


Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 1 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

1. Formål.

Den studerende skal som driftsleder være i stand til på sikkerhedsmæssig forsvarlig måde at kunne forestå drift, fejlfinding og vedligehold af el-forsyningsanlæg, udført for såvel høj - som lavspænding, i overensstemmelse med Stærkstrømsbekendtgørelsens krav samt nationale og internationale krav vedrørende elektriske installationer på skibe.

Maskinmesteren skal være i stand til under hensyn til sikkerhed, brugerkrav og myndighedskrav at udføre projektering, forestå installation, idriftsættelse og vedligehold af elektriske installationer, maskinanlæg og el-forsyningsanlæg, udført for såvel høj - som lavspænding, i overensstemmelse med Stærkstrømsbekendtgørelsen, Fællesregulativet og EU-direktiver.

Den pågældende skal opnå det teoretiske grundlag, som kræves for at kunne erhverve autorisation som elinstallatør, når kravene til praktik i henhold til Elinstallatørloven er opfyldt.

2. Deltagerforudsætning.

Bestået EL 2


3. Varighed.

Undervisningsemne tilrettelægges med i alt 20 ECTS point fordelt på M4 og M5.

M4 afvikles med 10 ECTS point

M5 afvikles med 10 ECTS point

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 2 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

Nedenstående mål er udarbejdet af EI-erfaggruppen for de maritime uddannelser. (arbejdet afsluttet forår 2010)

Målene er relevante for den fælles skriftlige autorisationsprøve og problemstillinger, som er egnet til at vurdere i hvilken grad, de studerende har nået disse mål kan indgå i prøven.

Til orientering er målene med sort, mål, som ikke indgår i autorisationsprøven, men som er en del af det samlede fagemne el-autorisation i henhold til uddannelsesbekendtgørelsen. fagemnet udgør ialt 20 ECTS.

Målene er formuleret i kategorierne, kompetencer, viden og færdigheder og er dermed i overensstemmelse med den danske kvalifikationsramme for livslang læring.

Der er anvendt SOLO-taksonomi til beskrivelse af niveauet for det enkelte mål

Niveau	Betegnelse	Beskrivelse
Trin 4	Udvidet Abstrakt	Evne til omskrivning og perspektivering. Den studerende generaliserer strukturen til et nyt emne/område
Trin 3	Relationel	Beherskelse af overgribende sammenhænge. Den studerende demonstrerer en konsistent forståelse af feltet ved at integrere flere relevante aspekter til en helhed.
Trin 2	Flersidigt struktureret	Den studerende er opmærksom på flere rigtige og relevante aspekter som behandles rigtigt, men integrerer dem ikke (SDU)
Trin 1	Ensidigt struktureret	Beherskelse af enkeltdele, Den studerende fokuserer på ét aspekt af opgaven som behandles korrekt (SDU)

4.1 Læringsmål.

I. Forsyningsanlæg til og med 60 kV


Kompetencer:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 3

Den studerende skal kunne analysere en casestruktureret problemstilling baseret på opstillede brugerkrav og på baggrund af denne analyse kunne udarbejde et prospekt og kredsskema for et anlæg, der kan tilgodese de ønskede sikkerheds-, funktions- og ydelseskrav,

kunne forberede, gennemføre og afrapportere resultatet af en selvstændig

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 3 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

projektering og dimensioneringen af el-distributionsanlæg efter gældende stærkstrøms bekendtgørelser og standarder,

Viden:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 2

Den studerende skal have viden om opbygning og vedligeholdelse af elektriske produktionsanlæg, transmissionsanlæg og høj- og lavspændings distributionsanlæg og kunne reflektere over de anvendte modeller og teorier der anvendes i at opfylde gældende krav,

kunne reflektere over teori i praksis for områder som typer af kabel, typer af sikringer og typer af afbrydere, samt opstille mindste krav for valg af elektriske komponenter,

kunne dimensioner en installation efter SB afsnit 2, samt kunne reflektere over teori i praksis for kablers strømværdier efter oplægningsmetode samt korrigerende forhold ved temperaturen og om skærmen er sluttet jordingsanlægget i begge ender,

kunne gennemføre bekendtgørelsesmæssige procedurer ved udførelse, afprøvning og idriftsættelse af anlægget, herunder reflektere over de metoder der kan anvendes i at undersøge om en installation udført korrekt.


