

Structure of the Master Programme in Electronics

1	Power Electronics I	Embedded Systems I	Drives and Control		Project
2	Power Electronics II	Embedded Systems II	Signals and Systems	Modelling and Control	Project
3	Embedded Systems III	Embedded Systems IV	Elective courses		Master's Thesis / Elective courses
	Power Electronics III	Power Electronics IV			
4	Master's Thesis				

The master programme in Electronics is designed with two profile areas – Power Electronics and Embedded Systems. The structure of the programme is flexible, allowing the individual student to specialise in one profile area or to combine the two. As both profile areas are hardware oriented experimental work/project work is an integrated part of the semesters, ensuring profound academic understanding and learning.

The first semester creates a common academic foundation in power electronics and embedded systems with the courses ‘Power Electronics I’ and ‘Embedded Systems I’ on which the rest of the programme is build.

The second semester strengthens the students’ competences in both profiles and brings them into play in the project work. The second semester project also includes scientific methods, e.g. writing and reading articles.

First and second semesters will have semester themes across the profiles and exemplified in the projects.

The third semester prepares for a specialisation in one of the profile area and further specialisation through elective courses. Should the students want to go abroad for an exchange stay, this would typically be scheduled for the third semester.

The fourth semester is dedicated to thesis work in the relevant profile area.

Constituent courses:**1st semester:****Power Electronics I (5 ECTS)**

This course will introduce students to basic technologies and theories in the area of modern switch mode power electronics, focusing on the competences and practical skills needed to develop a working prototype.

Content – key areas:

- Power electronic components
- Single phase dc-dc power converters
- Analysis of power converters
- Control of power converters
- EMI in power converters
- Practical design of power converters

Embedded Systems I (5 ECTS)

This course will introduce students to basic technologies and theories in the area of embedded systems and digital signal processing, focusing on the competences and practical skills needed to develop a working prototype.

Content – key areas:

- Embedded programming
- Finite state machines
- Digital signal processing
- Digital electronics and hardware descriptions language
- Microprocessors and digital signal processors
- Modern programmable electronics (FPGAs)

Drives and Control (10 ECTS)

This course is intended to provide students with in-depth knowledge and understanding of drive systems and their components and technologies, allowing students to design a modern electro-motor drive system. The course will cover key technologies such as electro-motor types, ac inverter design, modulation techniques and embedded software and control.

Content – key areas:

- DC-AC inverters
- Modulation techniques
- 3-phase systems
- Electro-motor types/design
- Simulation and control
- Embedded software for drives and control in microprocessors, DSP's and FPGA's

Semester Project (10 ECTS)

This course is a practical engineering project with emphasis on finding a robust solution to an industrial challenge within the field of electrical drives and control. Students will work in an experimental environment designing and building a prototype. By experimental methods students will demonstrate and verify theoretical results.

Content – key areas:

- Design, build and test an industrial prototype in the field of electrical drives and control
- Collaborate in an interdisciplinary field of mix analog and digital signals
- Work in an interdisciplinary team
- Measurement techniques
- Electrical safety in general and electrical safety in the lab
- Communicate results in oral and written form

2nd semester

Power Electronics II – Advanced DC/DC Converters (5 ECTS)

This course will provide students with detailed knowledge required to design, analyse and build advanced high performance isolated dc-dc converters. Advanced isolated converter topologies will be studied and analysed. Optimum selection of power devices and design of driver and protection circuits will be covered together with required auxiliary functions such as overvoltage protection, undervoltage protection, current limitation, soft start, inrush limitation, auxiliary supply, etc. as well as principles of analog control of power converters. Students will also learn about detailed design of input- and output filters and advanced design of high frequency transformers and inductors. Finally, practical considerations of converter construction such as layout aspects and the effect of parasitic circuit elements will be analysed. As part of the course, students will design a complete power converter which will be constructed and tested in the semester project.

