



De onderwijsvisitatie Elektrotechniek

Een evaluatie van de kwaliteit van de opleidingen Elektrotechniek, Nuclear Fusion Science and Engineering Physics, Fotonica, en Nanowetenschappen en Nanotechnologie aan de Katholieke Universiteit Leuven, de Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel



De onderwijsvisitatie Elektrotechniek

Een evaluatie van de kwaliteit van de opleidingen Elektrotechniek, Nuclear Fusion Science and Engineering Physics, Fotonica, en Nanowetenschappen en Nanotechnologie aan de Katholieke Universiteit Leuven, de Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel

De onderwijsvisitatie Elektrotechniek

Gedrukte exemplaren van dit rapport kunnen tegen betaling verkregen worden op:

VLIR-secretariaat, Ravensteingalerij 27, 1000 Brussel

T +32 (0)2 792 55 00 - F +32 (0)2 211 41 99

administratie@vlir.be

Het rapport is elektronisch beschikbaar op www.vlir.be

Wettelijk depot: D/2010/2939/14

Voorwoord van de voorzitter van de VLIR

Dit rapport bevat de bevindingen van de visitatiecommissie die de academische opleidingen in de studiegebieden Elektrotechniek, Fotonica, Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de Vlaamse universiteiten heeft geëvalueerd. De commissie heeft haar opdracht uitgevoerd in de periode januari tot december 2010, met inbegrip van de bezoeken aan de opleidingen. Het initiatief kadert in de opdracht die de Vlaamse overheid gaf aan de Vlaamse universiteiten en aan de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR) betreffende de externe kwaliteitszorg van het academisch onderwijs.

De commissie heeft de visitatieprocedure gevolgd zoals die is vastgelegd in de 'Handleiding Onderwijsvisitaties VLIR/VLHORA' (Brussel, september 2008). Naast relevante suggesties en aanbevelingen in het kader van de continue verbetering van het academisch onderwijs, formuleert de commissie een beoordeling en geeft zij een evaluatiescore aan de zes onderwerpen en onderliggende facetten van het accreditatiekader van de Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie (NVAO). Samen met de kwalitatieve beoordelingen vormen die scores in de opleidingsrapporten een belangrijk element ten behoeve van de accreditatiebesluiten van de NVAO.

Het visitatierapport is in de eerste plaats bedoeld voor de betrokken opleidingen en in het bijzonder gericht op de handhaving en verbetering van de kwaliteit ervan. Daarnaast beoogt het rapport ook de samenleving objectief in te lichten over de kwaliteit van de geëvalueerde opleidingen. Om die reden wordt het rapport publiek gemaakt op de webstek van de VLIR (www.vlir.be).

De lezer moet er rekening mee houden dat het visitatierapport een momentopname is en slechts één fase vertegenwoordigt in het proces van blijvende zorg voor onderwijskwaliteit. Al na korte tijd kunnen de opleidingen immers grondig zijn gewijzigd en verbeterd, mee in antwoord op de resultaten van interne onderwijsbeoordelingen door de universiteiten zelf of als reactie op de aanbevelingen van de betrokken visitatiecommissie.

Graag dank ik op de eerste plaats de voorzitter en de leden van de visitatiecommissie voor de tijd die zij geïnvesteerd hebben in de doorlichting van de opleidingen, maar ook voor de grote deskundigheid waarmee zij hun opdracht hebben uitgevoerd.

Deze visitatie was enkel mogelijk dankzij de inzet van velen die binnen de universiteiten betrokken waren bij de voorbereiding en uitvoering ervan. Ik ben hen daarvoor zeer erkentelijk. Het is mijn hoop dat zij de positieve opmerkingen van de visitatiecommissie mogen ervaren als een bevestiging van hun inspanningen en tevens een bijkomende stimulans vinden in de geformuleerde aanbevelingen ten einde de kwaliteit van het academisch onderwijs verder te verbeteren en te versterken.

Voorwoord van de voorzitter van de visitatiecommissie

Dit rapport gaat over de evaluatie van de kwaliteit van een aantal gerelateerde ingenieursopleidingen aan de Vlaamse universiteiten. In eerste instantie zijn er de bachelor- en masteropleidingen Elektrotechniek. Daarnaast zijn ook nog de masteropleidingen Fotonica, gezamenlijk aangeboden door de UGent en de Vrije Universiteit Brussel, de masteropleiding Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de UGent en de masteropleidingen Nanowetenschappen en Nanotechnologie die door de K.U.Leuven worden verzorgd.

De opleidingen Elektrotechniek zijn laatst gevisiteerd in 2002, toen de bachelor-master structuur nog niet bestond, de overige opleidingen zijn niet eerder gevisiteerd.

De commissie is van oordeel dat de universiteiten en alle betrokkenen bij de opleidingen de kwaliteit van de opleidingen, zowel op inhoudelijk als op didactisch gebied hoog in het vaandel hebbendragen. De kwaliteit, de professionaliteit en inzet van diegenen die bij het onderwijs betrokken zijn, is hoog. Dit reflecteert zich in de kwaliteit van de opleidingen. Zij kunnen de toets met gerenommeerde buitenlandse instellingen doorstaan.

Het is de commissie opgevallen dat de studenten die ze ontmoet heeft, enthousiast zijn over de opleidingen die ze genieten. Er heerst een zeer positief studieklimaat en de motivatie is groot. De industrie, de researchinstellingen en de onderzoeksgroepen zijn zeer tevreden over de alumni die ze in dienst nemen, kon de commissie voorts constateren.

Tussen de opleidingen zijn er uiteraard kwaliteitsverschillen, maar deze zijn gering. De gevisiteerde opleidingen hebben soms een verschillend karakter, te wijten aan bijvoorbeeld de verschillende schaalgrootte van de opleidingen Elektrotechniek in Leuven en Gent enerzijds en Brussel anderzijds, of het inherente zeer internationale karakter van de Erasmus Mundus opleidingen.

De commissie heeft ook vastgesteld dat de opleidingen er goed in geslaagd zijn om te gaan met de dynamiek van de vooropleidingen (middelbaar onderwijs en instroom uit de hogescholen), het verdwijnen van de selectie aan de poort en de overgang van een vijfjarig curriculum naar de bachelor-master structuur. De universiteiten zijn erin geslaagd de kwaliteit van de opleidingen door gepaste maatregelen in stand te houden. Dit is geen triviale taak en blijft een zorg voor de toekomst.

Er zijn een aantal algemene punten waar de commissie de aandacht wil op vestigen.

- a. Een punt van zorg is de financiering van het onderwijs, die niet voldoende is om de kosten van de onderwijsinspanningen en de nodige investeringen in onderwijs te dekken. Dit wordt algemeen opgevangen door onderzoeksfinanciering in te zetten voor onderwijs. Onderwijs en onderzoek zijn uiteraard sterk gelieerd, maar de commissie is van mening dat dit een ongewenste situatie is, zowel voor onderzoek als onderwijs. De commissie beseft ook dat de verantwoordelijkheid om hier verandering in te brengen voornamelijk ligt bij de beleidsmakers, maar het is ook aan de opleidingen en de afnemers van hun afgestudeerden om de aandacht van beleidsmakers hierop te trekken.
- b. De commissie vindt dat studieadviezen bindend zouden moeten zijn. In de huidige situatie komt het frequent voor dat studenten die wegens een niet passend voorkennisniveau of om andere redenen het advies krijgen om een andere en meer geschikte studierichting te volgen hier geen direct gevolg aan geven, en pas later deze stap zetten. Het resultaat is dat tijd, inspanning en geld van de student en de opleiding onnodig verspild worden. Zowel de student als de opleiding zijn hier de verliezers. Dit is eveneens een punt waar de beleidsmakers aan zet zijn.
- c. De commissie beschouwt de bedrijfstages als een waardevol middel om studenten in contact te brengen met de beroepspraktijk. Niettegenstaande het aanbod, constateert de commissie dat er weinig animo is bij de studenten om stages te doen in bedrijven of in onderzoeksinstellingen. Dit lijkt een aantal verschillende oorzaken te hebben. De commissie beveelt aan te onderzoeken hoe stages aantrekkelijker kunnen worden gemaakt voor studenten en hoe studenten sterker gemotiveerd kunnen worden om een stage te doen.
- d. De commissie is van oordeel dat het gebruik van de Engelse taal in de masterprogramma's mag versterkt worden. Ook bij studenten leeft deze gedachte. Het versterken bereidt de studenten voor op een beroepspraktijk waar Engels een dominante taal is. In het bijzonder voor technische en wetenschappelijke schriftelijke communicatie is Engels de lingua franca. Met name vindt de commissie dat de afstudeerverslagen in het Engels horen te zijn. De commissie begrijpt dat hier wettelijke beperkingen een rol spelen. Het zou daarom goed zijn indien de ingenieursopleidingen bij de beleidsmakers zouden pleiten voor verandering.

- e. Het is voor alle opleidingen belangrijk dat de afgestudeerden, naast de inhoudelijke kennis en vaardigheden, eveneens competenties ontwikkelen die in toenemende mate van belang zijn voor het beroepsleven en in het bijzonder voor een carrièrepad waar levenslang leren in toenemende mate belangrijk wordt. De commissie beklemtoont echter dat het verwerven van dergelijke competenties niet ten koste mag gaan van de inhoudelijke kern van de opleidingen, zoals domeinspecifieke kennisvergaring en ontwerpvaardigheden. Zij horen de solide basis te zijn voor de verdere persoonlijke ontwikkelingen.

Prof. dr. ir. Ignas Niemegeers
Voorzitter van de visitatiecommissie

Inhoud

Voorwoord van de voorzitter van de VLIR	3
Voorwoord van de voorzitter van de visitatiecommissie	5

Deel 1 Algemeen deel 11

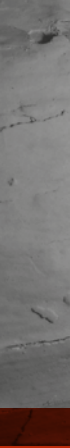
<i>I. De visitatie Elektrotechniek</i>	13
<i>II. Het referentiekader</i>	19
<i>III. De opleidingen in vergelijkend perspectief</i>	35
<i>IV. Tabel met scores, onderwerpen en facetten</i>	47

Deel 2 Opleidingsrapporten 53

<i>I. Universiteit Gent, Elektrotechniek</i>	55
<i>II. Ghent University, Nuclear Fusion Science and Engineering Physics</i>	89
<i>III. Vrije Universiteit Brussel, Elektrotechniek</i>	115
<i>IV. Universiteit Gent en Vrije Universiteit Brussel, Fotonica</i>	137
<i>V. Katholieke Universiteit Leuven, Elektrotechniek</i>	177
<i>VI. Katholieke Universiteit Leuven, Nanowetenschappen en Nanotechnologie</i>	215

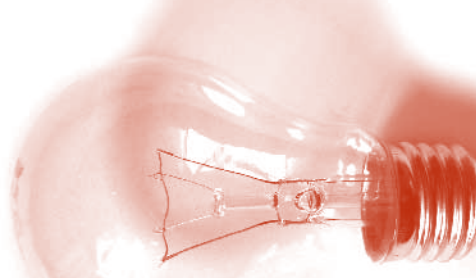
Bijlagen

Bijlage 1: Personalía van de leden van de visitatiecommissie	259
Bijlage 2: De bezoekschema's	269





Deel 1 Algemeen deel



De onderwijsvisitatie Elektrotechniek

Inleiding

In dit rapport brengt de visitatiecommissie Elektrotechniek verslag uit van haar bevindingen over de academische opleidingen in de studiegebieden Elektrotechniek, Fotonica, Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de Vlaamse universiteiten die zij in de periode februari-april 2010, in opdracht van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR), heeft bezocht.

Dit initiatief kadert in de werkzaamheden van de VLIR inzake externe kwaliteitszorg, waarmee de Vlaamse universiteiten gevolg geven aan de decretale verplichtingen terzake.