Færdigheder:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 3

Den studerende skal kunne foretage valg af beskyttelsesudstyr til distributionstransformere. Ved effektafbrydere skal den studerende kunne beregne en brugbar indstilling af sekundære relæer ud fra oplysningen om driftsstrømme og kortslutningsniveauer,

kunne dimensionere kabler i distributionsnettet ud specifikke krav til belastningsstrømme, tilladeligt tilnærmet spændingsfald og kablets kortslutningsholdbarhed,

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 4 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

kunne foretage beregning til kontrol af om både beskyttelses- og driftsjordingsanlægget opfylder SB betingelser mht. kortslutningsholdbarhed og potentialestigning (U_{tp}),

kunne foretage en vurdering af om der er strøm-tidsselektivitet mellem beskyttelsesudstyr i distributionsnet, samt beskyttelsesudstyr placeret umiddelbart før og efter en distributions transformer,

På SOLO trin 2 kunne indtegne kredsskemaer for spændingstransformere og strømtransformere til et målerfelt både på 10kV og 400V siden,

kunne vælge den mindste distributionstransformer, som kan forsyne en given forbruger, ud fra oplysninger om belastninger, spændingsniveauer og koblingscifre,

kunne beregne den samlede maksimale vedvarende belastningsstrøm ved paralleldrift af 2 vilkårlige transformere,

kunne formidle hvordan installation er opbygget og data for det valgte el-materiel gennem plantegning og et kredsskema i en streg,

kunne vurdere hvilke installationer som er omfattet af sekundære højspændingsinstallationer,

kunne vurdere hvilke installationer som er omfattet af SB afsnit 2,

kunne besvare spørgsmål til stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2 og 5


Faste elektriske installationer

Kompetencer:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 3

Den studerende skal kunne beherske at forberede, gennemføre og afrapportere resultatet af en selvstændig projektering og dimensioneringen af el distributionsanlæg efter gældende Stærkstrøms bekendtgørelser og standarder samt dokumentationen af el distributionsanlæg ved henvisninger til standarder og paragraffer, der er anvendt,

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 5 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

kunne analysere en casestruktureret problemstilling baseret på opstillede brugerkrav og på baggrund af denne analyse kunne udarbejde et prospekt og kredsskema for et anlæg, der kan tilgodese de ønskede sikkerheds-, funktions- og ydelseskrav,

kunne formidle mundtligt og skriftligt resultatet af laboratorieforsøg, med anvisning af hvorledes disse forsøg gennemføres på en sikkerhedsmæssig forsvarlig måde.

Viden:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 3

Den studerende skal have viden om opbygning, vedligeholdelse og metoder til dimensionering af elektriske bygningsinstallationer samt viden om praksis, således at den studerende kan opnå det teoretiske grundlag, som kræves for at kunne erhverve autorisation som elinstallatør når kravene til praktik i henhold til Elinstallatørloven opfyldes,


kunne reflektere over teori i praksis for områder som anvendte elektriske materiel som kabel typer, typer af sikringer og typer af afbrydere, samt opstille mindste krav og vælge elektriske komponenter ud fra disse krav,

kunne anvende og dimensioner en installation ved anvendelse af SB afsnit 6 samt kunne reflektere over teori i praksis for kablers strømværdier efter oplægningsmetode samt korrigerende forhold ved temperaturen, samlet fremføring, jordens termiske modstand og bidrag fra den 3' harmoniske strøm.

kunne med anvendelse af relevante myndighedskrav, leverandørkrav og fabrikantanvisninger skal den studerende kunne projektere det beskrevne anlæg, dimensionere og dokumentere opfyldelsen af relevante krav, samt reflektere over indstillinger af det valgte materiel og stillingtagen til sikkerhedsmæssige forhold som kortslutningsstrømme, spændingskvalitet og beskyttelse mod indirekte berøring,

kunne gennemføre bekendtgørelsesmæssige procedurer ved udførelse, afprøvning og idriftsættelse af anlægget, herunder reflektere over de metoder der kan anvendes ved undersøgelse om en installation udført korrekt.

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 6 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

Færdigheder:

Hvor andet ikke er angivet er taksonomier på SOLO trin 3

Den studerende skal kunne kontrollere at beskyttelse mod indirekte berøring ved systemjording, TT, TN og IT er effektiv,

kunne anvende normer, bekendtgørelser, SI enheder, symboler og referencebetegnelser,

kunne afgrænse hvilke dele af installation som er omfattet af el-autorisationskravet,

kunne dimensionere installationen til elektriske brugsgenstande,

kunne ud fra fabrikantens oplysninger dimensionere installationer frem til forsyningsadskilleren på maskiner,

kunne dimensionere installationen til og de enkelte trin i fasekompenseringsstavlen samt vælge nødvendigt antal fasekompenseringsbatterier ud fra givne oplysninger,

kunne dimensionere kabler til og fra tavler,

kunne dimensionere hovedudligningsforbindelser, beskyttelsesledere, udligningsforbindelser, jordledere samt jordelektrodens overgangsmodstand,

kunne dimensionere installationer ved forekomst af 3. harmoniske strømme, ved symmetriske belastninger,