Content – key areas:

- Advanced converter topologies (two-phase, resonant, etc.)
- Selection of power devices
- Drive- and protection circuits
- Auxiliary functions (OVP, C/L, UVP, Soft start, Aux. PS, Inrush limitation, etc.)
- Control circuit
- Design of input- and output filters
- Advanced magnetics design of high frequency transformers and inductor (including proximity effect, leakage inductance, parasitic capacitances, magnetic materials, etc.)
- Practical aspects of converter design

Embedded Systems II - Advanced Programmable Electronics (5 ECTS)

The objective of this course is to provide students with advanced knowledge of modern programmable electronics (FPGAs) design, by using standard and advanced components in different FPGAs, HDL coding style, simulation, floorplanning, design flow, constraints, testing, and advanced debugging techniques. The course

covers applying and configuration of soft-core processors, including IP-cores and hardware/software co-design techniques, as well as applying methods required for mapping an algorithm onto an application specific architecture, including pipelining and resource sharing techniques, manually and by modern tools.

Content – key areas:

- VHDL coding style and I/O layout
- SmartCompile and Partitions
- Schematic, Floorplanner and FPGA editor
- Simulation using test benches
- Debugging using ChipScope
- CoreGen and standard components in different FPGAs
- Softcore processors
- IP-cores
- Data-path and control unit for dedicated and programmable processors
- Finite state machine with data path
- Application specific architectures
- Algorithm synthesis into register transfer level (RTL) design
- Methods for register sharing, functional unit sharing, and bus sharing
- Pipelining techniques
- Introduction to high-level synthesis tools

Signals and Systems (5 ECTS)

The objective of this course is to provide students with knowledge, skills and competences related to basic problems and methods in discrete time implementation of algorithms used in power electronics and in electronics in general. This will be done by first addressing basic mathematical topics necessary for the modelling of signals and systems, followed by a selection of digital signal processing in the area of power electronics and in electronics in general. The course covers theoretical aspects as well as implementation and test on a simulation platform. Practical implementation will be part of the semester project.

Content – key areas:

- Modelling of deterministic signals and systems: LTI systems, state space models, Fourier analyses
- Modelling of stochastic signals: basic statistical operators, correlations functions, power spectral densities, noise models
- Numerical analysis and basic discrete time operations
- Digital signal processing: filters, estimation of signals in time and frequency domain, adaptive algorithms
- System identification: deterministic and stochastic methods, parameter estimation

Modelling and Control (5 ECTS)

This course is intended to provide students with knowledge, skills and competences related to classical and modern digital control theory and control strategies in the area of power electronics and

electronics in general. The course covers theoretical aspects as well as implementation and test on a simulation platform.

Content – key areas:

- Small signal models of converters
- Classical digital control
- State space digital control
- Kalman filters
- PWM control methods
- Converter control theory
- Simulation and verification of control systems

Semester Project (10 ECTS)

This course is a practical engineering project with focus on an industrial challenge in the field of power converters and embedded systems. Furthermore, the course includes scientific methods such as literature search on a specific research topic, assessing the scientific worth of papers, validating research results by experimentation and by building prototypes, and writing a scientific paper.

Content – key areas:

- Design, build and test an industrial prototype in the field of power converters and digital electronics
- Collaborate in an interdisciplinary field of mix analog and digital signals
- Simulations, modelling and verification of complex electronics systems
- Apply scientific methods and tools related to the academic field of power electronics and embedded systems
- Writing a scientific paper

3rd semester

Power Electronics III – Power Electronic Systems (5 ECTS)

This course will provide students with an overview and understanding of a range of important power electronic applications, ranging from low over medium to high power levels, and covering consumer, automation, renewable energy and utility applications. Focus will be on operational requirements and principles, system design and simulation, and correlation to and application of fundamental power electronic design procedures.

