 februari, 8:00
CD3	Måndag 15 februari	Måndag 22 februari, 8:00
CD4	Måndag 1 mars	Måndag 8 mars, 8:00

Projektuppgift AB

Dessa uppgifter är frivilliga och kan ge ett högre slutbetyg på kursen. Uppgifterna består av nya avancerade uppgifter om prisbildning på elmarknader, frekvensreglering, korttidsplanering och simulering av elmarknader.

Den maximala poängen för projektuppgift AB är 54. Poängen är giltiga fram till omtentamen. Om man inte har slutfört projektuppgiften tills dess får man göra om den från början nästa läsår. Studenter som erhåller minst 44 poäng får betyget A och studenter som erhåller minst 33 poäng erhåller betyget B.

Följande regler gäller för projektuppgift AB:

- **Grupp.** Uppgifterna kan lösas individuellt eller i en grupp med två studenter. Studenterna väl-

jer själva vilka de ska arbeta med, men grupperna måste registreras i Canvas.

- **Lösning.** Uppgifterna ska lösas i enlighet med EECS-skolans hederskodex (se <https://www.kth.se/eecs/utbildning/hederskodex/inledning>).
- **Förberedelser.** Lösningarna ska redovisas i en datorpresentation. Presentationen ska laddas upp i Canvas i sektionen "Uppgifter". Det finns två Canvas-uppgifter för varje del: en för själva presentationen och en för eventuell programkod. Sista inlämningsdag är måndag 15 mars.
Den första sidan i lösningen ska ange namn på alla gruppmedlemmar, kurskoden (EG2205) och datum då presentationen förbereddes. Text, figurer och tabeller i presentationen ska vara så utförliga att det utan problem går att följa tanke- och beräkningsgången även *utan en muntlig förklaring*. Principerna för beräkningar som genomförs i Matlab, GAMS, Excel eller någon annan programvara måste förklaras.
- **Muntligt förhör.** Varje gruppmedlem ska muntligen förklara gruppens lösning. Anmälan till de muntliga förhören görs via kalenderfunktionen i Canvas. Observera att man anmäler sig som en grupp, men att varje gruppmedlem måste förklara lösningen individuellt (medan den andra gruppmedlemmen väntar i ett annat rum).
- **Poäng.** Uppgifterna rättas i Canvas. Poängavdrag görs för fel i de inskickade lösningarna. Studenter får dock inga poäng alls för en uppgift om de inte är närvarande vid det muntliga förhøret eller om de inte kan svara tillräckligt väl på kursassistentens frågor om hur problemet har lösts.

Kursnämnd

För att utvärdera och förbättra kursen behöver vi några teknologer som vill medverka i kursnämnden. Ett kursnämndsmöte kommer att hållas någon vecka efter ordinarie tentamen. De teknologer som är intresserade av att delta kan kontakta kursansvarig per e-post.