

## Fagplan – modul 2.9

### 16623 Modul 2.9 Avanceret fejlfinding, elektrisk støj og termografering (tidligere Fejlfinding og måleteknik) elektriker

UDDANNELSE: Elektriker

VARIGHED: 4 UGER

LÆRER: Lars Vangsted m.f.

#### FORMÅL:

Beskrivelse:

Her kommer du til at udføre målinger og test på elektriske installationer og brugsgenstande. Du lærer om elektrisk støj og hvordan man kan påvise støj med måleudstyr, samt hvordan man kan minimere støjen med komponenter og installationsmetoder. Du lærer om termografi og korrekt brug af kameraudstyr. Du lærer om korrekt måling af effekt, strøm og spænding, samt kvalitetskontrol af elektriske installationer.

Formålet er at uddanne elektriker elever i udførelse af avanceret fejlfinding, diagnose og afhjælpning på elektriske installationer og elektriske brugsgenstande i forbindelse med elektrisk støj og termografering. De læringsmæssige mål i form af målpinde og omsætning til læringsselementer.

#### FAGETS LÆRINGSMÅL:

##### Målpinde fra EVU:

16623 Modul 2.9 Avanceret fejlfinding, elektrisk støj og termografering.

Avanceret fejlfinding, diagnose og afhjælpning på elektriske installationer og elektriske brugsgenstande i forbindelse med elektrisk støj og termografering.

Niveau Avanceret

Varighed 4 uger.

##### Avanceret niveau:

*Eleven kan vurdere et problem, kan planlægge, løse og gennemføre en opgave/ aktivitet eller løse et problem også i ikke rutinesituationer – alene og i samarbejde med andre – under hensyntagen til opgavens art.*

*På dette niveau lægges der vægt på følgende personlige kvalifikationer:*

*Evne til at tage selvstændigt ansvar og vise initiativ til selv at formulere og løse faglige og sociale opgaver og problemer. Yderligere lægges vægt på kvalitetssans og kreativitet.*

Modulets målpinde:

1. Eleven har en grundlæggende forståelse for betydningen og problematikken ved frekvens, transienter, statisk elektricitet,

lækstrømme m.m. med henblik på reduktion af elektrisk støj

2. Eleven kan redegøre for de harmoniske og overharmoniske strømme og medvirke til løsningsforslag for at minimere disse.
3. Eleven kan optimere bygningers el-installationer og elektriske brugsgenstande med avanceret måleteknik med henblik på reduktion af elektrisk støj.
4. Eleven har kendskab til grundlæggende viden om infrarød termografi og infrarød målingsteknologi.
5. Eleven kan udarbejde rapport og vejlede kunden til en optimeret løsning ved hjælp af måleteknisk analyseudstyr i forhold til elektrisk støj, spændingskvalitet og termografering ved el-installationer og elektriske brugsgenstande.
6. Eleven kan redegøre for og anvende relevante love, regler og standarder i forhold til valgmodulet, samt anvende it til relevant informationssøgning.
7. Eleven kan anvende relevant fagterminologi på engelsk med samarbejdspartnere og brugere.
8. Eleven kan anvende innovative processer for at skabe den bedst mulige løsning i forhold til valgmodulet.

Vejledende praktikmål:

1. Eleven kan udføre kvalitetskontrol efter planer, skemaer og anden relevant dokumentation i forhold til modulet.
2. Eleven kan udføre fejlfinding og relevante målinger i forhold til modulet.

Disse målpinde omhandler de krævede kompetence mål for dette modul. Målpindene bliver her overført til de undervisningsmæssige mål i form af læringselementer.

	Målpinde.		Læringselement. Undervisningsmål.
1 .	Eleven har en grundlæggende forståelse for betydningen og problematikken ved frekvens, transienter, statisk elektricitet, lækstrømme m.m. med henblik på reduktion af elektrisk støj	1 .	Det elektromagnetiske spektrum. Frekvens. Sinusrelationen - sinuskurve. EMC og harmoniske svingninger. Formel for harmonisk svingning. ( $f(x) = A \cdot \sin(bx+c)+k$ ) Transienter: Lyn – højspænding - indkobling-startstrømme – m.m. Beskyttelse med gnistgab – varistorer m.m. Netfilter. Statisk elektricitet. Lækstrømme – nulstømme . Produktkendskab/leverandør specifikationer.
2 .	Eleven kan redegøre for de harmoniske og overharmoniske strømme og medvirke til løsningsforslag	2 .	Komponenter der er årsag til støj og harmoniske strømme: frekvensomformere- motorer-relæer-halvleder/elektronik

