



## Utbildningsplan

Fakulteten för teknik

Förnyelsebara elkraftsystem, masterprogram, 120 högskolepoäng  
Renewable Electric Power Systems, Master Programme, 120 credits

### Nivå

Avancerad nivå

### Fastställande av utbildningsplan

Fastställd 2017-09-08

Senast reviderad 2021-12-10 av fakultetsstyrelsen inom Fakulteten för teknik

Utbildningsplanen gäller från och med höstterminen 2022

### Förkunskaper

Grundläggande behörighet för studier på avancerad nivå samt särskild behörighet:

- Kandidatexamen inom teknik eller naturvetenskap alternativt högskoleingenjörsexamen
- Elektroteknik eller motsvarande minst 15 hp eller Energiteknik minst 15 hp inklusive 7,5 hp Elektroteknik alternativt 7,5 hp Elkraftteknik eller motsvarande
- Matematik minst 15 hp inklusive Analys 1 (1MA102, 1MA132) och Vektorgeometri (1MA103, 1MA133) eller motsvarande
- Engelska 6 eller motsvarande

### Programbeskrivning

Programmet skall ge en fördjupning inom el från förnyelsebara källor med speciell betoning av elkraftsystem och vara förberedande för yrkesverksamhet inom industri eller offentlig sektor likaväl som för forskarutbildning inom området elektroteknik, elkraftteknik eller energiteknik. Programmet syftar till att fördjupa studenternas kunskaper om förutsättningar och tekniker för produktion av el från sol, vind och vatten, samt de särskilda utmaningar som detta ställer på elkraftsystem. Det syftar även till att introducera studenterna till relevanta forsknings- och undersökningsmetoder.

Programmet skall i första hand förbereda för en yrkesverksamhet som utredare, konsult eller tillståndsbedömare inom privat sektor likaväl som inom offentlig förvaltning. Programmet erbjuder även redan verksamma ingenjörer med kandidatexamen eller högskoleingenjörsexamen möjlighet att fördjupa sig och höja sin kompetens inom området.

### Mål

**Centrala examensmål enligt Högskoleförordningen**

*Kunskap och förståelse*

För masterexamen skall studenten

- visa kunskap och förståelse inom huvudområdet för utbildningen, inbegripet såväl brett kunnande inom området som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området samt fördjupad insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa fördjupad metodkunskap inom huvudområdet för utbildningen.

#### *Färdighet och förmåga*

För masterexamen skall studenten

- visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap och att analysera, bedöma och hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer även med begränsad information,
- visa förmåga att kritiskt, självständigt och kreativt identifiera och formulera frågeställningar, att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen samt att utvärdera detta arbete,
- visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa i dialog med olika grupper, och
- visa sådan färdighet som fordras för att delta i forsknings- och utvecklingsarbete eller för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet.

#### *Värderingsförmåga och förhållningssätt*

För masterexamen skall studenten

- visa förmåga att inom huvudområdet för utbildningen göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,
- visa insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att ta ansvar för sin kunskapsutveckling.

### **Programspecifika mål**

#### *Kunskap och förståelse*

För masterexamen skall studenten

- visa övergripande kunskap om och förståelse för det samhällliga behovet av en ekologiskt, ekonomiskt och socialt uthållig elförsörjning
- visa övergripande kunskaper beträffande de tekniska och miljömässiga aspekterna av förnyelsebar elproduktion och dess kopplingar till energiförsörjning

#### *Färdighet och förmåga*

För masterexamen skall studenten

- visa färdighet i att formulera och använda verktyg och metoder för att anpassa och/eller förbättra system för elproduktion med förnyelsebara energikällor,

#### *Värderingsförmåga och förhållningssätt*

För masterexamen skall studenten

- visa förmåga att se samhällets elförsörjning ur ett holistiskt perspektiv, d.v.s. bedöma olika anläggningars eller tekniska lösningars relevans och tillämplighet med avseende på samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling

## Innehåll och struktur

### *Programöversikt*

För programmet finns en programansvarig som har det övergripande ansvaret för programmet. Till utbildningen inom förnyelsebara elkraftsystem är en referensgrupp kopplad med representanter från industrin, ämnet elektroteknik och närliggande ämnen, samt studentgruppen. Utbildningen består av ett antal fördefinierade kurser som tillsammans ger den kunskapsbas som motsvarar det förväntade läranderesultatet.

Frågan om el från förnyelsebara källor är en av vår tids ödesfrågor. I många länder är behovet av lokal elproduktion stort, medan utsläpp av växthusgaser globalt sett måste minskas kraftigt. Sol-, vind-, vattenkraft eller bioenergi kan vara lösningar för både el- och energiförsörjning som dessutom kan väljas utifrån lokala förutsättningar.

I de industrialiserade länderna tillkommer aspekten att elnätet är i stort behov av modernisering. I nuläget är det en stor utmaning att kunna hantera varierande elkällor såsom el från solceller och vindkraftverk, både vad gäller ledningskapacitet och lagringskapacitet. Det smarta nätet är den lösningen där efterfrågan och generering kan matchas med hjälp av smart kommunikation.

