

Utbildningsplan

Masterprogram i solenergiteknik 120 högskolepoäng

Master Programme in Solar Energy Engineering 120 Credits*

1. Programmets mål

1.1 Mål enligt Högskolelagen (1992:1434), 1 kap. 9 §:

Utbildning på avancerad nivå ska väsentligen bygga på de kunskaper som studenterna får inom utbildning på grundnivå eller motsvarande kunskaper.

Utbildning på avancerad nivå ska innebära fördjupning av kunskaper, färdigheter och förmågor i förhållande till utbildning på grundnivå och ska, utöver vad som gäller för utbildning på grundnivå,

- ytterligare utveckla studenternas förmåga att självständigt integrera och använda kunskaper,
- utveckla studenternas förmåga att hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer, och
- utveckla studenternas förutsättningar för yrkesverksamhet som ställer stora krav på självständighet eller för forsknings- och utvecklingsarbete.

1.2 Examensmål enligt Högskoleförordningen (1993:100), bilaga 2:

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, samhällsliga 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.

1.3 Utbildningsprogrammets mål

Efter genomgången utbildning ska studenten kunna:

Kunskap och förståelse

- Visa fördjupad förståelse för olika solenergiteknikers fysikaliska processer och matematiska modeller för energiutbyte vid omvandling av solinstrålning till elektrisk eller termisk energi.
- Visa fördjupade kunskaper gällande ingående komponenter betydelse i solenergisystem och hur deras funktion beror av solstrålning och andra klimatfaktorer
- Visa fördjupade kunskaper om hur värme-, kyl-, ventilations- och dagsljusbehov i såväl byggnader som samhällen påverkas av solstrålning och andra klimatfaktorer
- Visa breda kunskaper om och förutsättningar för olika solenergiteknikers roll i ett större energisystemperspektiv och hur dessa samverkar med andra tekniker för produktion av el, värme och kyla.
- Visa översiktlig och generell kunskap och i avgränsade delområden djup kunskap om aktuell forskning och utveckling inom solenergiteknik.

Färdighet och förmåga

- Visa förmåga att med ett vetenskapligt förhållningssätt teoretiskt och experimentellt förstå och analysera såväl solenergisystem som enskilda ingående komponenter funktion och inbördes förhållande
- Visa förmåga att självständigt kunna utforma väl fungerande solenergisystem utifrån

ingående komponenter, klimat, energibehov och andra relevanta förutsättningar

- Visa förmåga att kunna använda olika typer av avancerade programvaror för att modellera, dimensionera, optimera och analysera olika typer av solenergisystem
- Visa förmåga att kunna mäta, bearbeta och kritiskt analysera relevanta data för solenergitillämpningar samt värdera användbarheten av data
- Visa förmågan att kunna beräkna investerings-, drifts- och livscykelkostnader för solvärme och solesystem
- Visa förmåga att med ett vetenskapligt förhållningssätt teoretiskt och experimentellt behandla solenergirelaterade problemområden

Värderingsförmåga och förhållningssätt

2. Huvudsaklig uppläggning

Utbildningen är utformad för tre delområden: solvärmeteknik och system, soleteknik och system samt byggnader och energi. Tyngdpunkten ligger på aktiv solenergiteknik, dvs de två första delområdena. Majoriteten av kurserna är obligatoriska, men det finns en valbarhet i de två inledande och två avslutande kurserna år 1, d.v.s. studenten väljer en av två som ges parallellt i utbildningen.

De två inledande kurserna i *Tillämpad termodynamik med strömningslära* och *Grundläggande elteknik* syftar till att säkerställa studenternas kunskapsnivåer. Dessa två kurser är därför på grundläggande nivå och det förutsätter att studenten har tillgodogjort sig kunskaper i minst en av kurserna i sin grundutbildning. Kursen *Solinstrålning och andra energiresurser* tar upp förutsättningarna för att utnyttja solenergi och ger grunderna i solstrålningens geometri och fysik och hur solstrålningsdata används för beräkningar i olika solenergitillämpningar. Kurserna *Solvärme*, *Solel* och *Passiv solenergiteknik* ger de tekniska baskunskaperna för komponenter och delsystem för utnyttjande av solenergi för produktion av värme, kyla och el samt hur den kan utnyttjas direkt i byggnader. Kursen *Solenergis ekonomi* ger en breddning av kunskaperna med ekonomiska aspekter på investering i solenergiteknik. Kursen behandlar också LCC (Life Cycle Cost) –analys.