	for at minimere disse.		m.m. Harmoniske strømme og hvad de gør. Løsninger: Netfilter – skilletrafo – r-c led – skærmet kabling – udligningsforbindelser – jording m.m
3 .	Eleven kan optimere bygningers el-installationer og elektriske brugsgenstande med avanceret måleteknik med henblik på reduktion af elektrisk støj.	3 .	Gennemgang af måleudstyr: Sand RMS – Net analyser – lækstrømstangameter (line splitter) – reflektormeter – kabelsøger – kabelfejltester – kabelsøger – HPFI test (type B) – eurotester – motortester – magnetisk feltsøger LF – elektromagnetisk bølgemåling HF m.m. Filtre: ringkernetrafo – a – kerne – switchmode strømforsyning – skilletrafo m.m Installationsteknik – jording: funktionsjording – driftsjording – beskyttelsesjording – potentialsudligning.
4 .	Eleven har kendskab til grundlæggende viden om infrarød termografi og infrarød målingsteknologi.	4 .	Omfang fra Level 1 kursus: Varmelære og strålingslære. Infrarød måleteknik. Generel håndtering af instrumenter til termografering. Oversigt over anvendelsesområder for termografering. Rapportering af opgaven.
5 .	Eleven kan udarbejde rapport og vejlede kunden til en optimeret løsning ved hjælp af måleteknisk analyseudstyr i forhold til elektrisk støj, spændingskvalitet og termografering ved el-installationer og elektriske brugsgenstande.	5 .	Vurdering af målinger ud fra tjekliste (lovgivning). Vurdering af målinger ud fra instrumentdata (målte). Udførelse af målereapport.
6 .	Eleven kan redegøre for og anvende relevante love, regler og standarder i forhold til valgmodulet, samt	6 .	El-sikkerhedsloven. Sikkerhed ved målinger – EN 50110-1. Relevante standarder: DBI – AT

	anvende it til relevant informationssøgning .		– EN. EMC direktivet – info – overensstemmelseserklæringer . Lavspændingsdirektivet – info - overensstemmelseserklæringer .
7 .	Eleven kan anvende relevant fagterminologi på engelsk med samarbejdspartnere og brugere.	7 .	Evt. udarbejd en ordbog med begreber. Gennemgang af engelske manualer. Elektropedia.org Google oversæt. Tekniske ordbøger.
8 .	Eleven kan anvende innovative processer for at skabe den bedst mulige løsning i forhold til valgmodulet.	8 .	Udarbejdelse af case med problemformulering.

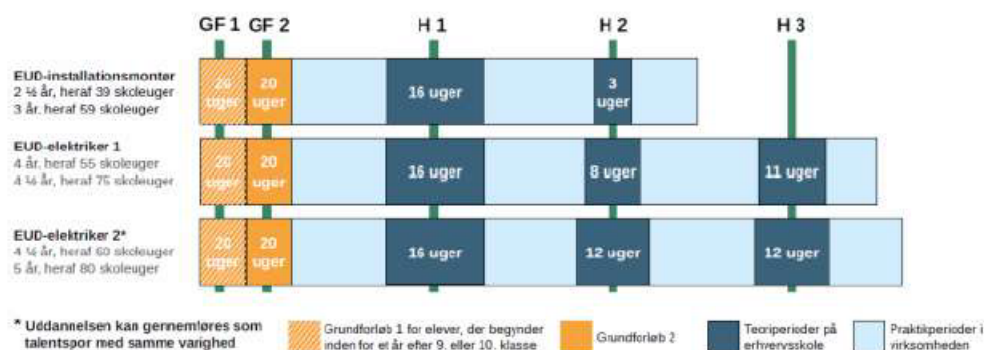
	Vejledende praktikmål.		Projekt praktikmål.
1.	Eleven kan udføre kvalitetskontrol efter planer, skemaer og anden relevant dokumentation i forhold til modulet.	1.	KLS måling og rapportering. Vedligeholdelse skemaer. Årlig rapportering.
2.	Eleven kan udføre fejlfinding og relevante målinger i forhold til modulet.	2.	KLS måling og rapportering. Eurotester – netanalysator m.m.