Andre krav i relation til det at dimensionere

kunne vælge adskillere ud fra impulsholdespændingen og kortslutningsholdbarhed,

kunne vælge beskyttelsesudstyr til stikkontakter efter dens anvendelse og placering,

kunne installere tavler i forhold til dens mærkning samt isætning af nyt materiel i forhold til tavlens mærkning,

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 7 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

kunne beregne tilnærmet spændingsfald,

kunne vælge målersektioner til lavspændingstavler jfr. Fælles Regulativet,

kunne ved hjælp af fabrikantens vejledninger kontrollere om der er ~~total~~ selektivitet mellem beskyttelsesudstyr i installation,

kunne formidle hvordan installation er opbygget og data for det valgte el-materiel gennem plantegning og et kredsskema i en streg,

kunne besvare spørgsmål til stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, 6A, 6B, 6C og 8, samt meddelelser fra Sikkerhedsstyrelsen.

III. Maskinsikkerhed – Elektrisk udstyr på maskiner

Ikke en del af el-aut. prøven


IV. Lavspændingstavler

Ikke en del af el-aut. prøven

V. Belysningsanlæg

Ikke en del af el- aut prøven

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 8 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

5 Anvisninger om undervisningen.

Det er vigtigt fra begyndelsen at tage udgangspunkt i de studerendes forskellige forudsætninger og at foretage en evaluering af disse, således at både underviseren og de studerende får en klar fornemmelse af de studerendes stærke og svage sider. Der henvises til kvalitetssikringssystemet dokument "0 1-5,12 Evaluering" samt "04-3,06 Procedure for evaluering af undervisningen".

Tilrettelæggelsen af undervisningen må tage udgangspunkt i resultatet af evalueringen og sikre, at forskellige typer af studerende får tilgodeset deres særlige behov.

Målene er imidlertid ens for alle, og det er derfor også vigtigt fra starten at tydeliggøre disse, og de studerende bør ved undervisningens begyndelse have en kommenteret gennemgang af uddannelsesplan, undervisningsvejledning og undervisningsplan. Der henvises til kvalitetssikringssystemet dokument "04-3,01 Procedure for udarbejdelse af undervisningsplaner.

Underviserne bør tilstræbe tværfaglige og projektorienterede aktiviteter således at skolens resultatkontrakt opfyldes. **Der henvises til kvalitetssikringssystemets dokument "01 -5,07 Tværfaglig planlægning".**

Det er vigtigt, at de emner, der er nævnt under punkt 5, er gennemgået i en relevant rækkefølge, således at det giver en sammenhæng gennem hele undervisningsforløbet.


I elektroteknik er det nødvendigt, at de studerende enten allerede besidder eller selvstændigt tilegner sig en række færdigheder i grundfagene matematik, fysik og kemi.

Simulatorundervisning og PC - programmer kan medvirke til at give oplevelser af sammenhængende forløb, bringe dynamik ind i undervisningen og bringe de studerende nærmere virkeligheden.

Der er tale om en teoretisk uddannelse, hvis form og indhold skal udvikle den studerendes samarbejds – og lederevner, kvalificere den studerende som problemløser og træne anvendelse af informationsteknologi som et naturligt arbejdsredskab.

Den teoretiske indlæring underbygges gennem praktiske forsøg i laboratorier, samt løsning af beregningsopgaver. Ved udvælgelse af opgaver skal der tages særligt hensyn til uddannelsesmålene, således at der ikke gives opgaver for opgavernes skyld.

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU		Side 9 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011		
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	Original: 30.11.2007		

Undervisningen skal bevirke, at den studerende både får en faglig forståelse og samtidig opnår en række faglige færdigheder.

Undervisningsform og metoder skal inspirere den studerende til at tage ansvar for egen læring, og studieforløbets tilrettelæggelse skal motivere til en udvikling af evnen til selvstændigt at kunne tilegne sig viden og være aktiv i egen læring.

Samarbejde med erhvervslivet kan indgå i dele af undervisningen. Herved tilføres skolen specialviden, knowhow samt mulighed for demonstration af det nyeste udstyr m.m.

Tilrettelæggelsen af undervisningen forudsætter en del koncentreret selvstudie og forberedelsesarbejde af den studerende. Det er vigtigt at der følges op og evalueres på selvstudie emnerne.