Content – key areas:

- Power Factor Controllers
- Three phase PFC's
- PV-inverters, MPPT trackers
- Fuel cell converters
- FACTS
- HVDC systems
- Motor drives

- UPS systems
- Active filters
- Switched amplifiers
- Wind power
- Battery chargers and BMS systems
- Principles, simulation, visits and demonstration

Power Electronics IV – Advanced Power Components (5 ECTS)

This course is intended to provide students with in-depth knowledge and understanding of the characteristics, operation and performance of power electronic components, ranging from power semiconductors to capacitors and EMI filters. Detailed design of EMI filters, finite element simulation of magnetic circuits, and thermal management will also be covered in the course.

Content – key areas:

- Power semiconductor technology (MOSFET, IGBT, SiC, GaN, etc.)
- Capacitors
- Design of EMI filters (DM-noise, CM-noise, modelling, requirements, simulations, design, test and demonstration)
- FEM simulation of magnetics circuits
- Thermal management

Embedded Systems III - Embedded systems (5 ECTS)

The course introduces systems architectures and system level modelling for real-time embedded systems, including real-time operating systems and real-time communication used in embedded systems. The course offers a treatment of real-time operating system objects and services, including schedulability and timing analysis of real-time systems. The course examines real-time issues and software architecture in distributed embedded systems at various degrees of scale, ranging from traditional industrial systems built using local, hard real-time networks to modern, dynamic systems built using soft real-time networks.

Content – key areas:

- Real-time systems architecture
 - System level modelling of real-time embedded application
 - Schedulability and timing analysis of real-time systems
- Real-time operating systems
 - Real-time scheduling
 - Task management in real-time systems
 - Timing and external event management in real-time kernels
 - Task synchronisation and communication
- Real time communication
 - Real-time networks for distributed embedded systems: jitter, latency
 - Distributed algorithms for global time and decision making

- Running distributed frameworks on embedded operating systems
- Software engineering for distributed embedded systems: architectural concepts and principles of operation
- Frameworks for distributed embedded systems
- Communication protocols for industrial automation systems

Embedded Systems IV - Embedded Software Design and Verification (5 ECTS)

The objective of this course is to provide students with advanced knowledge of design and verification methods of embedded software, focusing on the competences and practical skills needed to develop software that is inherently correct by design. The presented methodology gives the students the theoretical foundation of embedded software engineering, emphasising modern methods such as model-driven and component-based design of embedded software. The course examines different topics of embedded software verification and validation emphasising model-based design and analysis of embedded software.

Content – key areas:

- Principles of operation of computer control systems: controller-plant interaction in sequential and continuous control systems
- Model-driven design of software for control systems: design models and design patterns for state machines, execution sequence graphs and function block networks, component models
- Modelling techniques for complex embedded systems: hierarchical and concurrent state machines
- Code generation techniques
- Approaches used in systematic testing of real-time systems
- Automata models of real-time systems and model-based verification and validation techniques
- Proving system properties via model checking: explicit and symbolic model checking; model checking for specific classes of real-time systems

Bilag: Behovsdokumentation

Aftagerundersøgelse for uddannelsen cand. polyt. i elektronik

Baggrund

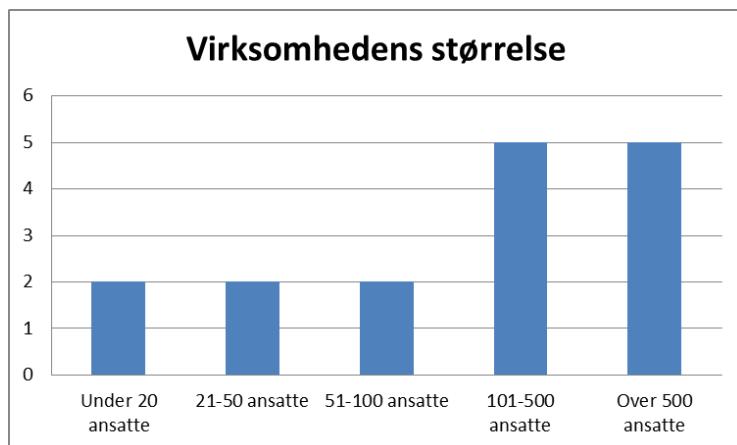
Spørgeskemaundersøgelsen er afviklet i juni 2014. Skemaet er sendt til følgegruppens 18 virksomheder samt enkelte andre virksomheder. Samlet antal besvarelser i undersøgelsen er 16. Virksomhederne er primært forankret i Region Syddanmark, da disse vil være de primære aftagere af kandidater fra uddannelsen.