Uddrag fra bekendtgørelsen for elektrikeruddannelsen:

### *Bekendtgørelse om erhvervsuddannelsen til elektriker*

*I medfør af § 4, stk. 2, og § 38, stk. 2, i lov om erhvervsuddannelser, jf. lovbekendtgørelse nr. 271 af 24. marts 2017, § 4, stk. 1 og 2, og § 7, stk. 3, i lov om erhvervsfaglig studentereksamen i forbindelse med erhvervsuddannelse (eux) m.v., jf. lovbekendtgørelse nr. 961 af 1. september 2014, som ændret ved lov nr. 1746 af 27. december 2016, og efter bestemmelse fra, samråd med og inddragelse af Det faglige udvalg for Elektrikeruddannelsen fastsættes efter bemyndigelse:*

#### 4. Uddannelsens struktur



#### Kompetencemål for hovedforløbet

**Uddannelsens trin 1:** udgør den el tekniske grunduddannelse, hvor alle elever får de samme nødvendige og konstituerende kompetencer for at blive elektriker. Trin 1 har forskellig varighed og indhold for de forskellige elevtyper, jf. skema 1 og 2, men tilrettelægges så alle elever opnår samme slutkompetencer ved afslutningen af første skoleperiode i hovedforløbet.

**Trin 2:** består for alle elever af valgfrie specialefag (moduler), der vælges af eleven og virksomheden. De valgfrie specialefag (modulerne) findes på tre forskellige progressionsniveauer med mulighed for at vælge talentniveau af de valgfrie specialefag (moduler) på højeste progressionsniveau (modulniveau 3).

De valgfrie specialefag (modulerne) er tilrettelagt således, at der er faglig progression mellem de tre niveauer.

De valgfrie specialefag (modulerne) på højere progressionsniveauer (modulniveau 2 og 3) forudsætter derfor bestemte forudgående faglige kompetencer.

De specifikke faglige forudsætninger for at få kunne gennemføre de enkelte valgfrie specialefag (moduler) kan ses i skema 5.

Uddannelsen tilrettelægges, så alle elever har mulighed for at vælge mellem alle valgfrie specialefag (moduler) på laveste progressionsniveau i første skoleperiode på en af elektrikeruddannelsens specialer, og at det er muligt for eleven at vælge valgfrie specialefag (moduler) på højeste progressionsniveau i løbet af trin 2, jf. skema 5.

#### Kompetencemål modul 1.2.

Fagnavn	Faget bidrager til følgende kompetencemål Nr. svarer til uddrag af	Præstationsstandard	Vejledningstid i uger	Installationsmontører		
---------	---	---------------------	-----------------------	-----------------------	--	--

	bekendtgørelsen.		er			
Modul 1.2 Automatiske anlæg på maskiner	15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26	Avanceret	4			

#### Kompetencer m.v. i hovedforløbet

##### § 4. Hovedforløbet har følgende kompetencemål:

1. 15) Eleven kan deltage i projektorienteret arbejde og gennemføre projekter, der er kreative og innovative i forhold til kundens behov.
2. 16) Eleven kan installere, programmere og idriftsætte elektriske installationer og elektriske anlæg i bolig, erhverv og industri, fx kommunikationstekniske installationer og anlæg samt automatiske anlæg.
3. 17) Eleven kan fejlfinde, reparere og vedligeholde elektriske installationer og elektriske anlæg i bolig, erhverv og industri, fx kommunikationstekniske installationer og anlæg samt automatiske anlæg.
4. 18) Eleven kan energieffektivisere elektriske installationer eller automatiske anlæg i bolig, erhverv og industri.
5. 20) Eleven kan integrere og optimere teknologier, fx velfærdsteknologiske løsninger, i intelligente installationer og anlæg i bolig, erhverv og industri.
6. 21) Eleven kan sikre af el-sikkerhed og arbejdsmiljø for eget arbejde samt vurdere el-sikkerhed for samarbejdspartnere og brugere.
7. 23) Eleven kan tage ansvar for planlægning og styring af eget arbejde, herunder inddragelse af innovative, tværfaglige og samfundsmæssige perspektiver i opgaveløsningen.
8. 24) Eleven kan dokumentere og kvalitetssikre eget arbejde samt vurdere kvaliteten af andres arbejde ud fra gældende love, regler og standarder.