6 Bedømmelse.

Evaluering af undervisningen:

Underviserne og de studerende gennemfører og evaluerer undervisningen i en ligeværdig dialog med respekt for begge parter roller. Evalueringen foregår efter fastlagt procedure (se kvalitetssikringssystemet).

Bedømmelse af de studerende:

Undervisningen i EL 3 AU afsluttes med en 6 timers skriftlig autorisationsprøve samt en mundtlig eksamen med 24 timers forberedelse og 45. min eksamination.

Tilladte hjælpemidler til den skriftlige prøve er: Formelsamling, lærebøger, egne notater, PC og regnemaskine (**PC kan anvendes som skriveredskab, der skal foretages printning af opgaven**).

For at bestå undervisningsemnet skal karakteren være mindst 02 efter 7 trins skalaen.


Prøverne udarbejdes og afholdes i henhold til Q – systemet.

7 Obligatoriske øvelser/opgaver.

Der stilles beregningsopgaver til understøttelse af de teoretiske emner der arbejdes med. Der udføres følgende laboratorieøvelser med afsluttende rapport/journal til godkendelse:

EL 3 AU 1: Afprøvning af lavspændingsinstallationer

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 10 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

EL 3 AU 2: Jording af højspændingsnet
EL 3 AU 3: Overharmoniske i lavspændingsnet

8 Undervisningsmateriale.

Bog 4 Lys og varme

Poul Erik Petersen
4. udgave 2005

Bog 5 Forsyningsnet og transformerstationer

Carsten Dahl Petersen:
4. udgave 2005

Bog 6 El-tekniske beregninger

Niels W. Kringelum
Carsten Dahl Petersen:
4. udgave 2006 237 sider

Bog 7 Elektriske installationer

Niels Erik Øllgaard
1. udgave 2004

Bog 8 El-installationsmateriel


Poul Erik Petersen
4. udgave 2001

Afsnit 6, HD 384 serien. Elektriske installationer. 1. udgave (Inkl. Cd-rom)

Afsnit 6A "Elektriske installationer" (inkl. Cd-rom)

Afsnit 6B "Krav om supplerende beskyttelse med HPFI-afbryder i nye installationer" (inkl. Cd-rom)

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 11 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011	
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	

Afsnit 8 "Krav om supplerende beskyttelse med HFI- eller HPFI-afbryder i eksisterende installationer" (inkl. Cd-rom)

Afsnit 9. Højspændingsinstallationer. 4. udgave

Afsnit 2, (HD 637 S1) Udførelse af elforsyningsanlæg, 2. udgave (Inkl. Cd-rom)

Afsnit 5, EN 50 110. Drift af elforsyningsanlæg. 3. udgave

Afsnit 5 A. Sikkerhedsforskrifter for bygningsarbejde, vejarbejde, landbrugsarbejde m.m. i nærheden af elforsyningsanlæg. 2. udgave

DS/EN 60 439-1 til 60 439-5:2 002. Lavspændingstavler. Del 1-5, 1. udgave. Da/Eng. (inkl. Cd-rom)

DS/EN 60 204-1:2006+CD-rom

Maskinsikkerhed - Elektrisk udstyr på maskiner - Del 1: Generelle krav

Resume af Stærkstrømsbekendtgørelsen, Lavspændingstavler (www.sik.dk)

Resume af Stærkstrømsbekendtgørelsen, Elektrisk materiel på maskiner (www.sik.dk)

Resume af Stærkstrømsbekendtgørelsen, Generatoranlæg (www.sik.dk)

El - meddelelser (www.sik.dk)

Fællesregulativet 2011 udgave, download via Dansk Energi's hjemmeside..


Herudover anvendes forskellige kataloger fra leverandører af elektrisk installationsmateriel. Der understøttes med relevant faglitteratur, hvor dette er muligt.

9 Referencer.

BEKENDTGØRELSE FOR MASKINMESTERUDDANNELSEN
BEK nr. 1741 af 22.12.2006

Maskinmesteruddannelsen (Professionsbacheloruddannelsen i maskinteknisk ledelse og drift) har til formål at kvalificere de studerende til på ledelsesniveau i skibe og i

Undervisningsvejledning

Undervisningsemne: EL 3 AU	Side 12 af 12	Revisionsnummer: 4.1 – 01.09.2011		
Semester: M4 + M5	Uddannelse: Maskinmester	Udarbejdet af: KN/CK	Original: 30.11.2007	

virksomheder i land at varetage ansvaret for drift og vedligehold af tekniske anlæg og installationer og herunder forestå, at disse anlæg og installationer drives optimalt ud fra sikkerhedsmæssige, driftsøkonomiske og miljømæssige hensyn.