Med spørgeskemaet er blevet medsendt uddannelsens kompetenceprofil, og virksomhederne fik ved det forudgående følgegruppemøde præsenteret uddannelsens struktur og indhold.

Respondenterne

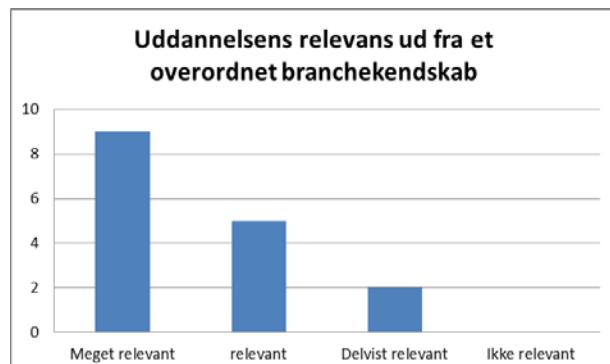
Nedenfor er opplistet de virksomheder, der har deltaget i undersøgelsen, samt fordeling ift. virksomhedsstørrelse.

- ITW GSE Aps
- Schneider Electric ITB Denmark
- Danfoss PE
- Grundfos Holding A/S
- Linak
- ABB A/S
- LeanEco
- Banke Accessory Drives
- Lodam
- OJ Electronics
- Servodan A/S
- Universal Robots A/S
- IRD
- Vestas r&d
- Interacoustics
- Axapower



Vurdering af uddannelsen og den kompetenceprofil

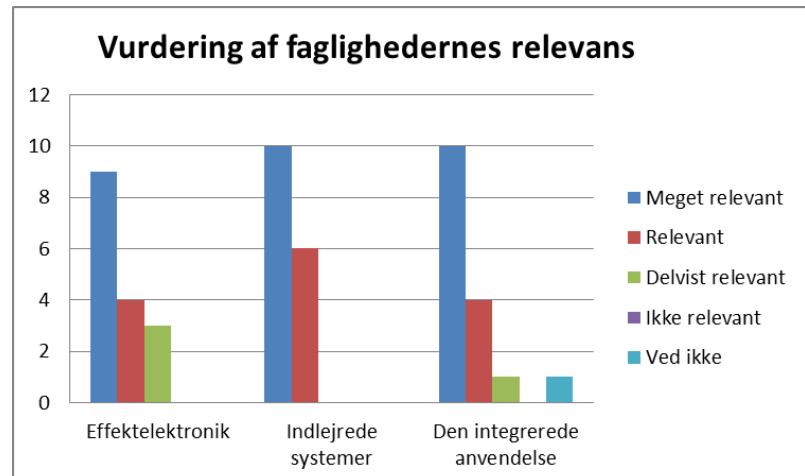
Virksomhederne er blevet bedt om at vurdere uddannelsens relevans ud fra et overordnet branchekendskab. Her vurderer alle, at uddannelsen og de kompetencer som kandidaterne vil få er relevante/delvist relevante for branchen.