1 | De betrokken opleidingen

Ingevolge haar opdracht heeft de visitatiecommissie de volgende instellingen bezocht:

- van 8 t.e.m. 10 maart 2010: Universiteit Gent
 - o Bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
 - o Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
 - o European master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics
- van 17 t.e.m. 18 februari 2010: Vrije Universiteit Brussel
 - o Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie

- van 22 februari t.e.m. 24 februari 2010: Universiteit Gent-Vrije Universiteit Brussel
 - o Master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica
 - o Master of Photonics Science and Engineering
 - o Erasmus Mundus master of Science in Photonics
- van 19 april t.e.m. 22 april 2010: Katholieke Universiteit Leuven
 - o Bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
 - o Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
 - o Master of Engineering: Electrical Engineering
 - o Master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie
 - o Master of Nanoscience and Nanotechnology
 - o Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology

De volgorde van de bezoeken is veelal bepaald door overwegingen van pragmatisch-organisatorische aard. De visitatiecommissie is zich ervan bewust dat deze volgorde, zij het impliciet, een invloed kan hebben gehad op de visitatie. Zij heeft er evenwel zorgvuldig over gewaakt dat in alle opzichten vergelijkbare beoordelingen en adviezen tot stand kwamen.

2| De visitatiecommissie

2.1. Samenstelling

De samenstelling van de visitatiecommissie werd op 13 januari 2010 (zonder student) en op 3 februari 2010 (met student) bekrachtigd door de Erkenningcommissie. De visitatiecommissie werd vervolgens door de VLIR ingesteld bij besluit van 3 februari 2010.

De commissie had de volgende samenstelling:

Voorzitter:

- Prof. dr. Ignas Niemegeers, hoogleraar Wireless and Mobile Communication T.U.Delft.

Leden:

- Prof. dr. Paul Regtien, hoogleraar Elektrische Metingen en Instrumentatie T.U.Twente.
- Prof. dr. Peter Baltus, hoogleraar en hoofd van het Centre for Wireless Technology, T.U.Eindhoven.
- Prof. dr. Marc Ilegems, emeritus hoogleraar Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Prof. dr. Tony Donné, adjunct-directeur FOM-Instituut voor Plasmafysica, Rijnhuizen.

- Prof. dr. Christian Eugène, emeritus hoogleraar Elektrotechniek UCL, directeur Formation Continu des Ingenieurs aan de UCL en bestuurslid European Association for Education in Electrical and Information Engineering.
- Dhr. Benjamin Baert, student Bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Werktuigkunde met nevenrichting Elektrotechniek, K.U.Leuven.

Commissielid Marc Ilegems werd aangesteld om deel te nemen aan het bezoek en de beoordeling van de masteropleidingen Fotonica die gezamenlijk worden ingericht door de Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel en van de masteropleidingen in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie die de K.U.Leuven organiseert. Hij heeft niet deelgenomen noch aan het bezoek, noch aan de beoordeling van de andere opleidingen.

Commissielid Tony Donné werd aangesteld om deel te nemen aan het bezoek en de beoordeling van de masteropleiding in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de Universiteit Gent. Hij heeft niet deelgenomen noch aan het bezoek, noch aan de beoordeling van de andere opleidingen.

Dhr. Benjamin Baert heeft deelgenomen aan de bezoeken en de beoordeling van de opleidingen aan de Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel. Gezien zijn verbondenheid met de K.U.Leuven heeft hij niet deelgenomen aan het bezoek, noch aan de beoordeling van de opleidingen aan de K.U.Leuven.

Ilse De Vooght, stafmedewerker kwaliteitszorg verbonden aan de VLIR, trad op als projectbegeleider van de commissie.

Voor korte curricula vitae wordt verwezen naar bijlage 1.

2.2. Taakomschrijving

De opdracht aan de visitatiecommissie die in het instellingsbesluit is omschreven, luidt als volgt:

- a op basis van de door de faculteiten aan te leveren informatie en door middel van ter plaatse te voeren gesprekken zich een oordeel te vormen over de kwaliteit van de opleiding (inclusief de kwaliteit van de afgestudeerden) en over de kwaliteit van het onderwijsproces (inclusief de kwaliteit van de onderwijsorganisatie), mede gelet op de eisen/verwachtingen die voortvloeien uit de facultaire taak iedere student voor te bereiden op de zelfstandige beoefening van de wetenschap of de beroepsmatige toepassing van wetenschappelijke kennis;
- b het formuleren van aanbevelingen om te komen tot kwaliteitsverbetering;
- c het beoordelen of de kwaliteit van de opleiding voldoet aan de beoordelingscriteria van het accreditatiekader en het geven van een integraal oordeel over de opleiding waarop de NVAO zich zal baseren bij de accreditatie.

2.3. Werkwijze

2.3.1. Voorbereiding

Ter voorbereiding van de visitatie werd aan de instellingen gevraagd een uitgebreid zelfevaluatierapport op te stellen. De Cel Kwaliteitszorg van de VLIR heeft hiervoor een visitatieprotocol ter beschikking gesteld, waarin de verwachtingen ten aanzien van de inhoud van het zelfevaluatierapport uitgebreid zijn beschreven. Het zelfevaluatierapport volgt het accreditatiekader. Naast feitelijke beschrijvingen per onderwerp en per facet van het accreditatiekader wordt aan de opleidingen ook gevraagd hun toekomstperspectieven kenbaar te maken en een kritische sterkte-zwakte-analyse op te nemen in het zelfevaluatierapport. Daarnaast worden een aantal verplichte bijlagen opgenomen, onder andere een beschrijving van het programma, cursusbeschrijvingen, examenvragen en studenten- en personeelstabellen.

De visitatiecommissie ontvangt de zelfevaluatierapporten een aantal maanden voor het eigenlijke bezoek, waardoor zij de gelegenheid krijgt deze documenten vooraf zorgvuldig te bestuderen en het bezoek grondig voor te bereiden.

De commissieleden worden bovendien verzocht een tweetal eindverhandelingen te selecteren uit een lijst van recente eindverhandelingen. De geselecteerde eindverhandelingen worden eveneens een aantal weken voor het eigenlijke bezoek door de Cel Kwaliteitszorg aan de commissieleden bezorgd. Elk commissielid heeft bijgevolg per opleiding minstens twee eindverhandelingen grondig gelezen vooraleer het bezoek plaatsvindt.

De visitatiecommissie hield haar installatievergadering op 29 januari 2010. Op dit moment hadden de commissieleden het visitatieprotocol en de zelfevaluatierapporten reeds in hun bezit. Tijdens deze vergadering werden de commissieleden verder ingelicht over het visitatieproces en hebben zij zich concreet voorbereid op de af te leggen bezoeken. Verder heeft de commissie op deze vergadering haar referentiekader geformuleerd (zie hoofdstuk II).

Daarnaast werd het programma van de bezoeken opgesteld (zie bijlage 2) en werd een eerste bespreking gehouden van de zelfevaluatierapporten.

2.3.2. Bezoek aan de instellingen

De tweede bron van informatie werd gevormd door de gesprekken die de commissie tijdens haar bezoeken aan de opleidingen heeft gevoerd met alle geledingen die betrokken zijn bij het onderwijs in Elektrotechniek, Fotonica, Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en Nuclear Fusion Science and Engineering Physics. Ook werd aan de instellingen gevraagd – als een derde bron van informatie – om een veelheid van documenten ter inzage te leggen ten behoeve van de commissie. Tijdens de bezoeken werd voldoende tijd uitgetrokken om de commissie de gelegenheid te geven deze documenten grondig te bestuderen. De documenten die typisch ter inzage

van de commissie werden gelegd, waren: het leer materiaal (cursussen, handboeken, syllabi), verslagen van de belangrijke beleidsvormende of beleidsopvolgende organen (faculteitsraad, onderwijscommissies, departementsraden), documenten die betrekking hebben op de interne kwaliteitszorg (enquêteformulieren, niet-persoonsgebonden evaluatie van het onderwijs), documenten aangaande de procedures van curriculumherzieningen, c.q. de omvorming naar de bachelor-masterstructuur, voorbeelden van informatieverstrekking aan aspirant-studenten, etc. Bovendien werden nog enkele eindverhandelingen bijkomend ter inzage gelegd.

Het bezoekschema voorzag - naast gesprekken met het bestuur van de faculteit, de opleidingsverantwoordelijken, de studenten, de assistenten, de docenten en de facultaire en opleidingsgebonden beleidsmedewerkers - steeds in een bezoek aan de faciliteiten (inclusief bibliotheek, practicalokalen en computerfaciliteiten), een gesprek met de afgestudeerden van de opleidingen en een spreekuur waarop de commissie bijkomend leden van de opleiding kon uitnodigen of waarop personen op een vertrouwelijke wijze door de commissie konden worden gehoord.

De gesprekken die de commissie heeft gevoerd, waren zeer openhartig en verhelderend en vormden een goede aanvulling bij de lectuur van het zelfevaluatie-rapport. Aan het einde van het bezoek werden, na intern beraad van de commissie, de voorlopige bevindingen mondeling aan de gevisiteerde opleidingen mee gedeeld.

2.3.3. *Rapportering*

Als laatste stap in het visitatieproces heeft de commissie haar bevindingen, conclusies en aanbevelingen in voorliggend rapport vastgelegd. Bovendien geeft zij, overeenkomstig de bepalingen voor de visitaties in het kader van de accreditatie, een oordeel over de zes onderwerpen uit het accreditatiekader volgens een binaire beoordelingsschaal voldoende/onvoldoende en een integraal oordeel over de betrokken opleidingen.

De opleidingsverantwoordelijken van de betrokken opleidingen werden in de gelegenheid gesteld om op het concept van rapport te reageren.

3| Een korte terugblik op de visitatie

De commissie heeft de haar toegekende opdracht met veel belangstelling uitgevoerd. De visitatie heeft de leden van de commissie niet alleen de kans geboden om het academisch onderwijs in de disciplines Elektrotechniek, Fotonica, Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en Nuclear Fusion Science and Engineering Physics in Vlaanderen van naderbij te bekijken maar het was voor haar tevens een unieke gelegenheid om onder vakgenoten te reflecteren en te debatteren over de aard, de kwaliteit en de toekomst van dit onderwijs.

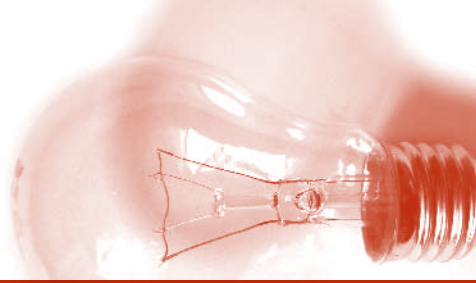
De commissie heeft tijdens de discussies steeds getracht om vanuit een kritische ingesteldheid op een constructieve manier voorstellen tot verbetering te doen en bij te dragen tot de toekomstige hervormingen. Ze heeft bij haar beoordeling de eigenheid van de universiteit en de opleiding in acht genomen en de oordelen en suggesties steeds gesitueerd binnen de context van de opleiding.

Met het voorliggend rapport hoopt de commissie dan ook een bijdrage te leveren tot de verdere positieve ontwikkeling van het onderwijs in de Elektrotechniek, de Fotonica, de Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en in de Nuclear Fusion Science and Engineering Physics in Vlaanderen. De commissie wenst met het rapport in de eerste plaats een discussie op gang te brengen binnen de betrokken faculteiten met de bedoeling na te gaan op welke punten verbetering nodig is en in welke mate dit binnen de gegeven randvoorwaarden te verwezenlijken is. Verder hoopt de visitatiecommissie dat voorliggend rapport in zijn geheel ook aan de buitenwereld nuttige informatie verschaft en een goed inzicht geeft in de eigenheid en de kwaliteit van de gevisiteerde opleidingen.

Tot slot dankt de visitatiecommissie bestuurders, medewerkers, studenten en afgestudeerden van de betrokken opleidingen die door hun inspanningen tijdens de voorbereiding en de open dialoog tijdens de bezoeken hebben bijgedragen aan het welslagen van deze visitatie.