9. 25) Eleven kan kommunikere i korrekt fagterminologi på dansk og engelsk med samarbejdspartnere og brugere.
10. 26) Eleven kan anvende it i det daglige arbejde herunder opsøge faglig viden samt dele viden med kolleger og samarbejdspartnere.

Stk. 2. Kompetencemålene nr. 1-14, jf. stk. 1, gælder for alle elever i hovedforløbet.

Stk. 3. Kompetencemålene nr. 15-26, jf. stk. 1, gælder for specialet elektriker 1.

Kompetencemålene nr. 15-28, jf. stk. 1, gælder for specialet elektriker 2.

**Kilde:** <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=179047>

**PÅKRÆVET LÆSEMATERIALE:**

[anfør hvilke bøger og/eller andet læse materiale eleverne skal benytte og hvilke tekster er en god ide at have]

**DIDAKTISKE METODER:**

Undervisningsformen indeholder instruktioner til oplæg i forbindelse med en åben dialog form omkring projektet. Eleverne får mulighed for at deltage aktivt i såvel diskussioner og problemløsning af opgaven.

Lærens rolle er som aktiv informationsgiver, instruktør og vejleder i læringsprocessen, hvor elevens egen indsats og arrangement har stor betydning. Eleven får selv mulighed at søge den nødvendige information til løsning af opgaven. Herunder brug it midler og læringsstof i fagbøger o. lign.

**FAGETS INDHOLD:**

**Modul 2.9.**

Lektionsplan. Dagbaseret.

Uge 1 Dag	Emner.		Handling.

<p>1.  (Mandag)</p>	<p>Det elektromagnetiske spektrum. Frekvens. EMC og harmoniske svingninger.</p>		<p>Velkommen. Transportskema. Password. Generelle oplysninger – sygdom ect. Mapper.m.m. Gennemgang af målpinde – projekt. Måleudstyr – hvad der findes. Hvad er en svingning? Elektromagnetiske bølger. Frekvens – svingningstid. RMS og peak værdi. Harmoniske svingninger. Formel for en harmonisk svingning. <math>F(x) = A \cdot \sin(bx+c)+k</math> Hvad er EMC (opstart). Evt. opgaver.</p>
<p>2. (Tirsdag)</p>	<p>EMC: Luftbåren – ledningsbåren. HF – LF. Koblingsveje. Magnetfelter. Transienter: Lyn – højspænding - indkobling-startstrømme – m.m. Beskyttelse med gnistgab – varistorer m.m. Netfilter. Statisk elektricitet. Lækstrømme – nulstrømme.</p>		<p>Hvad findes der af støjkluder? Hvad er en transient? Koblingsstøj fra relæer og store startstrømme fra motorer og transformere. Magnetfelter fra kabler (højspænding). Fluktuationer på nettet. Lynimpulser – højspænding – HEMP (Høj energetisk magnetisk puls – menneskeskabt - fra brintbomber). Beskyttelsesmetoder: netfilter – skilletrafo – ringkernetrafo – a kerne – switchmode strømforsyning - RC – led. Transient beskyttelse med gnistgab – varistorer ect. Opgaver. Måleøvelser.</p>
<p>3. (Onsdag)</p>	<p>Komponenter der er årsag til støj og harmoniske strømme: frekvensomformere-</p>		<p>Halvleder teknik: Dioder – varistorer – transistorer – triac m.m. Motorer. Drevsystemer –</p>