Supplerende bemærkninger fra virksomhederne til uddannelsens kompetenceprofil er:

- Virksomhedspraktik må der gerne opfordres kraftigt til. Godt for de studerende og godt for virksomhederne og kan blive en væsentlig faktor til at uddannelsen bliver en succes.
- For mig er det vigtigt, at der ligger noget praktisk erfaring bag deres viden. Der er for mange 100 % teoretikere.
- Der vil kunne produceres kandidater, der meget tidligt besidder en sjælden egenskab: De kan overskeu/designe systemer og applikationer inden for feltet - noget der normalt vil tage en stor del af en karriere. Det er derfor vigtigt, at uddannelsen gennem hele forløbet spændes for vognen for så vidt angår anvendelser/systemer, så kandidaten får "erfaring" med "krydsfeltet" mellem disciplinerne
- Hvis der i uddannelsen er mulighed for at koble effektsystemer sammen med elnettet og sikre optimal kontrol ift. netkrav, vil det være en fordel. Ydermere så skal det sikres at der er fokus på grundlæggende powerelektronik design på tværs af et helt system - design af busbar, power connections, bryder settings, filtre etc. Jo mere systemviden des bedre.

I vurderingen af uddannelsens kernefagligheder vurderes både effektelektronik og indlejrede systemer som værende relevante eller meget relevante – og ikke mindst den integrerede anvendelse af de to områder.

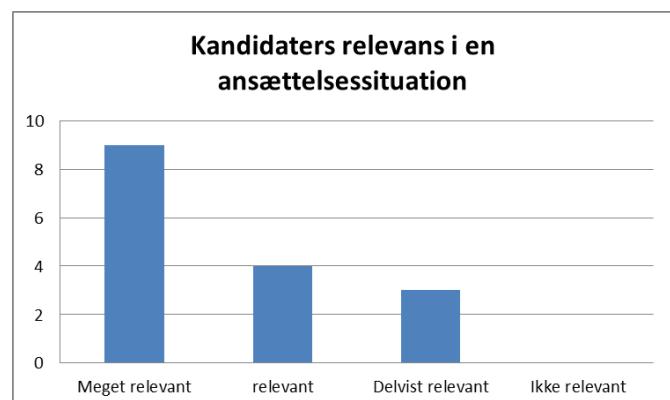


Vurdering af behov for kandidaterne

Virksomhederne har vurderet relevansen af kandidaterne fra denne uddannelse i ansættelsessammenhæng.

Størstedelen har svaret at kandidaterne enten vil være meget relevante eller relevante.

Virksomhederne er også blevet spurgt ind til, hvor mange de i dag har ansat med beslægtede kompetencer. Svarene fordeler sig fra mellem 2 ansatte til 50 ansatte, hvilket afspejler virksomhedernes forskellige størrelse.



I vurderingen af, hvor mange de fremover vil ansætte om året, spænder svarene ligeledes fra under 1 til 50.

Samlet vurderer de 16 virksomheder, at de inden for det næste år vil ansætte 120 personer med beslægtede kompetencer.

Øvrige kommentarer fra respondenterne

- Vi finder uddannelsen relevant, da der anvendes mere og mere effekt elektronik - både i produktion og distribution af elektricitet samt i rigtig mange elektriske apparater / maskiner.
- Power Electronics er en særligt bredspektret ingeniørdisciplin, hvor det er vigtigt at have et både solidt og bredt grundlag (såkaldte alment dannende fag - f.eks. termisk design, forståelse for feltteori, avanceret matematik, digital signalbehandling m.fl.). Det er vigtigt at holde fanen højt her.
- Bemærkning ift. den integrerede anvendelse: Som udgangspunkt er systemviden det vigtigste. Det forudsætter en viden og delkomponenterne som findes mange steder, hvorimod systemdesign-kompetencer er sjældne og eftertragtede.