Programmet bygger på elkraftteknik med väsentliga inslag om förnyelsebar energi, kommunikation och reglerteknik. Det innebär att studenterna får en bred kunskapsbas att stå på och en god överblick över hela fältet vad gäller elkraftsystem och förnyelsebar energi. Studenterna får möjlighet att specialisera sig genom två valbara kurser och det självständiga arbetet.

Den första terminen består av två introduktionskurser för elkraftsystem och förnyelsebar energi. Kurserna är obligatoriska om studenten inte har läst dem tidigare, detta för att garantera att studenter utan bakgrund i energisystem läser introduktionskursen för förnyelsebar energi och att studenter utan bakgrund i elkraftteknik läser introduktionskursen i elkraftsystem. Utöver dessa läses en matematikkurs, Flervariabelanalys och vektoranalys, och en första fördjupningskurs om el från förnyelsebara källor.

Under andra terminen ska studenterna fortsätta fördjupa sig i elkraftsystem inklusive smarta nät, samt i estimeringsteori (statistisk signalbehandling) som har beröring med reglering av smarta nät. En projektkurs om elkraftsystem ger möjlighet att implementera de teoretiska kunskaperna, och kursen Lagstiftning kring hållbar utveckling och energi läses som ger en inblick i de krav som samhället ställer vad gäller miljöbelastning.

Termin tre erbjuder möjligheten att välja kurser för 15 hp, som båda måste vara på avancerad nivå. Parallellt läser studenterna en kurs i Reglerteknik samt en kurs om forskningsmetodik och planering av examensarbete.

Under termin fyra görs det självständiga arbetet (examensarbetet) som är på 30 hp, avancerad nivå.

### *Kurser i programmet*

\* markerar huvudområdet

Termin 1:

Elkraftsystem, grundnivå \* (7,5 hp, G1N), är obligatorisk inom programmet och ger en introduktion till elnätet, trefassystem och belastning. Studenter som redan har läst denna kurs kan ersätta den med en valfri kurs i samråd med programansvarig.

Uthållig energiförsörjning, grundnivå (7,5 hp, G1N), är obligatorisk inom programmet och ger en introduktion till förnyelsebar energi och biobränsle i världen. Studenter som redan har läst denna kurs kan ersätta den med en valfri kurs i samråd med programansvarig.

Flervariabelanalys och vektoranalys, grundnivå (7,5 hp, G1F), är obligatorisk inom programmet. Kursen behandlar gradient, integraler och partiella derivata.

El från förnyelsebara källor, avancerad nivå \* (7,5 hp, A1N), är obligatorisk inom programmet. Kursen handlar om förnyelsebara källor, sol-, vind- och vattenkraft, generatorer och omvandlare.

Termin 2:

Estimeringsteori, avancerad nivå \* (7,5 hp, A1N) ger grundläggande kunskaper i statistisk signalbehandling.

Lagstiftning kring hållbar utveckling och energi, avancerad nivå (7,5 hp, A1N) behandlar miljölagstiftning med tillämpning energisystem.

Elkraft och smarta nät, avancerad nivå \* (7,5 hp, A1N), är obligatorisk inom programmet. I kursen tas HVAC och HVDC system, kvalitet i kraftnätet, lagring av el och smarta nät upp.

Projekt i förnybara elkraftsystem, avancerad nivå \* (7,5 hp, A1N), ger möjlighet att genom simuleringar, beräkningar eller konstruktion och mätningar implementera teoretiska kunskaper kring elkraftsystem, dess reglering eller kommunikation.

Termin 3:

Reglerteknik, grundnivå (7,5 hp G2F) En inledande kurs i reglerteknik är obligatorisk inom programmet. En matematisk beskrivning av dynamiska system och begrepp som stabilitet behandlas. Studenter som redan har läst denna kurs kan ersätta den med en valfri kurs i samråd med programansvarig.

Vetenskaplig teori och metod, avancerad nivå (7,5 hp, A1N) vetenskaplig teori och metod ger studenterna kunskap att identifiera formulera och beskriva vetenskapliga frågeställningar.

Därutöver läser studenterna två valfria kurser på avancerad nivå (totalt 15 hp), och kan på detta vis specialisera eller profilera sig inom området.

Termin 4:

Programmets fjärde termin består till sin helhet av det självständiga arbetet som utförs inom huvudområdet. Det självständiga arbetet \* omfattar 30 hp på avancerad nivå (A2E).

Kurserna i programmet kan i samförstånd med programansvarig bytas ut mot motsvarande kurser inom programmets inriktning. Vid utbyte av kurs kontrollerar programansvarig att programmets mål fortfarande uppfylls. Förkunskapskraven för kurser samt de lokala reglerna för examen vid Linnéuniversitetet måste alltid uppfyllas.