4 | Opzet en indeling van het rapport

Het voorliggend rapport bestaat uit twee delen. In het eerste deel van het rapport beschrijft de commissie in hoofdstuk II het referentiekader van waaruit zij de gevisiteerde opleidingen heeft beoordeeld. In hoofdstuk III worden de belangrijkste conclusies en bevindingen van de commissie per thema vergelijkenderwijs weergegeven. In hoofdstuk IV worden de toegekende scores in tabelvorm samengevat. In het tweede deel van het rapport brengt de commissie verslag uit over de verschillende opleidingen die zij heeft doorgelicht. De aanbevelingen die de commissie doet ten aanzien van de afzonderlijke universiteiten worden in deze deelrapporten achteraan opgenomen. De deelrapporten werden geordend naar de chronologische volgorde van de bezoeken.



Het referentiekader van de visitatiecommissie Elektrotechniek

Inleiding

Voor het beoordelen van het onderwijs gaat de visitatiecommissie uit van een referentiekader gebaseerd op geformuleerde doelstellingen, omschreven eindtermen en vastgestelde kwaliteitseisen waaraan naar haar oordeel een academische opleiding in de studiegebieden Elektrotechniek, Fotonica, Nanowetenschappen en Nanotechnologie, en Nuclear Fusion Science and Engineering Physics dient te voldoen. De commissie kan immers niet volstaan met het geven van oordelen, maar moet ook aangeven waarop deze oordelen zijn gebaseerd.

Bij het opstellen van het referentiekader heeft de commissie zich gebaseerd op het referentiekader zoals gehanteerd in 2002 bij de onderwijsvisitatie Elektrotechniek (VLIR, maart 2003), de doelstellingen en eindtermen die de opleidingen voor het eigen onderwijs hebben geformuleerd in hun zelfevaluatie rapporten, het Vlaamse Structuurdecreet (2003) en het toetsingskader van het Nederlands-Vlaamse Accreditatie Orgaan (NVAO) waarin een aantal minimumeisen worden vooropgesteld die gebaseerd zijn op de internationaal aanvaarde Dublin-descriptoren, alsook op internationale eisen die worden gesteld aan academische opleidingen in bovenvermelde studiegebieden.

Het referentiekader beschrijft aan welke domeinspecifieke eisen de opleidingen dienen te voldoen. Tevens dient er voldoende inzicht te zijn in de algemeen onderwijskundige uitgangspunten van een academische opleiding, de eisen aangaande de onderwijsorganisatie, het personeelsbeleid en het onderwijzend personeel, en de interne kwaliteitszorg.

Het referentiekader Elektrotechniek is geschreven voor de opleidingen bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek en master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de Universiteit Gent, bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek en master of Engineering: Electrical Engineering aan de K.U.Leuven, master in de Ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie aan de Vrije Universiteit Brussel, master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica, master of Photonics Science and Engineering en Erasmus Mundus master of Science in Photonics aangeboden door de Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel, Erasmus Mundus master of Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de Universiteit Gent en de opleidingen master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie, master of Nanoscience and Nanotechnology en Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology aan de K.U.Leuven.

Het referentiekader is voor het bezoek, maar na het inleveren van de zelfevaluatie-rapporten voorgelegd aan de opleidingen. Tijdens het bezoek van de visitatiecommissie is het referentiekader met de opleidingen bediscussieerd.

Bij de visitatie en beoordeling van de opleidingen heeft de visitatiecommissie de richtlijnen van het VLIR/VLHORA visitatieprotocol gevolgd.

1] Domeinspecifieke eisen op het gebied van Elektrotechniek, Fotonica, Nuclear Fusion Science and Physics Engineering, en Nanowetenschappen en Nanotechnologie

De visitatiecommissie expliciteert de volgende domeinspecifieke eisen:

1.1. Bacheloropleiding Elektrotechniek

Kennis

De bacheloropleiding heeft als doel de studenten een solide basis bij te brengen in

- wiskunde, waaronder differentiaal- en integraalvergelijkingen, Laplace en Fouriertransformaties, complexe variabelen, Booleaanse algebra, logica en verzamelingen, kansrekening en statistiek
- fysica, inclusief optica, elektromagnetisme, halfgeleiderfysica
- materiaalkunde
- informatica, inclusief computerarchitectuur, programmeren
- elektrotechniek
- modelleren en simulatietechnieken
- schakelingen en signaalverwerking
- meet- en regeltechniek

- sterkstroomtechnieken (elektrische energievoorziening, elektromechanica, vermogens-elektronica)
- informatietheorie
- elektronica (componenten en schakelingen), zowel analoog als digitaal

Daarnaast biedt de opleiding de studenten een

- inwijding in ontwerpmethodiek (inclusief tools, testen)
- kennismaking (via keuzeopleidingsonderdelen) in de toepassingsdomeinen van de elektrotechniek (zoals telecom, IC-ontwerp, mechatronica, ...)

Vaardigheden

De bacheloropleiding is gericht op het ontwikkelen van of het leren gebruiken van

- experimentele vaardigheden
- probleemoplossende vaardigheden
- projectmatig werken
- communicatievaardigheden (leren communiceren zowel mondeling als schriftelijk over het eigen vakgebied)
- vakliteratuur

Binnen dit kader is de visitatiecommissie voorstander van het inrichten van een bachelorproef.

Attitude

De opleiding heeft aandacht voor een algemene academische vorming (ethiek, wetenschapsfilosofie, ...)

1.2. Masteropleiding Elektrotechniek

Kennis

De masteropleiding heeft als doel de studenten een brede verdieping bij te brengen in

- wiskunde
- fysica, zoals solid state fysica, plasmafysica, quantumfysica en procestechnologie en aanverwante technieken
- informatica
- elektrotechniek, zowel in de basisdomeinen (meet- en regeltechniek, ... zie bacheloropleiding) als in de geavanceerde domeinen (micro- en nanosystemen, biotechniek)

De masteropleiding beoogt de ontwikkeling van een expertkennis op een deelterrain van de elektrotechniek (telecom, optische technologie, meet- en regeltechniek, elektronische ontwerpkunder, energietechniek, elektromechanica, ...)

De masteropleiding biedt de mogelijkheid tot de integratie van elektrotechniekdisciplines in een toepassingsgebied (medische toepassingen, energetische toepassingen, communicatietoepassingen).

De masteropleiding biedt een inwijding in standaardisatie, regelgeving, etc.
De masteropleiding hecht een groot belang aan de relatie onderwijs-onderzoek en biedt een 'state of the art'-kennis in het vakgebied aan.

Masterproef

Binnen het kader van de masterproef toont de student aan dat hij

- een inzicht heeft in en overzicht heeft van de eigen specialisatie
- zich snel kan inwerken
- zich relevante vakliteratuur kan eigen maken en toepassen
- origineel, innovatief, creatief en kritisch is
- zelfstandig kan werken en gemotiveerd is
- een degelijk verslag kan maken

Vaardigheden

De masteropleiding hecht belang aan

- in groepen werken
- projectmatig werken
- communiceren over het eigen vakgebied (zowel mondeling als schriftelijk)
- probleemanalyse en strategieën om problemen aan te pakken
- een kritische houding t.a.v. de eigen resultaten en die van anderen
- industriële ervaring (stage, contacten met beroepenveld en alumni)
- het gebruik van vakliteratuur
- ontwikkelen en verifiëren van modellen
- het toepassen van experimentele technieken (opzetten en managen van experimenten)
- het inzetten van computertools en -gereedschappen, zowel soft- (Labview, CAD, CAM) als hardware (meetapparatuur)

Attitudes

De masteropleiding heeft oog voor de socio-economische aspecten van ontwerpen.
De masteropleiding heeft aandacht voor een algemene academische vorming (ethiek, wetenschapsfilosofie, ...)

1.3. Master education Fotonica

Knowledge

- theoretical optics (wave propagation, polarization, reflection, refraction, coherence, interference, diffraction, fourier optics, ray optics, ...)
- optical properties of solids, crystals, liquids, gases (linear and non-linear effects)
- introduction to quantum physics, quantum optics, and solid state physics
- semiconductor photonic devices and fabrication technology

- active and passive optical components (from lenses to lasers, from THz to X-rays)
- light modulation, switching and detection

Experimental

Hands-on laboratory experience in the design and implementation of optical systems and advanced optical measurement techniques. Modelling of optical systems and comparison of theoretical simulations with experimental data.

Application domains

- optical communications
- optical information processing and storage
- optical sensing and imaging
- metrology and control
- illumination and displays
- microscopy
- health care, life sciences and medicine, biotechnology
- vision and surveillance
- photovoltaics
- materials processing, printing, lithography
- environmental monitoring
- nanosciences

Master thesis

Design and realization of photonic systems. Modelling, measurements and interpretation.

Skills

During his studies, the student should develop a number of skills such as:

- teamwork
- problem analysis and strategies for efficient problem solving
- project organisation and project management
- critical analysis of results
- efficient use of the technical/scientific literature in the field
- laboratory experience and mastery of experimental techniques in the field of photonics
- efficient use of computer tools for modelling, simulation, measurements, and control of advanced equipment (Labview, Computer Aided Design/ Manufacturing, etc.)
- communication with specialist and non-specialist concerning his field of expertise

- understanding of industrial culture and constraints (visits, stages, personal contacts)
- understanding of the economic, manufacturing and marketing factors driving the field

Attitudes

- demonstrate initiative and creativity
- development of an academic and scientific culture
- understanding for the social and environmental aspects of the field

1.4. Master education Fusion Science and Engineering Physics

Knowledge

One of the aims of the Master education is to deepen the physics understanding in a number of widely applicable physics and engineering disciplines:

- classical electrodynamics
- atomic and molecular physics
- advanced instrumentation
- physics of continuous media

It is assumed that the students have already a basic knowledge of quantum physics and statistical physics from their bachelor, otherwise these courses should be included in the curriculum.

Additional the Master education should include specialised courses in: plasmaphysics (including MHD physics, turbulence, plasma wave interaction, etc.)

Apart from the abovementioned -rather generic- course in plasmaphysics, the students must be able to deepen their understanding in specific fields of plasma and fusion physics, for example (list is just to illustrate the kind of courses that should be available)

- MHD physics
- physics of turbulent plasmas
- plasma-wave interaction
- plasma-wall interaction, including material aspects
- specialised computational physics projects
- fusion technology and engineering
- radiation aspects
- diagnostics
- specialised mathematics courses (e.g. partial differential equations)
- plasma technology
- etc

Finally, the Erasmus Mundus Program dictates special courses in the language and culture of the host country.

Experimental

Hands-on experience in laboratory project that could either involve experimental or instrumental work in the field of plasma physics.

Master thesis

The master thesis should focus on a topic that is closely connected to the state-of-the-art in research in plasma or fusion physics and should be performed in an actual research environment. The master thesis should focus on an instrumental, experimental, theoretical or computation research question that can be typically tackled in a period of about 5-6 months full time.

The master thesis should demonstrate that the student can autonomously solve complex physics problems.

Skills

During his studies, the student should develop a number of skills such as:

- teamwork
- problem analysis and strategies for efficient problem solving
- project organisation and project management
- critical analysis of results
- efficient use of the technical/scientific literature in the field
- laboratory experience and mastery of experimental techniques
- efficient use of computer tools for modelling, simulation, measurements and control of advanced equipment
- communication with specialist and non-specialist concerning his field of expertise
- understanding of industrial culture and constraints (visits, stages, personal contacts)
- understanding of the economic factors driving the field

Attitudes

- demonstrate initiative and creativity
- development of an academic and scientific culture
- understanding for the social and environmental aspects of the field

1.5. Master of Nanoscience and Nanotechnology

The study programs in Nanoscience and Nanotechnology should provide the students with:

- a a solid understanding of the fundamental physics, chemistry, biology and technology of nanoscale objects,
- b the ability to exploit the special properties of nanosize objects for their application in selected fields of device and system engineering (electronics, magnetism, optics, mechanics), materials science, life sciences and medicine,
- c an overview of and some experience with the techniques used for the fabrication and functionalization of nanosize objects by chemical synthesis, self-assembly, grafting, epitaxial growth, nanopatterning, etching, etc.
- d the knowledge and experience necessary for designing and structuring materials and devices with nanometer precision, and the integration of such structures in systems of micro- and macroscopic dimensions.