Referat af møde med følgegruppe for civilingeniøruddannelsen i elektronik

d. 4. juni kl. 15.00-17.00

Deltagere fra følgegruppen:

ABB: Bo Christoffersen

APC by Schneider Electric: Morten Støvring og Jens Kiib

Banke: Poul Erik Seekjær

Grundfos: Søren Jørgensen

Interacoustics: Brian R. Nielsen

IRD: Poul Flindt

ITW GSE Axa Power: Bo Vork Nielsen

LeanEco: Klaus Moth

Lean Energy Cluster: Helena Pedersen

Linak: Svend Erik Jensen

Servodan: Tommy Bjerre Nielsen

Universal Robots: Anders Blaabjerg Lange

Afbud fra følgegruppen:

Danfoss: Kenneth Krabbe

ITW GSE Axa Power: Søren Dahl

KK Electronic: Paul Bach Thøgersen

Lodam: Erling Thomsen

OJ ELECTRONICS: Allan Mølbach

Siemens Wind Power: Kirsten Nielsen

Vestas: Simon Steen Bak Kristensen

Fra Syddansk Universitet: Morten Nymand, Kurt Bloch Jessen, Karsten Holm Andersen, John E. Hansen,

Henning Andersen, Trine Demkjær

1. Velkomst og præsentation af fakultetet og uddannelseskoncept v/ uddannelsesdirektør Henning Andersen

Kort gennemgang af SDU's proces omkring institutionsakkreditering, herunder vigtigheden af aftagerinddragelse ift. uddannelsens relevans.

Kort præsentation af SDU's historie og størrelse, herunder Det Tekniske Fakultets organisation og uddannelsesportefølje.

2. Gennemgang og drøftelse af uddannelsens indhold og mål v/ lektor Morten Nymand

(Præsentation vedhæftet referatet)

Temaer, der blev drøftet under præsentationen

- Muligheder for eksperimentelt arbejde:

Uddannelsen er kendtegnet ved, at projektarbejde og eksperimentelt arbejde er en integreret del af uddannelsens opbygning. Dette er vigtigt ift. de to kernefagligheders hardware orientering.

På uddannelsens to første semestre er der indlagt 10 ECTS projekter, hvor de studerende skal arbejde med cases, der involverer både effektelektronik og indlejrede systemer. På 3. semester kan de studerende bruge 15 ECTS på et virksomhedsforløb, og på 4. semester opfordres de studerende til at skrive specialet i samarbejde med en virksomhed.

Der er enighed i følgegruppen om, at laboratorieteknik og eksperimentelt arbejde er vigtigt på uddannelsen

- Uddannelsens fokus indenfor effektelektronik:

Uddannelsen har fokus på design og hands on kompetencer inden for effektelektronik. De studerende får kompetencer til selv at kunne designe, opstille og beregne på et kredsløb eller enkelt komponenter.

Blandt bemærkningerne fra følgegruppen var, at simulering og modelarbejde er vigtige værktøjer, men der er behov for ingeniører, der også i virkelige situationer kan håndtere en transformator. Simulering og modeller skal kunne bruges til at forbedre transformering i virkeligheden.

- Drøftelse af diplomingeniører vs. civilingeniører:

Civilingeniøruddannelser er forskningsbaserede, mens diplomingeniøruddannelser er mere praksisrettede. Blandt bemærkningerne var:

- Der kan stilles større krav til civilingeniører.
- Civilingeniører er bredere funderet (på trods af silokompetencer) og kan snakke med en bred skare af eksperter.
- Med en kandidatuddannelse (civilingeniør) vil der potentielt kunne tiltrækkes nye studerende til diplomingeniøruddannelser inden for elektro og stærkstrøm som ikke kun vil have en diplomingeniør.

- Samarbejde med Mads Clausen Instituttet i Sønderborg:

Der blev spurgt ind til, hvordan denne uddannelse samarbejder med mekatronikuddannelsen i Sønderborg, hvor der etableres en profilretning inden for effektelektronik.

Der vil være fokus på samarbejde bl.a. ved at kurser gøres tilgængelige campuserne imellem.

Input og bemærkninger til kompetenceprofilen

- Beskrive vidensniveau ift. digital signalbehandling.