	<p>motorer- relæer- halvleder/elektronik m.m.  Harmoniske strømme og hvad de gør.  Løsninger: Netfilter – skilletrafo – r-c led – skærmet kabling – udligningsforbindelser – jording m.m.</p>		<p>frekvensomformerer – softstartere – servo.  Netfilter til drevsystemer og hvad der kræves af kabling.  Udligningsforbindelser – jording.  Opgaver. Måleøvelser.</p>
<p>4.  (Torsdag)</p>	<p>Netformer: TN – TT –IT.  <math>I_{k_{min}}</math> - <math>I_{k_{max}}</math>.  Jordsystemer – driftjord – beskyttelsesjord – støjjord- funktionsjord og potential udligning.  Typologier: Stjerne – maske – linje.  Boliger - 10 meters regel. Installations metoder: gitre - hovedudligningsforbindelser. KLS – kontrol.  Testrapport.  Vurdering af målinger ud fra tjekliste (lovgivning).</p> <p><a href="https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/kls-systemet.aspx">https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/kls-systemet.aspx</a></p>		<p>Gennemgang af TN-C- S – TT og IT.  Udligningsmetoder ifølge EN 60204-1. (Maskiner).  Eurotester: Z-loop = Modstand til jord i forsyningsnettet og Z-line = <math>I_{k_{min}}</math> og <math>I_{k_{2faset}}</math> (<math>I_{k_{max}} = \sqrt{3}/2 \cdot I_{k_{2faset}}</math>)  Kortslutningsniveau på nettet.  HPFI (RCD) test. RCD typer A-B-C  Måleøvelse - Eurotester:  Overgangsmodstand til jord.  Z-loop - Z line.</p>
<p>5.  (Fredag).</p>	<p>Måleudstyr: Alm. multimeter. (Volt – ampere – modstand).  Sand RMS.  Tangamperemeter.  Wattmeter.  Korrekt måling af strøm og spænding.  Temperaturmåling.</p>		<p>Hvad er Sand RMS?  Måleøvelse på stjerne og trekantsforbindelser og effektmåling.</p>

Uge 2. Dag	Emner.		Handling.
1. (Mandag).	Måleudstyr: Net analysator. Testrapport. Vurdering af målinger ud fra instrumentdata (målte). Udførelse af målerapport. Gennemgang af engelske manualer. Hjælpemidler: Elektropedia.org Google oversæt.		Gennemgang af måling på netspændingskvalitet og strøm. Måling på tavleforsyning. (Kun lærer). Måleøvelse på frekvensomformer. Udførelse af testrapport. (Software).
2. (Tirsdag).	Kablsøger – reflektormeter. Kabelfejltester. Motortester. Magnetisk feltsøger LF. Elektromagnetisk bølgemåling HF.		Gennemgang af motor. Y og $\Delta$ . Startstrømme. Magnetfelter og svingninger. LF og HF støj. Måleøvelser: Motorer – måling på viklingsimpedans – isolationsmåling. Frekvensomformer. LF og HF luftbåren støj.
3. (Onsdag).	Love og regler. BEK nr 1082 HD 60 364 - Afs 6 EN 60 204-1. EMC direktiv. Overensstemmelseserklæringer. Produktkendskab/leverandør specifikationer. Sikkerhed ved målinger		Gennemgang af sikkerhed ved målinger – L-AUS regler. EN 50110-1. Harmoniske svingninger og spændingskvalitet krav i EN 60 204-1 og HD 60 364. EMC direktivet 2014/30/EU. Overensstemmelseserklæringer. Måleøvelser. Evt. skriftlig prøve.

	<p>- EN 50110-1.  <a href="https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/test-af-hpfi.aspx">https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/test-af-hpfi.aspx</a></p>		
4. (Torsdag).	<p>Lægstrømme – nulstrømme.  Lægstrømstangameremeter.  Line splitter.  RCD test boks.</p>		<p>Hvad er lægstrømme?  Nulstrømme.  Udligningsforbindelser.  PE og PEN ledere.  Måleøvelse:  Lægstrømstangameremeter.  Måling med line splitter og RCD test boks.</p>
5. (Fredag).	<p>Termografering.  Omfang fra Level 1 kursus:  Varmelære og strålingslære.  Infrarød måleteknik.  Refleksionsfaktor.  Generel håndtering af instrumenter til termografering.  Oversigt over anvendelsesområder for termografering.  Rapportering af opgaven.</p>		<p>Hvad er termografi?  Infrarød stråling. (Black body).  FOV og IFOV. Måleskala.  Måleinstrumenter gennemgang.  Måleøvelse: Gryde og strygejern.</p>