Knowledge

Background knowledge upon entering the master program

(eventually acquired in part through the introductory "aanpassingsprogramma")

1. Basic physics (mechanics, electromagnetism, optics, thermodynamics, fluidics, ...)
2. Introduction to quantum physics and solid-state physics
3. Basic organic and inorganic chemistry
4. Introduction to biochemistry
5. Elements of materials science (solids, liquids, gases)
6. Electronic devices and circuits

Master program: Scientific/Technical content

1. Physics at the nanoscale
2. Quantum physics of nano-objects
3. Biophysics and biochemistry
4. Nanobiotechnology
5. Electronics and photonics
6. Sensing and actuating
7. Nanoscale materials: synthesis and self-assembly
8. Nanoscale materials and devices: patterning and nanofabrication techniques
9. Nanoscale materials and devices: characterization & measurement tools
10. Theory and Modelling
11. Health, safety and environmental aspects

Richting Engineering

Required: modules 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Some exposure to modules 3 & 4

Richting Natural Sciences

Required: modules 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Some exposure to module 5

Richting Bioscience engineering

Required: modules 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Some exposure to module 5

Master program: Experimental

- Hands-on laboratory experience in the design and realisation of functional nanoscale objects and systems, requiring an interdisciplinary approach and providing exposure to advanced nanoscale measurement and characterization methods and tools. Modeling of nanoscale devices or systems and comparison of simulations with experimental data.

Master program: Exposure to other fields

- Project and team management, Engineering economics, Entrepreneurship, Intellectual property issues, Ethical and societal aspects.

Master thesis

- Design, realization and study of objects, devices or systems based on concepts and/or techniques emerging from the field of nanosciences and nanotechnologies, including modelling, measurements and interpretation, and demonstrating the ability of the student to develop original ideas and approaches in an independent manner.

Skills

During his studies, the students should develop a number of skills such as.

- teamwork
- problem analysis and strategies for efficient problem solving
- project organization and project management
- critical analysis of results
- efficient use of the technical/scientific literature in the field
- application of experimental techniques in a multi-interdisciplinary context
- efficient use of computer tools for modelling, simulation, measurements, and control of advanced equipment.
- communication with specialist and non-specialist concerning his field of expertise
- understanding of industrial culture and constraints (visits, internships, personal contacts)
- understanding of the economic, manufacturing and marketing factors driving the field

Attitudes

- demonstrate initiative and creativity
- development of an academic and scientific culture
- understanding for the social and environmental aspects of the field

2| Onderwijskundige uitgangspunten

De visitatiecommissie hanteert, naast de inhoudelijke domeinspecifieke eisen, verder onderstaande criteria met betrekking tot onderwijskundige en onderwijsorganisatorische aspecten als nastrevenswaardige doelen voor de opleidingen. 'De opleiding' kan daarbij betrekking hebben op de opleiding in strikte zin, de opleiding binnen de context van een faculteit (bv. m.b.t. het voeren van een alumni beleid) en de opleiding binnen de context van een universiteit (bv. m.b.t. tot het uitwerken van een geëxpliciteerde visie op internationalisering).

Afhankelijk van het niveau (bachelor, master en master-na-master) kunnen bepaalde punten meer of minder nadruk krijgen.

2.1. Doelstellingen en eindtermen

- De doelstellingen en eindtermen van de opleiding zijn mede gebaseerd op de wettelijke regelingen, de ontwikkelingen in het wetenschaps- en vakgebied, de arbeidsmarkt voor de afgestudeerden, de kennis omtrent leren en onderwijzen en relevante maatschappelijke ontwikkelingen.
- De keuzes die daarbij door de opleiding zijn gemaakt zijn helder en expliciet vastgelegd.
- De doelstellingen en eindtermen zijn helder en concreet. De eindtermen zijn beschreven aan de hand van bij de student waarneembare en toetsbare leerresultaten.
- In de doelstellingen en eindtermen komt de wetenschappelijke/professionele oriëntatie van de opleiding concreet tot uitdrukking.
- De doelstellingen en eindtermen zijn richtinggevend voor het onderwijsaanbod.
- Doelstellingen en eindtermen zijn zowel geformuleerd op het niveau van de opleiding als op het niveau van de opleidingsonderdelen.
- Elk opleidingsonderdeel - ook stage - draagt op een eigen wijze bij aan de doelstellingen van de opleiding als geheel.

2.2. Programma

2.2.1. Aansluiting programma op academische en professionele eisen

De opleiding stelt zich garant voor de wetenschappelijke, maatschappelijke en beroepsvoorbereidende relevantie van het onderwijs, de doelmatigheid en doeltreffendheid van het opleidingsprogramma.

Dat betekent dat de opleiding:

- voldoet aan standaarden bepaald door de ontwikkelingen in het vak- en wetenschapsgebied en rekening houdend met verwachtingen die de arbeidsmarkt stelt;
- op de hoogte is van de beschikbare wetenschappelijke kennis over leren en onderwijzen nodig voor het ontwerpen, uitvoeren en evalueren van het onderwijs;
- zo veel als mogelijk rekening houdt met relevante maatschappelijke ontwikkelingen.

Wetenschaps- en vakgebied

- De opleiding is op gedreven door de theoretische en praktische ontwikkelingen in het vakgebied. Deze zijn terug te vinden in de inhoud en de opbouw van het onderwijsprogramma.

Arbeidsmarkt

- De opleiding bouwt contacten op met het werkveld.
- De kennis van en ervaring met het werkveld wordt daar waar mogelijk en zinvol vertaald naar het onderwijsaanbod, bv. via stages.
- De opleiding voert een actief alumni beleid.

Wetenschappelijke visie omtrent leren en onderwijzen

- Die visie is mede uitgangspunt voor de inrichting van het programma.

Relevante maatschappelijke ontwikkelingen

- De opleiding is op de hoogte van het belang/de betekenis van de informatietechnologie op het vak- en wetenschapsgebied en houdt hiermee rekening in het onderwijsprogramma.
- De opleiding heeft een duidelijke en geëxpliciteerde visie op de internationalisering van de opleiding.
- De opleiding is op de hoogte van de maatschappelijke evoluties in het brede werkveld van de afgestudeerden.
- De opleiding is zich ervan bewust dat het carrièrepad van de ingenieurs de afgelopen jaren een grote evolutie heeft doorgemaakt (ingenieurs richten meer en meer eigen bedrijven op en veranderen ook vaker van functie/werk) en heeft hiervoor aandacht in het programma.

2.2.2. Studeerbaarheid

Studeerbaarheid

- De programmaorganisatie van de opleiding dient de studeerbaarheid te bevorderen.
- Het programma dient door de gemiddelde student te kunnen worden afgerond in de ervoor gestelde tijd.

Studierendement/Studietijd

- De opleiding bewaakt systematisch de studietijd.
- Het programma dient door de gemiddelde student te kunnen worden afgerond in de ervoor gestelde tijd.

Instroom/Toelatingsvoorwaarden

- De opleiding geeft duidelijk aan welk beginniveau van de studenten wordt vereist.

Aanwezigheid studiebevorderende/studiebelemmerende factoren

- Studiebelemmerende factoren worden in kaart gebracht. Een remediëring wordt uitgewerkt.
- Studiebevorderende maatregelen worden genomen, opgevolgd en bijgestuurd waar dit nodig blijkt.

2.2.3. Het onderwijsleerproces

- De opleiding heeft een expliciete en wetenschappelijk gefundeerde visie op leren en onderwijzen.
- De visie op leren en onderwijzen is concreet vertaald naar door de opleiding noodzakelijk geachte werkvormen en didactiek.
- Het leerproces van de student staat centraal en is vertrekpunt voor de invulling en vormgeving van het onderwijsprogramma.
- Het leerproces wordt ondersteund door een adequate didactische uitrusting en door goed aansluitende onderwijs- en leermiddelen die in voldoende mate voor de studenten beschikbaar zijn.
- Er wordt gebruik gemaakt van aangepaste didactische werkvormen en een efficiënte begeleiding ervan met relevante technologieën (vb. elektronisch leerplatform).
- De invulling van de werkvormen is stimulerend en activerend.

2.2.4. Beoordeling en toetsing

- De visie op leren en onderwijzen is concreet vertaald naar de vorm en inhoud van de evaluatie.
- Er wordt gestreefd naar een zo gunstig mogelijke planning van de evaluatieactiviteiten tijdens de examenperiodes.
- De exameneisen en -vormen zijn vooraf aan de studenten duidelijk bekend gemaakt.
- De beoordeling vindt plaats op basis van vooraf vastgelegde beoordelingscriteria.
- De opleiding voorziet in feedback over de toetsresultaten aan de studenten.

2.2.5. Kwaliteitseisen mbt. de masterproef

- De masterproef is een individuele proeve van bekwaamheid en vormt het sluitstuk van de opleiding.
- De opleiding is zo ingericht dat de student zich op een adequate manier kan voorbereiden op het volbrengen van de masterproef, bijvoorbeeld door de mogelijke organisatie van stages.
- Met de masterproef tonen de studenten aan dat ze een onderzoeksprobleem en/of ontwerp op een creatieve en wetenschappelijk verantwoorde manier kunnen analyseren, aanpakken en uitvoeren, en de resultaten ervan helder kunnen rapporteren, schriftelijk en eventueel mondeling.
- De masterproef heeft een omvang van ten minste één vijfde van het totale aantal studiepunten met een minimum van 15 en een maximum van 30 studiepunten.
- De beoordelingscriteria zijn helder en expliciet vastgelegd en bekendgemaakt.

2.2.6. Internationalisering

- De opleiding heeft structurele contacten met andere (buitenlandse) instellingen voor hoger onderwijs.
- De opleiding moedigt internationalisering en mobiliteit aan zowel binnen als buiten Europa.
- Er worden initiatieven genomen om de internationale dimensie ook voor hen die niet naar het buitenland vertrekken in het onderwijs in te bouwen.
- De kwaliteit van het in het buitenland gevolgd onderwijs wordt opgevolgd.
- De curriculumstructuur en organisatorische randvoorwaarden van de opleiding houden in de mate van het mogelijke rekening met de mobiliteit van studenten.

2.3. Inzet van Personeel

Kwaliteitseisen onderwijzende staf

- De kwaliteitseisen van de onderwijzende staf hebben vooral betrekking op:
 - o de wetenschappelijke deskundigheid
 - o de onderwijsdeskundigheid
 - o de vertrouwdheid en, indien relevant, de ervaring met het werkveld.
- Er wordt gestreefd naar een koppeling van onderzoek en onderwijs van de staf bij de toekenning van de onderwijsopdracht.
- Er wordt gestreefd naar betrokkenheid bij het werkveld van de staf bij de toekenning van de onderwijsopdracht.
- De internationale gerichtheid van de opleiding veronderstelt van de staf de uitbouw van internationale contacten met een terugkoppeling naar het onderwijs en/of onderzoek door middel van participatie aan internationale netwerken en samenwerkingsverbanden.
- De staf van de academische opleidingen beschikt over een wetenschappelijk curriculum en neemt actief deel aan het wetenschappelijk onderzoek.

- De staf heeft voeling met de wetenschappelijke en maatschappelijke evoluties in het domein van werkveld.

Personeelsbeleid (vanuit een onderwijsperspectief)

- De procedure aangaande aanwervingen en benoemingen van personeel is helder omschreven en voor iedereen raadpleegbaar.
- Selectie en bevordering van personeel gebeurt mede op basis van de onderwijskwaliteit van de betrokkene.
- De opleiding heeft een geëxpliciteerd professionaliseringsbeleid.
- Het personeel is aanspreekbaar en bereikbaar.
- Er wordt gezorgd voor voldoende evenwicht tussen de omvang van het personeelsbestand en de specifieke kwaliteit die wordt vereist van het personeel in functie van de opleiding/afstudeerrichtingen.
- Er wordt een actieve politiek gevoerd inzake gelijkheidsbeleid.