Dette vil blive tilføjet

- Effektelektronik er vægtet højere end indlejrede systemer i kompetenceprofilen, ser gerne mere vægt på indlejrede systemer.

De to fagområder har samme vægtning på uddannelsen, hvilket kan ses på uddannelsens struktur og fagfordeling. Kompetenceprofilen justeres så ligevægten også er afspejlet her.

Input/ønsker til fagindhold på uddannelsen:

- EMC, højfrekvensteknik og filterteknik.

Dette er tænkt ind ift. uddannelsens fagligheder

- Termiske forhold og køling.

Ja, det skal helt sikkert tænkes ind i fagindholdet, da det netop er begrænsningen ift. udnyttelse af effektelektronik.

- Reliability og robusthed:

- Funktionstest ift. produktion, særligt relevant for indlejrede systemer.
- Unit testing og meantime between failure.
- Levetidsberegning og statistik
- Verificering af design – skal kunne håndtere udfaldsrum ift. forskellige transformatorer.

Gode input, og noget vil kunne indarbejdes i projektarbejdet på de første semestre. Som selvstændige fag vil det dog fylde for meget på uddannelsen.

Bemærkning hertil fra følgegruppemedlemmer: Det er vigtigt, at uddannelsen holder fokus på kerneområderne effektelektronik og indlejrede systemer. Det er tilstrækkeligt, at de studerende er bevidste om de problemstillinger, der knytter sig til reliabilitet og levetidsberegninger.

Øvrige kommentarer til uddannelsen, herunder behov for uddannelsens dimittender

- Behov: En nylig undersøgelse fra DI peger på, at der i Sønderborg mangler 100 ingeniører – de fleste indenfor denne uddannelses fagområder.
- De to kernefægligheder er hardcore tekniske områder, som der virkelig er brug for i erhvervet.
- Uddannelsen ser fantastisk godt ud. Vi vil gerne ansætte kandidaterne.
- Koblingen mellem de to kernefægligheder er en rigtig god cocktail. Det kunne også være interessant med en masteruddannelse eller uge-kurser ift. opkvalificering af medarbejdere.
- Kandidaterne skal kunne diskutere modellerne, når det viser sig, at praksis ikke passer med modellen – dette er en styrke ved den nye uddannelse.
- Ved meget specialiserede opgaver ude i virksomheden vælges specialister indenfor det relevante fagområde. Men fint at få kandidater, der er specialiserede, og samtidig har indblik i den anden faglighed.
- Meget bred titel på uddannelsen. Uddannelsens titel er bl.a. valgt, så den kan favne flere profiler på sigt.
-

3. Eventuelt.

Følgegruppens videre arbejde:

Der vil blive udsendt et spørgeskema umiddelbart efter mødet, der skal bruges til at dokumentere et behov for uddannelsens dimittender samt estimere behovets størrelse. Det vil være en stor hjælp, hvis alle vil besvare spørgeskemaet – det tager ca. 5 minutter.

Tidsplan for udvikling af uddannelsen:

- Frem mod 1. oktober skal uddannelsens kompetenceprofil og struktur færdiggøres, herunder korte beskrivelser af fagenes indhold.
- 1. oktober indsendes ansøgning til prækvalifikationsrunde, hvor ministeriet vurderer behov for og relevans af uddannelsen. Afgørelse inden for 10 uger.
- Hvis positiv afgørelse arbejdes videre med uddannelsen henimod opstart februar 2016.

Vi vil gerne have mulighed for at inddrage følgegruppen i det videre arbejde, eksempelvis ved at sende materiale til kommentering. Når uddannelsen er blevet prækvalificeret (forventeligt sidst på året) skal den konkrete tilrettelæggelse af uddannelsen igangsættes. Her kan følgegruppen få en rolle ift. input til fagindhold, samarbejde omkring caseoplæg m.m.

Mange tak for jeres deltagelse indtil videre!