För att förbereda studenterna för mer avancerade laborationer och projektarbeten inte minst examensarbetet börjar termin 2 med kursen *Mätteknik och databehandling av energisystem* för att ge förmåga att planera försöksserier, avgöra vilka metoder som är lämpliga, att kritiskt kunna analysera mätresultat och avgöra inverkan av mätfel och noggrannhet i mätdata. Kurserna *Design av solvärmesystem* och *Design av PV och hybrid-system* fördjupar kunskaperna om hur solenergitekniska system utformas för värme/kyla respektive elproduktion. Dessa båda kurser är projektbaserade i formen grupp-projekt och ger studenterna utrymme att självständigt tillämpa de kunskaper de lärt sig från första terminen.

Under period 4 ges kurser av breddande karaktär: *Energisystemens sociala sammanhang* ger ett samhällsvetenskapligt perspektiv på hur tekniska system implementeras, med särskilt

fokus på solenergi och energieffektivisering i bebyggelsen. Kursen *Hållbara energisystem* syftar till att ge en bred översikt över hur förnybar energiteknik utnyttjas och har potential att utnyttjas i framtiden på ett hållbart sätt. Denna kurs är valbar och som alternativ kan *Energieffektiva byggnader* väljas. Denna kurs vänder sig till studenter som vill fördjupa sig i byggnader och energi som är det tredje mindre delområdet för programmet.

Årskurs två innehåller dels fördjupningskurser som ytterligare bygger på solenergiteknik och system både avseende produktion av värme/kyla respektive el och dels kurser som förbereder för examensarbetet samt eventuella fortsatta studier på forskarnivå. Kurserna är till sin karaktär projektbaserade, i formen att studenterna gör dem enskilt och innehåller förutom förutbestämd kurslitteratur också egen litteratursökning. Kursen *Vetenskaplig kommunikation och informationshantering* kommer att ges parallellt med kurserna *Energilager* och *Projektkurs i solenergisystem eller energieffektiva byggnader* för att på så sätt ge stöd till litteratursökning, skrivande av rapporter och muntliga presentationer i dessa två kurser som till stora delar innehåller självstudier. *Projektkurs i solenergisystem eller energieffektiva byggnader* ger studenten fördjupning inom ett av de tre delområdena (solvärmeteknik och system, solteknik och system eller byggnader och energi). Kursen *Energilagring* ger studenterna fördjupning om möjliga lagringsformer för värme/kyla och el vilket är viktigt i solenergisystem eftersom dessa tekniker inte ger behovsstyrd produktion. Kursen *Termisk solkraft* ger fördjupning inom solvärmeapplikationer, i detta fall hur el kan genereras via värme på samma sätt som i traditionella kraftverk, men här ligger fokus på komponenter och system för att koncentrera solinstrålning. I kursen *Dynamisk simulering av energisystem* använder studenterna sina kunskaper om solenergiteknik och system från tidigare kurser i årskurs 1 och 2 för att kunna utforma system för olika tillämpningar. En viktig del i kursen är att lära sig använda avancerade beräkningsverktyg för dynamisk simulering av system där solenergiteknik integrerats.

Examensarbetet kan utföras i vid universitet/högskola eller, efter överenskommelse, i ett företag eller annan organisation i Sverige eller utomlands. Studenterna uppmuntras att hitta ett intressant uppdrag för examensarbetet och själva kontakta lämpliga organisationer.