*Samhällsrelevans*

Förnyelsebar energi är en av vår tids stora utmaningar för alla samhällen, både inom Sverige men även i andra länder. Därutöver finns stora utvecklingsbehov och -möjligheter i elkraftsystem i och med en större andel förnyelsebara källor. Studenterna får en utbildning som är inriktad på bred förståelse för denna utmaning samt de olika fördelar och nackdelar. Programmet fokuserar även på att anpassa lämpliga lösningar till lokala förutsättningar, och att få erfarenhet av att föreslå och evaluera konkreta lösningar, där en helhetssyn behövs.

Som framgått av kursbeskrivningarna ovan innehåller programmet projektinriktade kurser. Projektuppgifter kan väljas i samråd med företag eller kommunala organisationer i närområdet eller i regionen. Detta innebär att studenterna ställs inför industri- eller kommunrelevanta problem och även redovisar sina förslag till lösningar för företrädare för dessa. På detta vis förbereds studenterna för en framtida yrkesroll.

Behovet av kompetensen att kunna planera framtida elkraftsystem ökar. Studenterna kan få anställning inom näringslivet, hos såväl stora företag som mindre, eller som konsulter. Även kommunala organisationer eller myndigheter kan ha användning av våra studenters kunskap.

### *Internationalisering*

Programmet är ett internationellt masterprogram och bedöms vara av intresse för studenter från andra kontinenter. Elkraftsystem och el från förnyelsebara källor är frågor som är viktiga världen över.

De studenter som önskar förlägga en del av utbildningen utomlands kan göra så endera under programmets tredje termin, under förutsättning att två kurser motsvarande reglerteknik och vetenskaplig metodik läses vid det lärosäte där de befinner sig.

Programmets tredje termin ger möjlighet till studenten att helt fritt välja två kurser, vilket alltså kan göras vid valfritt lärosäte. Alternativt kan studenten välja att genomföra sitt självständiga arbete den fjärde terminen vid ett annat lärosäte inom eller utom landet.

### *Perspektiv i utbildningen*

#### Hållbar utveckling och genus

Utbildning inom området el och förnyelsebara källor bygger på ett uthållighetsperspektiv där klassperspektiv, genusperspektiv, global resurshushållning och internationella perspektiv är genomgående teman t ex i kursen Uthållig energiförsörjning. Även i kurserna om el från förnyelsebara källor samt elkraft och smarta nät är hållbarhet en grundförutsättning.

#### Lika villkor

Mångfaldsperspektivet ingår automatiskt som en del i de kurser som erbjuds på den internationella marknaden. I projektkursen ingår som en del att studenterna inte bara presenterar sig utan även att de beskriver situationen i sina hemländer eller hemregioner, vilket bidrar till studenternas förståelse för situationen i andra länder och kulturer.

#### Breddat kunskapsperspektiv(bildning)

Programmet sätter behovet av el, och tekniker för dess produktion, i ett sammanhang av globala möjligheter och lokala förutsättningar. I programmet ingår att reflektera över teknikens roll i samhället och hur den kan bidra till ett mer hållbart levnadssätt.

### Entreprenöriellt förhållningssätt

Programmet sätter behovet av el och förnyelsebar energi och korresponderande tekniker i ett sammanhang av globala möjligheter och lokala förutsättningar. Det underlättar för studenten att se olika möjligheter, till exempel för lokalt företagande, men även kopplingar till globala möjligheter. Projektplanering ingår i flera kurser, t ex i projektkursen, samt i kursen Matematik-projektkurs. Till sist är ekonomisk hållbarhet en integrerad del av hållbar elförsörjning. Nämnade aspekter bidrar till ett entreprenöriellt förhållningssätt.

### Kvalitetsutveckling

Till utbildningen inom förnyelsebara elkraftssystem är en referensgrupp kopplad, med representanter från industrin, från ämnet elektroteknik och närliggande ämnen samt från studentgruppen. Kvalitetsaspekter på utbildningen diskuteras löpande i denna referensgrupp.

Utvärdering sker dels genom kontinuerliga kursutvärderingar, dels i slutet av utbildningen genom en speciell programutvärdering. Resultatet av dessa utvärderingar diskuteras med studenterna vid kursstarter och programstart.

### Examen

Efter avklarade studier på programmet samt då avklarade studier motsvarar de fordringar som finns angivet i högskoleförordningens examensordning samt i den lokala examensordningen för Linnéuniversitetet kan studenten ansöka om examen. De som fullföljt programmet kan erhålla följande examen:

Filosofie masterexamen med inriktning mot förnyelsebara elkraftssystem  
Huvudområde: Elektroteknik,

Master of science (120 credits) with specialization in renewable electric power systems  
Main field of study: Electrical Engineering

Student som innehar en Teknologie kandidatexamen kan erhålla:

Teknologie masterexamen med inriktning mot förnyelsebara elkraftssystem  
Huvudområde: Elektroteknik

Master of science (120 credits) with specialization in renewable electric power systems  
Main field of study: Electrical Engineering

Examensbeviset är tvåspråkigt (svenska/engelska). Tillsammans med examensbeviset följer Diploma Supplement (engelska).

### Övrigt

Programmet innehåller obligatoriska moment som kan innebära en kostnad för studenten.