2.4. Voorzieningen/onderwijsorganisatie

Materiële voorzieningen/faciliteiten

- De staf kan beschikken over voldoende materiële voorzieningen (kwantiteit en kwaliteit) en over adequate accommodatie ter ondersteuning van het onderwijsproces.
- De studenten kunnen beschikken over voldoende middelen (kwantiteit en kwaliteit) en adequate accommodatie ter ondersteuning van het onderwijs- en leerproces.

Studie-informatie en -begeleiding

- Er wordt adequate informatie beschikbaar gesteld voor (potentiële) studenten.
- Het onderwijs- en examenreglement, inclusief de klachtenprocedure in het geval van betwisting, zijn vooraf bekend gemaakt.
- De opleiding speelt in op veranderingen in de kwaliteit en omvang van de instroom.
- In het onderwijs zijn mogelijkheden ingebouwd om de deficiënties in voor kennis en vaardigheden weg te werken en/of hiervoor door te verwijzen naar andere instanties.
- De opleiding voorziet in een systeem van studie- en studentenbegeleiding en neemt gericht maatregelen om de resultaten en de studievoortgang van de studenten te bevorderen.

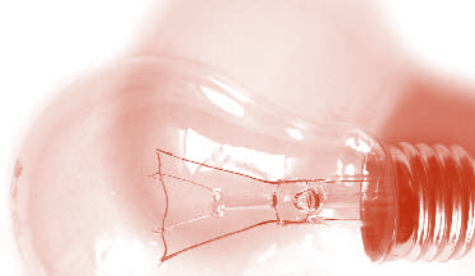
2.5. Interne kwaliteitszorg

- De opleiding beschikt over een duidelijk omschreven kwaliteitszorgsysteem met betrekking tot onderwijs.
- Het kwaliteitsbeleid en -systeem is zowel preventie/borging- als controle/verbeteringsgericht.
- Er is duidelijk vastgelegd wie welke bevoegdheid heeft in het kader van het kwaliteitszorgsysteem.
- Er is een duidelijke structuur aanwezig ter ondersteuning van het kwaliteitszorgproces.
- De opleiding werkt zo veel mogelijk met streefdoelen voor het beoordelen van de mate waarin de gewenste kwaliteit wordt gerealiseerd.
- De opleiding betreft medewerkers, studenten, alumni en vertegenwoordigers van het werkveld in haar kwaliteitszorgsysteem.

2.6. Resultaten

De opleiding kan aantonen dat zij haar doelstellingen realiseert en dat zij oog heeft voor haar onderwijsrendement. De volgende elementen zijn in deze context relevant:

- Het eindniveau van de afgestudeerden (onder meer het niveau van de bachelor/masterproef en/of de stage, de tewerkstelling, de waardering van de afgestudeerden over de opleiding, en indien relevant de waardering van het werkveld over de afgestudeerden)
- de streefdoelen of streefcijfers inzake onderwijsrendement (onder meer de analyse van instroom-doorstroom-uitstroom).



De opleidingen in vergelijkend perspectief

Woord vooraf

In dit hoofdstuk geeft de commissie in vergelijkend perspectief een overzicht van haar bevindingen over de opleidingen Elektrotechniek. Zij besteedt hierbij voornamelijk aandacht aan elementen die haar het meest in het oog zijn gesprongen of die zij belangrijk acht, en aan vaststellingen die zij in meerdere opleidingen heeft gedaan. Het is geenszins de bedoeling van de commissie om de individuele deelrapporten van de opleidingen aan de verschillende instellingen in detail te herhalen.

De Katholieke Universiteit Leuven (K.U.Leuven) biedt de bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, de master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek en haar Engelstalige variant master of Engineering: Electrical Engineering aan. De Universiteit Gent (UGent) organiseert de bacheloropleiding in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek en de master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek. De Vrije Universiteit Brussel, ten slotte, biedt de master in de Ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie aan. Naast deze opleiding organiseert de Faculteit Ingenieurswetenschappen van de Vrije Universiteit Brussel ook nog één brede bacheloropleiding in de Ingenieurswetenschappen. Die bacheloropleiding is in 2007 gevisiteerd met als gevolg dat de afstudeer-richting Elektronica en Informatietechnologie die ze omvat buiten het bestek van deze visitatie Elektrotechniek valt.

Naast bovenvernoemde bachelor- en masteropleidingen Elektrotechniek beoordeelde de commissie ook nog de masteropleidingen Fotonica, georganiseerd door de UGent en de Vrije Universiteit Brussel, de masteropleiding in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics aan de UGent en de masteropleidingen Nanowetenschappen en Nanotechnologie die door de K.U.Leuven worden aangeboden. Wegens het unieke karakter van deze opleidingen zijn ze niet in het vergelijkend perspectief opgenomen.

Onderwerp 1 Doelstellingen van de opleiding

Facet 1.1. Niveau en oriëntatie

Bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Het facet 'Niveau en oriëntatie' is door de commissie als 'goed' beoordeeld voor beide opleidingen.

De doelstellingen van zowel de bacheloropleiding aan de K.U.Leuven als die aan de UGent zijn van een academisch niveau. In de doelen van beide opleidingen is er aandacht voor het verwerven van algemene competenties zoals denk- en redeneervaardigheid, het bijbrengen van een kritische houding en informatieverwerking en -verwerking. De algemene wetenschappelijke competenties zijn goed uitgewerkt en richten zich onder meer op het opzoeken en verwerken van technische informatie, het ontwikkelen van het conceptueel en het analytisch denken en het gebruiken van courante methoden, modellen en technieken bij opdrachten. Daarnaast is er uitgebreide aandacht voor het bijbrengen van de disciplinegerichte basiskennis.

Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Het facet 'Niveau en oriëntatie' is door de commissie als 'goed' beoordeeld voor alle opleidingen.

De doelstellingen van de masteropleidingen in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de K.U.Leuven, de UGent en de Vrije Universiteit Brussel zijn geformuleerd op een academisch masterniveau. De algemene competenties zijn op een gevorderd niveau uitgewerkt en behelzen onder meer het zelfstandig probleemoplossend denken en het kunnen omgaan met complexiteit. Ook de algemeen wetenschappelijke competenties zijn op een gevorderd niveau beschreven. Ze gaan over het ontwikkelen op een methodische wijze van nieuwe kennis en inzichten en het ontwerpen van onderzoek. Ten slotte worden in de doelen van de masteropleidingen de disciplinegerichte kennis en vaardigheden verder gedefinieerd met als doel afgestudeerden af te leveren die complexe informatie- en communicatiesystemen kunnen analyseren, ontwerpen, programmeren, realiseren, valideren en beheren.

Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen

Het facet 'Domeinspecifieke eisen' is door de commissie als 'goed' beoordeeld voor alle opleidingen.

De commissie meent dat de domeinspecifieke eisen goed zijn afgestemd op de eisen die worden gesteld door (buitenlandse) vakgenoten, inclusief haar eigen referentiekader. Er is gekeken naar de curricula van gelijkaardige buitenlandse opleidingen, naar de criteria die gehanteerd worden door het Amerikaanse ingenieursaccréditiorgaan ABET en ook de eigen internationale contacten speelden een rol in het tot stand komen van de disciplinegerichte doelen.

De domeinspecifieke doelen zijn getoetst aan de wensen en behoeften van het beoogde beroepenveld, zij het veelal op een indirecte manier: via de link die het docentenkorps heeft met de industrie. De faculteit Ingenieurswetenschappen aan de UGent besliste in 2009 dat elke opleidingscommissie een adviesgroep moet samenstellen die zich ten minste jaarlijks moet buigen over de strategische visie van de opleiding en de mogelijke interacties met de beroepspraktijk. De commissie is grote voorstander van zo'n geformaliseerd contact met de industrie en beveelt dan ook de andere opleidingen aan om zo'n professionele klankbordgroep op te richten.

De commissie meent dat alle opleidingen een goed uitgewerkt profiel hebben en zich duidelijk differentiëren van de hogeschoolopleidingen in de Elektronica.

Onderwerp 2 Programma

Facet 2.1. Relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma

Bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Het facet 'Relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma' is voor beide opleidingen als 'goed' beoordeeld.

De commissie meent dat de programma's de doelstellingen effectief realiseren, zowel qua niveau als qua domeinspecifieke invulling. De studenten krijgen een gegede vorming in de basis- en de basisingenieurswetenschappen en een degelijke introductie in de Elektrotechniek. Beide opleidingen hebben via een projectlijn aandacht voor het trainen van onderzoeksvaardigheden, het gebruik van ICT-werktuigen en het leren samenwerken in groep. De maatschappelijke en ethische aspecten van de opleiding komen impliciet aan bod in diverse opleidingsonderdelen en zijn rechtstreeks gelieerd aan opleidingsonderdelen als 'Filosofie en wetenschap', 'Biosystemen' en 'Bedrijfskunde'. Gezien het Engels als de taal van de wetenschap wordt beschouwd, is de commissie er voorstander van om buiten het curriculum om de studenten op een laagdrempelige manier een taal cursus aan te bieden, bijvoorbeeld via taallabo's die 's middags op de campus plaatsvinden.

Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

De commissie beoordeelt het facet 'Relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma' voor alle opleidingen als 'goed'.

De commissie meent dat alle programma's van een hoog niveau zijn en de opleidingsdoelstellingen adequaat vertalen. De beoogde algemene en algemeen wetenschappelijke, de intellectuele en de ingenieurscompetenties komen in diverse opleidingsonderdelen aan bod.

Om de studenten in contact te brengen met het professionele leven en een goede indruk te laten krijgen van hun carrière mogelijkheden, is een stage een probaat

middel, vindt de commissie. Alle programma's bieden de mogelijkheid om een bedrijfservaring of stage op te nemen. De cijfers tonen evenwel aan dat het moeilijk is om de studenten voor zo'n stage warm te maken. De commissie vindt dat de opleidingsverantwoordelijken middels een veel striktere organisatie en een groter aanbod het opnemen van een stage dienen te stimuleren.

Facet 2.2. Eisen academische en professionele gerichtheid van het programma

De commissie beoordeelt het facet 'Eisen academische en professionele gerichtheid van het programma' voor alle opleidingen als 'goed'.

In alle opleidingen wordt veel aandacht besteed aan kennisontwikkeling en het aanleren van onderzoeksvaardigheden. In de bacheloropleidingen gaat het om een degelijke basiswetenschappelijke en basisingenieursvorming waarop dan de elektrotechnische vorming wordt geënt. De onderzoeksvaardigheden worden onder meer aangereikt via een specifieke projectlijn. In de masteropleidingen is de kennisverwerving gespecialiseerd en verdiept. Het onderwijs is sterk onderzoeksgebonden. Via practica, projecten en de masterproef worden de onderzoeksvaardigheden verder ontwikkeld en getraind.

Alle programma's hebben oog voor de vaardigheden die het maatschappelijk en beroepsmatig functioneren ondersteunen. De studenten leren in team te werken, te plannen en mondeling en schriftelijk te rapporteren. Er is de mogelijkheid om een stage of bedrijfservaring op te doen en in de masterprogramma's komen maatschappelijke aspecten als verantwoordelijkheidszin, milieubewustzijn, professionele correctheid en ondernemingszin expliciet aan bod.

Facet 2.3. Samenhang van het programma

De commissie beoordeelt het facet 'Samenhang van het programma' voor alle opleidingen als 'goed'.

De commissie is van oordeel dat alle programma's inhoudelijk goed samenhangen en logisch zijn opgebouwd. In de bachelorprogramma's krijgen de studenten eerst een degelijke basiswetenschappelijke vorming en technisch-wetenschappelijke vorming in basisingenieursdisciplines. Vervolgens wordt er de elektrotechnische vorming op aangesloten. Ook het trainen van de onderzoeksvaardigheden wordt in de projectlijn in een traject van toenemende complexiteit en zelfstandigheid opgebouwd. In de masteropleidingen gebeurt de elektrotechnische vorming verdiept en kunnen de studenten zich via opties (K.U.Leuven), profielen (Vrije Universiteit Brussel) en afstudeerrichtingen (UGent) specialiseren.