<b>Uge 3. Dag</b>	<b>Emner.</b>		<b>Handling.</b>
1. (Mandag).	Termografering fortsat. Historie. Målerapport. (Software). <a href="https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/termografering.asp">https://elma.dk/viden-kurser/vaerd-at-vide/termografering.asp</a> <a href="#">x</a>		Gennemgang af bygningstermografi og elektrisk termografi. Love og regler: DBI – HD 60 364-Afs 6. Måleøvelser: Dukkehus – strygejern – kobberrør/skinner-hulplade (IFOV) – gryde.
2. (Tirsdag).	Termografi afslutning. Måling på netværk. Instrumenter: LanTEK III og SignalTEK CT. Oplæg projekt/case.		Termografi på eltavler. Love og regler. Måleøvelser på tavler. (Kun lærer inde i tavlen). Rapport (Software). Udlevering af projekt/case. Kabling cat 5 – 6. Føringsveje. Actassihåndbog. Måleøvelse på netværk. Eleverne laver selv et kabel og måler.
3. (Onsdag).	Opstart af projekt/case. Gennemgang af opgave		Case arbejde.
4. (Torsdag).	Projekt/case arbejde.		Case arbejde.

5. (Fredag).	Projekt/case arbejde.		Case arbejde.
<b>Uge 4. Dag</b>	<b>Emner.</b>		<b>Handling.</b>
1. (Mandag).	Projekt/case arbejde.		Case arbejde.
2. (Tirsdag).	Skriftlig prøve. Projekt/case arbejde.		Prøve. Case arbejde.
3. (Onsdag).	Projekt/case arbejde. Aflevering Kl: 12:00		Case arbejde. Forberedelse mundtlig prøve. Oprydning.
4. (Torsdag).	Mundtlig prøve. Overhøring af caseopgave.		Mundtlig prøve 20 min pr elev.
5. (Fredag).	Afslutning. Evaluering.		Oprydning og farvel.

#### EVALUERING:

Som udgangspunkt bliver elever præsenteret for det praktiske mål. Herefter beskrives hvordan vi skal nå

derhen og med hvilke midler. Der bliver sat dato for aflevering af projekt, samt hvornår og hvordan der afholdes skriftlig prøve og mundtlig eksamen.

Hver uge indledes med en plan for ugen og det udspecificeres på dage Eleverne udsættes for en ugentlig test for at følge op på deres niveau.

## BEDØMMELSESKRITERIER:

Alle valgfrie specialefag (moduler) på trin 2 afsluttes med en prøve, der omfatter modulets indhold. Prøven

stilles af skolen, der kan indhente bidrag fra det faglige udvalg. Bedømmelsen indgår som grundlag for udstedelse af skolevejledning.

Den endelige karakter er en gennemsnits karakter af test og afsluttende prøve.

### *7-trins-skalaen*

**§ 1.** Uddannelsessøgende skal ved prøver og eksamener, som efter reglerne om de enkelte uddannelser mv. dokumenteres ved prøve-, eksamens- eller afgangsbøger, bedømmes efter følgende karakterskala (7-trins-skalaen), jf. dog kapitel 2:

12: For den fremragende præstation.

10: For den fortrinlige præstation.

7: For den gode præstation.

4: For den jævne præstation.

02: For den tilstrækkelige præstation.

00: For den utilstrækkelige præstation.

-3: For den ringe præstation.

*Stk. 2.* Ved oversættelse af karakterskalaen til engelsk anvendes de betegnelser, som fremgår af bilag 2 til bekendtgørelsen.

*Stk. 3.* Karakterskalaen finder anvendelse ved afgivelse af årskarakterer og lignende standpunktsbedømmelser.

**§ 2.** Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.

**§ 3.** Karakteren 10 gives for den fortrinlige præstation, der demonstrerer omfattende opfyldelse af fagets mål, med nogle mindre væsentlige mangler.

**§ 4.** Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.

**§ 5.** Karakteren 4 gives for den jævne præstation, der demonstrerer en mindre grad af opfyldelse af fagets mål, med adskillige væsentlige mangler.

**§ 6.** Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

**§ 7.** Karakteren 00 gives for den utilstrækkelige præstation, der ikke demonstrerer en acceptabel grad af opfyldelse af fagets mål.

**§ 8.** Karakteren -3 gives for den helt uacceptable præstation.