3. Programmets kurser

Samtliga kurser tillhör huvudområdet Solenergiteknik

År 1:

Tillämpad termodynamik och strömningslära, 5 hp (G1) *valbar*

Grundläggande elteknik, 5 hp (G1) *valbar*

Solstrålning och andra energiresurser, 2.5 hp (A1)

Solvärme, 7.5 hp (A1)

Solenergins ekonomi, 5hp (A1)

Passiv solenergiteknik, 5 hp (A1)

Solel, 5 hp (A1)

Mätteknik och databehandling av energisystem, 5 hp (A1)
Design av solvärmesystem, 5 hp (A1)
Design av PV- och hybridsystem, 5 hp (A1)
Energisystemens sociala sammanhang, 7,5 hp (A1)
Hållbara energisystem, 7,5 hp (A1) *valbar*
Energieffektiva byggnader, 7,5 hp (A1) *valbar*

År 2:

Vetenskaplig kommunikation och informationshantering, 7,5 hp (A2)
Projektkurs i solenergisystem eller energieffektiva byggnader, 7,5 hp (A2)
Energilagring, 5 hp (A2)
Dynamiska simuleringar av energisystem, 5 hp (A2)
Termisk solkraft, 5 hp (A2)
Examensarbete för masterexamen i solenergiteknik, 30 hp (A2)

4. Examensbenämning

Efter avklarade studier erhåller studenten efter ansökan Teknologie masterexamen, huvudområde: Solenergiteknik (Degree of Master of Science (120 credits), Main Field of Study: Solar Energy Engineering.

5. Behörighetskrav

Högskoleingenjörsexamen, Civilingenjörsexamen eller Teknologie kandidatexamen med huvudområde inom byggteknik, elektroteknik, maskinteknik, energiteknik, teknisk fysik och Engelska 6

6. Summary in English

After completing the program the student will be able to:

Knowledge and Understanding

- show in-depth understanding of various solar energy technologies' physical processes and mathematical models for energy output in converting solar radiation into electrical or thermal energy
- show detailed knowledge regarding the components of importance in solar power systems and how their function depends on solar radiation and other climatic factors
- show detailed knowledge of how heating, cooling, ventilation and daylight needs in both buildings and communities are affected by solar radiation and other climatic factors
- show a broad knowledge of and conditions for the role of different solar technologies in a major energy perspective and how these interact with other technologies for the production of electricity, heat and cooling
- show knowledge on a general and comprehensive level and in specific areas on a deeper level of current research and development in solar technology.

Competence and Skills

- demonstrate ability to with a scientific approach theoretically and experimentally to understand and analyse both individual components in and whole solar energy system, their functions and interrelations
- demonstrate ability to independently design efficient solar energy systems from technical components, climate, energy demand, and other relevant conditions
- demonstrate the ability to use different types of advanced software for modelling, dimension, optimize and analyse different types of solar energy systems
- demonstrate the ability to measure, process and analyse relevant data for solar energy applications, and evaluate the usefulness of data
- demonstrate the ability to calculate the investment, operating and life cycle costs of solar thermal and solar electric systems
- demonstrate ability to with a scientific approach theoretically and experimentally treat solar energy-related problem areas

Judgement and Approach

- critically evaluate existing facilities for both solar electricity and solar thermal and propose measures to improve performance or correct deficiencies
- demonstrate the ability to evaluate the technical, social, economic and ethical barriers and drivers for the introduction of solar energy technologies in different types of communities
- be able to evaluate how solar solutions can contribute to a transition to a sustainable society from a social, economic and environmental and climate perspective
- Demonstrate the ability to from an engineering science perspective independently evaluate the role various solar energy technologies can play in energy security in both the heating system, electrical system for the building's energy
- analyse problems by integrating knowledge of renewable energy from new or complex knowledge sources, and make judgments based on incomplete or limited information
- be able to communicate project results, methodologies and underlying motives for specialists and non – specialists.

7. Övrigt

Samtliga kurser ges på engelska.

Fastställt:

Fastställt i Utbildnings- och Forskningsnämnden 2013-09-26
Utbildningsplanen gäller fr.o.m. HT 2014