Er is tevens een goede afstemming tussen de opleidingsonderdelen van de bachelorprogramma's en die van de masterprogramma's. Overlappendingen zijn er nauwelijks en de overgang van het bachelor- naar het masterniveau verloopt vlekkeloos.

Facet 2.4. Studieomvang

Alle opleidingen voldoen aan de formele eisen met betrekking tot de studie-omvang: de bacheloropleidingen omvatten ten minste 180 studiepunten en de masteropleidingen omvatten ten minste 60 studiepunten.

Facet 2.5. Studietijd

De commissie beoordeelt het facet 'Studietijd' voor alle opleidingen als 'goed'.

De studietijd wordt voor alle opleidingen bevestigd en/of gemeten en door de bevestigde opleidingscommissies goed bewaakt. Indien nodig wordt er ingegrepen. De commissie concludeert op basis van die bevestigingen en/of metingen en uit haar gesprekken met de studenten dat de studietijd van de opleidingen aansluit bij de norm van 60 studiepunten per jaar. De commissie noteerde geen klachten bij de studenten over de studiedruk. Ze komt tot de conclusie dat de programma's studeerbaar zijn, zeker voor de studenten die het eerste bachelorjaar aanvatten met de nodige wiskundige voorkennis. De studietijd is voor alle jaren ook goed gespreid over beide semesters.

Facet 2.6. Afstemming tussen vormgeving en inhoud

De commissie beoordeelt het facet 'Afstemming tussen vormgeving en inhoud' als 'voldoende' voor de bachelor- en de masteropleidingen aan de K.U.Leuven en als 'goed' voor de bachelor- en masteropleiding aan de UGent en voor de masteropleiding aan de Vrije Universiteit Brussel.

De commissie is van mening dat in alle opleidingen de gebruikte werkvormen stroken met de doelstellingen van de opleiding en met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen. Hoorcolleges enerzijds en oefeningen en practica anderzijds nemen in de bacheloropleidingen het gros van de tijd in beslag. De projectlijn wordt als zeer interessant bestempeld door de studenten. In beide bacheloropleidingen worden de studenten gestimuleerd om actief met de leerstof om te gaan maar aan de K.U.Leuven valt dit in de praktijk vooral in het eerste bachelorjaar nog eens tegen, stelde de commissie vast. Daarom gaf ze de bacheloropleiding aan de K.U.Leuven een 'voldoende' op dit facet. In de masteropleidingen is de diversiteit aan werkvormen groot: hoorcolleges, begeleidde oefeningen, seminars, practica, zelfstudie, eventuele stage, masterproef en bedrijfsbezoeken. De kleine studentenaantallen hebben het voordeel dat aan de Vrije Universiteit Brussel het onderwijs erg interactief verloopt.

De kwaliteit van het onderwijs- en leermateriaal in de bacheloropleidingen aan de K.U.Leuven en de UGent is goed, meent de commissie. Het elektronisch leerplatform wordt goed gebruikt als discussieforum en als informatieplatform. De kwaliteit van het onderwijs- en leermateriaal in de masteropleidingen acht de commissie in orde. Ze stelde wel vast dat het lesmateriaal van sommige opleidingsonderdelen aan de K.U.Leuven en de Vrije Universiteit Brussel voor verbetering vatbaar is. Aan de K.U.Leuven zag de commissie enige cursussen met copies van (internationale) handboeken zonder referenties naar die handboeken noch toestemming van de auteurs of uitgevers. Dit moet volgens haar verholpen worden. Mede omwille van die praktijk meent de commissie de Leuvense masteropleidingen op dit facet een 'voldoende' te moeten geven.

Facet 2.7. Beoordeling en toetsing

De commissie beoordeelt het facet 'Beoordeling en toetsing' voor alle opleidingen als 'goed'.

De evaluaties stroken met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen, stelde de commissie aan elke instelling vast. In de bacheloropleidingen worden de studenten goed voorbereid op de examens. In de projectlijnen is er veel aandacht voor tussentijdse feedback, verschillende lesgevers stellen voorbeeldexamens ter beschikking en er zijn ook tussentijdse toetsen voor een aantal opleidingsonderdelen. De studenten uit alle opleidingen zijn vertrouwd met de exameneisen. De examens zijn representatief voor de leerstof en de quotering is in orde.

Facet 2.8. Masterproef

De commissie beoordeelt het facet 'Masterproef' voor alle masteropleidingen als 'goed'.

De commissie heeft van elke opleiding een aantal masterproeven doorgenomen en vindt dat de wetenschappelijke kwaliteit ervan goed is. Ze weerspiegelen het analytisch en probleemoplossend vermogen van de studenten. De studenten worden goed geïnformeerd over de onderwerpen. De begeleiding is in orde zonder dat de studenten te veel bij het handje worden genomen en de beoordeling is correct en transparant. De commissie vindt het belangrijk dat alle masterproeven binnen de voorziene termijn worden afgerond en de slaagcijfers van het tweede masterjaar tonen aan dat dit voor de overgrote meerderheid ook het geval is.

Gezien het belang van het Engels als taal van de wetenschap, zoals ook erkend in de doelstellingen, beveelt de commissie aan om ernaar te streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten gebeuren en de proef ook in het Engels te laten schrijven. Ten slotte is de commissie er voorstander van dat experimentele masterproeven tot in een prototypefase kunnen gebracht worden. Om dit mogelijk te maken, dient de klemtoon op de masterproef niet alleen in het vierde semester

te liggen maar moet ook het derde semester al goed benut worden. De commissie vraagt dan ook om hier de nodige aandacht aan te besteden.

Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden

De commissie beoordeelt het facet 'Toelatingsvoorwaarden' als 'excellent' voor de bacheloropleiding aan de UGent, en voor de andere opleidingen als 'goed'.

De commissie stelt vast dat de bacheloropleidingen op alle terreinen werken aan een goede aansluiting met het secundair onderwijs en een vlotte overgang naar het hoger onderwijs. Op Vlaams niveau is er gestructureerd overleg met het secundair onderwijs. Studenten kunnen hun voorkennis testen via online zelftesten voor wiskunde, fysica en scheikunde. De K.U.Leuven organiseert een zomercursus wiskunde. De commissie heeft evenwel een bijzondere waardering voor het opleidingsonderdeel 'Wiskundige basistechnieken' aan de UGent dat bedoeld is als herhalingscursus wiskunde voor alle instromende studenten. Uit de leerstof van de richtingen secundair onderwijs met zes uren wiskunde per week worden onderwerpen geselecteerd die tijdens de eerste drie weken van het academiejaar grondig worden opgefriest en ingeoefend. De studenten worden vervolgens getest. Wie slecht scoort, wordt uitgenodigd voor een gesprek en krijgt de suggestie om van studie te veranderen. De slaagcijfers wijzen immers uit dat nagenoeg iedereen die slecht scoort op deze test in het eerste jaar faalt. Helaas gaan de meeste studenten op die suggestie niet in. Een bindend advies zou hierin verandering kunnen brengen en de commissie is hier dan ook voorstander van. Ze beseft evenwel dat dit een zaak is die op politiek niveau moet geregeld worden. Naast de inhoudelijke aansluiting is ook de studiebegeleiding voor beide bacheloropleidingen goed uitgebouwd.

Zowat alle bachelorstudenten in de Elektrotechniek stromen met succes door naar de aansluitende masteropleidingen. Daarnaast kennen deze masteropleidingen nog een belangrijke instroom van masters in de industriële wetenschappen: Elektronica. Alle masteropleidingen spelen via een aangepast studiepakket op deze zij-instroom in. De slaagcijfers van de zij-instromers aan de K.U.Leuven en de UGent tonen aan dat de aanpak werkt. Aan de Vrije Universiteit Brussel acht de commissie de globale slaagcijfers aan de lage kant en ze vraagt zich af of de zij-instromers het cijfer naar omlaag halen. Ze beveelt de opleiding dan ook aan om het studierendement van deze specifieke groep te analyseren en, indien nodig, haar aanpak bij te sturen.

De kandidaat-studenten voor de Engelstalige masteropleiding aan de K.U.Leuven worden gescreend op verschillende criteria. De docenten houden goed rekening met het beginniveau van de studenten. De weliswaar beperkte, rendementscijfers leveren alvast een goed beeld op. De commissie beveelt de opleidingsverantwoordelijken wel aan om de relatie toelatingsvoorwaarden-studierendement de komende jaren goed in het oog te houden.

Onderwerp 3 Inzet van Personeel

Facet 3.1. Kwaliteit personeel

De commissie beoordeelt het facet 'Kwaliteit personeel' als 'goed' voor alle opleidingen.

De vakdeskundigheid van de lesgevers is zeer goed meent de commissie en ze is ook gegarandeerd doordat de opleidingsonderdelen toegewezen worden aan lesgevers die onderzoek doen dat aansluit bij de onderwijsinhoud. Over de didactische kwaliteiten van de lesgevers zijn de studenten over het algemeen tevreden. Op onderwijskundig vlak bieden alle universiteiten trainingen aan maar de commissie meent dat op dit vlak nog vooruitgang kan worden geboekt. Ze denkt bijvoorbeeld aan het inzetten van e-learning in de opleiding. Een forum waar docenten onderwijsideeën kunnen uitwisselen zou al een stap in de goede richting kunnen zijn.

Het personeelsbeleid dat de onderzoeks-/vakgroepen volgen, wordt door alle AP-leden gewaardeerd, stelde de commissie vast. Het uitgangspunt is een billijke verdeling van de onderwijstaken onder iedereen. Nieuwe assistenten en bursalen voelen zich in hun onderwijstaken ook goed ondersteund door hun meer ervaren collega's en ZAP'ers.

In het kader van het verbeterperspectief is de commissie van mening dat aan de internationalisering van het academisch korps aan alle instellingen nog meer aandacht mag besteed worden, onder meer via het opnemen van sabbaticals. Daarnaast viel het de commissie op dat vele ZAP-leden uit eigen rangen komen. Ze vraagt de universiteiten erover te waken dat hun aanwervingspolitiek hierin verandering brengt. Vacatures dienen breed internationaal geadverteerd te worden en de selectiecommissies dienen een sterk internationaal karakter te hebben.

Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid

De commissie beoordeelt het facet 'Eisen professionele en academische gerichtheid' als 'goed' voor alle opleidingen.

De kwaliteit van het onderzoek van de verschillende onderzoeks-/vakgroepen die bij de opleidingen betrokken zijn, is goed tot excellent vindt de commissie. Binnen het personeel is er een waaier aan specialisaties die een goede dekking geven van het gebied dat de opleidingen bestrijken. De meeste AP-leden besteden een belangrijk deel van hun tijd aan onderzoek dat (on)rechtstreeks wordt gesteund of opgevolgd door de industrie. Via hun contacten kunnen de betrokkenen zich dan ook een goed beeld vormen van de werkomgeving waarin hun alumni terecht komen. De 'rechtstreekse' input vanuit het beroepenveld mag naar de mening van de commissie nog opgedreven worden.

Facet 3.3. Kwantiteit personeel

De commissie beoordeelt het facet 'Kwantiteit personeel' voor alle opleidingen als 'goed'.

De commissie oordeelt dat de personeelssituatie overal gezond is. Er zijn genoeg wetenschappelijke stafleden in verhouding tot de studentenaantallen en dit mede dankzij het grote aantal bursalen. Daarbij komt voor het eerste jaar ook nog de vakinhoudelijke ondersteuning die het monitoraat biedt en waarvan vele studenten gebruik maken. Aan de Vrije Universiteit Brussel mag de omvang van het personeelsbestand evenwel niet verminderd worden, ook niet bij de geplande samenwerking met andere instellingen (zie *Onderwerp 5*), waarschuwt de commissie. Er blijft immers een kritische massa nodig om een opleiding te organiseren.

Onderwerp 4 Voorzieningen

Facet 4.1. Materiële voorzieningen

De commissie beoordeelt het facet 'Materiële voorzieningen' als 'goed' aan alle instellingen.

Alle opleidingen zijn goed uitgerust met onderzoeks- en onderwijsinfrastructuur. Wel is er op het departement ESAT (K.U.Leuven) geen plaats voor studie- en groepswork en zijn de PC-lokalen krap bemeten. Een uitbreiding is evenwel gepland en ook nodig meent de commissie. De bibliotheekvoorzieningen zijn overal in orde. Vakliteratuur kan geraadpleegd worden in de centrale bibliotheken (UGent en Vrije Universiteit Brussel) en de Campusbibliotheek (K.U.Leuven), daarnaast onderhouden alle onderzoeks-/vakgroepen ook gespecialiseerde bibliotheken in hun vakgebied.

Facet 4.2. Studiebegeleiding

De commissie beoordeelt het facet 'Studiebegeleiding' voor alle opleidingen als 'goed'.

Er is overal een goed aanbod aan studie-informatie en onthaal- en studiebegeleiding, vindt de commissie. Het monitoraat wordt door de eerstejaarsstudenten erg gewaardeerd. De ombudspersonen zijn goed gekend en het academisch personeel is vlot bereikbaar voor vragen. In de masterjaren is het contact tussen de studenten en de lesgevers echt laagdrempelig.

Onderwerp 5 Interne Kwaliteitszorg

Facet 5.1. Evaluatie resultaten

De commissie beoordeelt het facet 'Evaluatie resultaten' als 'goed' voor alle opleidingen.

De commissie stelt vast dat alle instrumenten en fora er zijn om het kwaliteitszorgbeleid vorm te geven. De resultaten van de enquêtes worden op een ernstige manier besproken en beoordeeld met alle geledingen. De commissie adviseert de opleidingen wel om werk te maken van een georganiseerde feedback over de acties die ondernomen zijn ten gevolge van de evaluaties.

Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering

De commissie beoordeelt het facet 'Maatregelen tot verbetering' als 'goed' voor de opleidingen aan de K.U.Leuven en de UGent en als 'voldoende' voor de opleiding aan de Vrije Universiteit Brussel.

Met de uitkomsten van de evaluaties, met inbegrip van de vorige visitatie, wordt terdege rekening gehouden. Het uitbouwen van een aantrekkelijke stage en de internationalisering van het academisch personeel blijven evenwel werkpunten. Ook dient volgens de commissie de aanbeveling van de vorige visitatiecommissie om meer aandacht te geven aan de wereld buiten de Elektrotechniek breder geïnterpreteerd te worden dan de opleidingen totnogtoe deden. De commissie betreurt het in dit verband wel dat het zelfevaluatierapport van de Vrije Universiteit Brussel de aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie niet expliciet bespreekt.

De ingenieursfaculteiten en de opleidingen hebben grondig gereflecteerd over en ingespeeld op een aantal grote uitdagingen van de afgelopen jaren: de invoering van de bachelor-masterstructuur, de afschaffing van het toelatingsexamen en de veranderende industriële context. Ook hebben alle opleidingen toekomstplannen uitgezet. De Vrije Universiteit Brussel is van plan om de masteropleiding samen te organiseren met haar Franstalige zusteruniversiteit ULB. De commissie steunt dit initiatief ten volle maar wenst te herhalen dat dit initiatief geen negatief effect mag hebben op het personeelsbestand.

Facet 5.3. Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en het beroepenveld

De commissie beoordeelt het facet 'Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en het beroepenveld' als 'goed' voor de UGent en de K.U.Leuven en als 'voldoende' voor de Vrije Universiteit Brussel.

De studenten en medewerkers worden aan alle instellingen goed betrokken bij de interne kwaliteitszorg. Ze zijn vertegenwoordigd in alle onderwijsraden en -commissies binnen hun faculteit en hebben een goede inspraak bij besluitvorming, programmavernieuwingen en onderwijsbeoordelingen. De studenten kennen hun studentenvertegenwoordigers en dus hun aanspreekpunten goed.

Aan de UGent en de K.U.Leuven zijn de contacten met de afgestudeerden en het beroepenveld goed. Aan de Vrije Universiteit Brussel is het wenselijk dat ze geïntensifieerd worden. Zoals eerder vermeld, suggereert de commissie om een klankbordgroep op te richten die op regelmatige basis reflecteert over de opleiding.

Onderwerp 6 Resultaten

Facet 6.1. Gerealiseerd niveau

De commissie beoordeelt het facet 'Gerealiseerd niveau' als 'goed' voor alle opleidingen.

De commissie meent dat beide bacheloropleidingen hun doelstellingen goed realiseren. De studenten hebben een stevige basiswetenschappelijke en ingenieurtechnische bagage meegekregen. Ook de beoogde vorming in de Elektrotechniek is gerealiseerd. De studenten stromen vlot door naar de aansluitende masteropleidingen.

Ook de masteropleidingen weten hun doelstellingen goed te realiseren. Dit blijkt uit de hoge kwaliteit van de examens en van de masterproeven. De alumni zijn erg tevreden over de genoten opleiding. De afgestudeerden vinden snel een baan voornamelijk in onderzoek en ontwikkeling, zowel in het bedrijfsleven, aan een wetenschappelijke instelling of aan een universiteit.

De deelname van de studenten aan Erasmusprogramma's en buitenlandse stages vindt de commissie over het algemeen beperkt en zou gestimuleerd mogen worden. Aan de Vrije Universiteit Brussel zijn de buitenlandse stages wel populair.

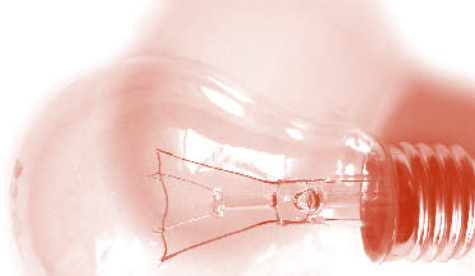
Facet 6.2. Onderwijsrendement

De commissie beoordeelt het facet 'Onderwijsrendement' als goed voor de bachelor- en de masteropleiding aan de UGent en voor de bachelor- en masteropleidingen aan de K.U.Leuven. De masteropleiding aan de Vrije Universiteit Brussel wordt als 'voldoende' beoordeeld.

In de bacheloropleidingen is het onderwijsrendement zeker vanaf het tweede bachelorjaar goed, vindt de commissie. Het onderwijsrendement van de generatiestudenten acht ze sinds de afschaffing van het toelatingsexamen en in vergelijking met andere universitaire opleidingen in orde.

Het onderwijsrendement van de masteropleidingen aan de UGent en de K.U.Leuven is eveneens goed. De slaagcijfers voor het tweede masterjaar aan de Vrije Universiteit Brussel zijn in vergelijking met die van de andere Nederlandstalige masteropleidingen Elektrotechniek aan de lage kant. De commissie vindt dan ook dat een analyse zich opdringt.

IV



Tabel met scores, onderwerpen en facetten

In de hierna volgende tabel wordt het oordeel van de Commissie op de 6 onderwerpen van het accreditatiekader en de onderliggende facetten weergegeven. Voor het toekennen van de scores heeft de Commissie zich gebaseerd op de minimale eisen die aan een masteropleiding mogen worden gesteld, zoals beschreven in de Dublin-descriptoren en vertaald naar de Vlaamse situatie in het Structuurdecreet van het Hoger Onderwijs (2003) en het toetsingskader van de Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie (2004). Bovendien heeft de Commissie een referentiekader opgesteld, waarin o.a. de domeinspecifieke eisen worden geëxpliciteerd en dat rekening houdt met de doelstellingen en eindtermen die de opleidingen in de zelfevaluatierapporten voor hun eigen onderwijs hebben geformuleerd. Het referentiekader van de Commissie is beschreven in Deel 1, hoofdstuk II van dit visitatierapport.

De Commissie wil er op wijzen dat de toegekende score per onderwerp of per facet een samenvatting inhoudt van een groter aantal aandachtspunten en criteria. Achter elk facet zitten dus diverse (zeer goede, goede en minder goede) aandachtspunten die meespelen in de beoordeling, hetgeen uiteraard duidelijker tot uiting komt in de tekst dan in de 'scoretabel'. Bij het toekennen van de scores heeft de Commissie een gewogen gemiddelde gemaakt van haar beoordeling van deze aandachtspunten.

Vanzelfsprekend moeten de tabel en de daar in opgenomen scores gelezen en geïnterpreteerd worden in samenhang met de oordelen die in de tekst van het rapport zelf (vergelijking en de deelrapporten) gemaakt worden. Het is de bedoeling om, door de opleidingen naast elkaar te plaatsen, een beter zicht te geven op de diversiteit in kwaliteit.

Verklaring van de scores op de facetten (vierdelige schaal):

E	Excellent	'best practice', kan (internationaal) als voorbeeld dienen voor andere opleidingen.
G	Goed	de kwaliteit stijgt uit boven de basiskwaliteit.
V	Voldoende	voldoet aan de basiseisen.
O	Onvoldoende	voldoet niet aan de minimumeisen.
NVT	Niet van toepassing	

Verklaring van de scores op de onderwerpen (binaire schaal):

+	Voldoende	voldoet ten minste aan de minimumeisen voor basiskwaliteit; er is geen verdere schaalverdeling om verdere graden van excellentie aan te duiden.
-	Onvoldoende	voldoet niet aan de minimumeisen voor basiskwaliteit.

Het facet 'studieomvang' wordt gescoord met 'OK', indien de opleiding voldoet aan de decretale eisen m.b.t. de studieomvang, uitgedrukt in studiepunten.

Opleidingen uit het vergelijkend perspectief	Ba ET KUL	Ma ET KUL	Engelst. Ma ET KUL	Ba ET UG	Ma ET UG	Ma ET VUB
Onderwerp 1: Doelstellingen	+	+	+	+	+	+
Facet 1.1. Niveau en oriëntatie	G	G	G	G	G	G
Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen	G	G	G	G	G	G
Onderwerp 2: Programma	+	+	+	+	+	+
Facet 2.1. Relatie doelstellingen en inhoud	G	G	G	G	G	G
Facet 2.2. Eisen professionele en academische gerichtheid	G	G	G	G	G	G
Facet 2.3. Samenhang van het programma	G	G	G	G	G	G
Facet 2.4. Studieomvang ¹	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Facet 2.5. Studietijd	G	G	G	G	G	G
Facet 2.6. Afstemming vormgeving en inhoud	V	V	V	G	G	G
Facet 2.7. Beoordeling en toetsing	G	G	G	G	G	G
Facet 2.8. Masterproef	-	G	G	-	G	G
Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden	G	G	G	E	G	G
Onderwerp 3: Inzet van personeel	+	+	+	+	+	+
Facet 3.1. Kwaliteit personeel	G	G	G	G	G	G
Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid	G	G	G	G	G	G
Facet 3.3. Kwantiteit personeel	G	G	G	G	G	G
Onderwerp 4: Voorzieningen	+	+	+	+	+	+
Facet 4.1. Materiële voorzieningen	G	G	G	G	G	G
Facet 4.2. Studiebegeleiding	G	G	G	G	G	G
Onderwerp 5: Interne kwaliteitszorg	+	+	+	+	+	+
Facet 5.1. Evaluatie resultaten	G	G	G	G	G	G
Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering	G	G	G	G	G	V
Facet 5.3. Betrekken medewerkers, studenten, alumni en beroepenveld	G	G	G	G	G	V
Onderwerp 6: Resultaten	+	+	+	+	+	+
Facet 6.1. Gerealiseerd niveau	G	G	G	G	G	G
Facet 6.2. Onderwijsrendement	G	G	G	G	G	V

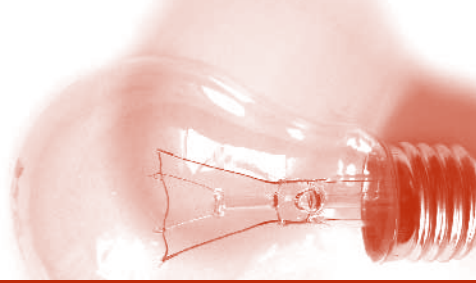
1 Het facet 'studieomvang' wordt gescoord met 'OK' indien de opleiding voldoet aan de decretale eisen m.b.t. de studieomvang uitgedrukt in de studiepunten.

Opleidingen Fotonica Nanowetenschappen Fusion Science	Nano KUL	Engelst. Nano KUL	EMM Nano KUL	Fotonica UG-VUB	Engelst. Fotonica UG-VUB	EMM Fotonica UG-VUB	EMM Fusion Science UG
Onderwerp 1: Doelstellingen	+	+	+	+	+	+	+
Facet 1.1. Niveau en oriëntatie	G	G	G	G	G	G	G
Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen	G	G	G	G	G	G	E
Onderwerp 2: Programma	+	+	+	+	+	+	+
Facet 2.1. Relatie doelstellingen en inhoud	G	G	G	G	G	G	G
Facet 2.2. Eisen professionele en academische gerichtheid	G	G	G	E	E	E	E
Facet 2.3. Samenhang van het programma	G	G	G	G	G	E	G
Facet 2.4. Studieomvang ²	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Facet 2.5. Studietijd	G	G	G	G	G	G	G
Facet 2.6. Afstemming vormgeving en inhoud	V	V	V	G	G	G	G
Facet 2.7. Beoordeling en toetsing	G	G	G	G	G	G	G
Facet 2.8. Masterproef	G	G	G	G	G	E	E
Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden	G	V	G	G	G	G	G
Onderwerp 3: Inzet van personeel	+	+	+	+	+	+	+
Facet 3.1. Kwaliteit personeel	G	G	G	G	G	G	G
Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid	E	E	E	E	E	E	E
Facet 3.3. Kwantiteit personeel	G	G	G	G	G	G	G
Onderwerp 4: Voorzieningen	+	+	+	+	+	+	+
Facet 4.1. Materiële voorzieningen	G	G	G	G	G	G	G
Facet 4.2. Studiebegeleiding	G	G	G	G	G	G	G
Onderwerp 5: Interne kwaliteitszorg	+	+	+	+	+	+	+
Facet 5.1. Evaluatie resultaten	G	G	G	G	G	G	G
Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering	G	G	G	G	G	G	G
Facet 5.3. Betrekken medewerkers, studenten, alumni en beroepenveld	G	G	G	G	G	G	E
Onderwerp 6: Resultaten	+	+	+	+	+	+	+
Facet 6.1. Gerealiseerd niveau	G	G	G	G	G	G	E
Facet 6.2. Onderwijsrendement	G	V	G	G	G	G	G

2 | Het facet 'studieomvang' wordt gescoord met 'OK' indien de opleiding voldoet aan de decretale eisen m.b.t. de studieomvang uitgedrukt in de studiepunten.



Deel 2 Opleidingsrapporten



Universiteit Gent

Bachelor in de Ingenieurswetenschappen:

Elektrotechniek

Master in de Ingenieurswetenschappen:

Elektrotechniek

Woord vooraf

Dit deelrapport behandelt de opleidingen bachelor en master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek. Ze worden georganiseerd door de Faculteit Ingenieurswetenschappen (FirW) van de Universiteit Gent (UGent). De visitatiecommissie Elektrotechniek bezocht de opleidingen van 8 tot en met 10 februari 2010.

De bachelor- en de masteropleiding Elektrotechniek vallen binnen de FirW onder de verantwoordelijkheid van de Opleidingscommissie Elektrotechniek (OCE). De FirW organiseert naast de bacheloropleiding Elektrotechniek nog zes andere bacheloropleidingen. De masteropleiding is één van de zestien masteropleidingen die de FirW aanbiedt. De bachelor is een driejarige opleiding die 180 studiepunten (SP) telt. De master is een tweejarige opleiding (120 SP) met keuze uit twee afstudeerrichtingen (elektronische circuits en systemen (ECS) en informatie- en communicatietechnologie (ICT)). Beide opleidingen worden alleen in het Nederlands aangeboden.

Vooruitlopend op de decretale invoering in 2004-2005 werden in het academiejaar 2001-2002 de ingenieursopleidingen al omgevormd van de klassieke structuur van twee gemeenschappelijke kandidaturen en drie proeven naar de bachelor-masterstructuur. Conform de wetgeving is ook de bacheloropleiding Elektrotechniek opgevat als een doorstroomopleiding van waaruit één of meerdere masteropleidingen kunnen worden aangevat. De bacheloropleiding heeft als voornaamste doel de studenten voor te bereiden op de masteropleiding Elektrotechniek. De opleiding is echter zo opgevat dat een belangrijke fractie (40%) van de opleidingsonderdelen gesitueerd is in het vakgebied Elektrotechniek en dit om een afgestudeerde bachelor die zijn studie om een of andere reden dient te beëindigen toch de mogelijkheid te bieden zijn diploma te valoriseren.

De commissie heeft een duidelijk beeld gekregen van de opleidingen Elektrotechniek aan de UGent. Ze heeft haar oordeel gebaseerd op het zelfevaluatie rapport, de ingekeken masterproeven en examen vragen, de gesprekken met de verschillende geledingen binnen de opleidingen, het bezoek aan de faciliteiten, en het overige ter inzage gelegde materiaal.

Onderstaande oordelen hebben betrekking op de bachelor en master Elektrotechniek, inclusief de afstudeerrichtingen, tenzij anders vermeld. De aanbevelingen in het kader van het verbeterperspectief en de aandachtspunten zijn opgesomd in een overzicht aan het einde van dit deelrapport maar zijn eveneens opgenomen in de beschrijving van de desbetreffende facetten.

Onderwerp 1 Doelstellingen van de opleiding

Het zelfevaluatie rapport beschrijft de eindcompetenties voor de opleidingen Elektrotechniek als volgt:

De bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Kenniscompetenties

- inzicht hebben in de basiswetenschappen en de basisingenieurswetenschappen en deze creatief en doelgericht toepassen binnen de eigen ingenieursdiscipline;
- creatief en doelgericht benutten van ondersteunende wetenschappen en technieken (statistiek, ICT, CAD);
- analyseren, ontwerpen (op basis van welomlijnde technische specificaties) en realiseren van eenvoudige schakelingen met de voornaamste analoge en digitale (opto-) elektronische componenten;
- kennen en creatief aanwenden van fysische modellen voor het beschrijven van elektrische en thermische eigenschappen van materialen en (opto-) elektronische componenten voor het ontwerp van eenvoudige systemen op basis van welomlijnde technische specificaties;
- analyseren, ontwerpen (op basis van welomlijnde technische specificaties) en realiseren van eenvoudige algoritmes voor signaal- en dataverwerking in informatie- en communicatiesystemen;
- de rol van golfverschijnselen in (opto-) elektronische systemen kennen en in rekening brengen van het ontwerp van eenvoudige systemen;
- uitvoeren van metingen op eenvoudige systemen met een hardware en/of softwarecomponent, en op basis daarvan conclusies trekken omtrent de werking van die systemen.

Wetenschappelijke competenties

- doelgericht technische en wetenschappelijke informatie opzoeken en verwerken;
- courante modellen, methoden en technieken gebruiken bij opdrachten;
- verschijnselen, processen en systemen schematiseren en modelleren;
- gemaakte beslissingen verantwoorden.

Intellectuele competenties

- de eigen leerervaringen ordenen;
- conceptueel, analytisch, systeemgericht en probleemoplossend denken op verschillende abstractieniveaus;
- blijk geven van nauwkeurigheid, doorzettingsvermogen en kritische reflectie;
- blijk geven van wetenschappelijke nieuwsgierigheid;
- verdere studie- of beroepsmogelijkheden weloverwogen kiezen;
- een ingesteldheid ontwikkelen tot levenslang leren.

Competenties in samenwerken en, communiceren

- wetenschappelijke en discipline-eigen technische terminologie (ook in het Engels) correct hanteren;
- concrete opdrachten planmatig uitwerken;
- functioneren als lid van een team;
- schriftelijk, mondeling en grafisch rapporteren over de resultaten van eigen werk.

Maatschappelijke competenties

- ethisch en maatschappelijk verantwoord handelen;
- aandacht hebben voor bedrijfskundige aspecten van de ingenieursdiscipline.

Masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Kenniscompetenties

- geavanceerde kennis van de eigen ingenieursdiscipline beheersen en toepassen bij complexe problemen;
- creatief en doelgericht benutten van vakspecifieke Computer Aided Engineering (CAE) tools en van geavanceerde reken- en communicatiemiddelen;
- analyseren, specificeren, ontwerpen (op basis van vrij algemeen geformuleerde noden) en realiseren van complexe (opto-) elektronische systemen;
- kennen en creatief aanwenden van technologie van geïntegreerde schakelingen voor de specificatie, het ontwerp en de realisatie van microsystemen waarin mechanische elementen, sensoren en actuatoren geïntegreerd zijn;
- rekening houden met technologische processen tijdens de specificatie, het ontwerp en de realisatie van (opto-) elektronische systemen;

- analyseren, specificeren, ontwerpen (op basis van vrij algemeen geformuleerde noden) en realiseren van geavanceerde algoritmes voor signaal- en dataverwerking in informatie- en communicatiesystemen;
- kennen en creatief aanwenden van geavanceerde algoritmes voor de werking en uitwisseling van data en multimediale informatie bij het specificeren, ontwerpen (op basis van vrij algemeen geformuleerde noden) en realiseren van complexe informatie- en communicatiesystemen;
- rekening houden met elektromagnetische fenomenen bij het specificeren, ontwerpen en realiseren van complexe (opto-) elektronische systemen;
- specificeren en uitvoeren van metingen op complexe systemen met een belangrijke hardware-component, en op basis daarvan conclusies trekken omtrent het verder verloop van het ontwerptraject;
- specificeren en uitvoeren van metingen op complexe systemen met een belangrijke software-component, en op basis daarvan conclusies trekken omtrent het verder verloop van het ontwerptraject.

Wetenschappelijke competenties

- complexe problemen analyseren en omzetten in een wetenschappelijke vraagstelling;
- een literatuuronderzoek in de wetenschappelijke literatuur uitvoeren;
- de best passende modellen, methoden en technieken selecteren en toepassen;
- wiskundige modellen en methoden ontwikkelen en valideren;
- resultaten van eigen onderzoek en dat van anderen objectief en kritisch interpreteren.

Intellectuele competenties

- zelfstandig een standpunt vormen over complexe situaties en dit standpunt verdedigen;
- de eigen kennis creatief, doelgericht en innovatief inzetten bij onderzoek, ontwerp en productie;
- kritisch reflecteren over eigen denken en handelen en de grenzen van de eigen competenties kennen;
- de evoluties in het vakdomein op de voet volgen en de eigen competenties verder ontwikkelen tot op expertniveau;
- zich flexibel aanpassen aan veranderende professionele omstandigheden.

Competenties in samenwerken en communiceren

- ook in de Engelse taal communiceren over het eigen vakgebied;
- projectmatig werken: doelstellingen formuleren, gericht rapporteren, einddoelen en ontwikkeltraject in het oog houden;
- functioneren als lid van een team in een multidisciplinaire omgeving en beginnend leiding geven;
- schriftelijk, mondeling en grafisch rapporteren over een technisch of wetenschappelijk onderwerp.

Maatschappelijke competenties

- ethisch, professioneel en maatschappelijk verantwoord handelen;
- de belangrijkste bedrijfskundige en juridische aspecten van de eigen ingenieursdiscipline onderkennen;
- de historische evolutie van de eigen ingenieursdiscipline en haar maatschappelijke relevantie duiden.

Ingenieurscompetenties

- beheersen van complexiteit van technische systemen door systeem- of procesmodellen te gebruiken;
- tegenstrijdige specificaties en randvoorwaarden verzoenen in een kwaliteitsvol en innovatief ontwerp of proces;
- onvolledige, tegenstrijdige of redundante gegevens omzetten in bruikbare informatie;
- voldoende parate kennis en inzicht bezitten om resultaten van complexe berekeningen te controleren of benaderend te voorspellen;
- aandacht hebben voor de volledige levenscyclus van systemen, machines en processen;
- aandacht hebben voor energie-efficiëntie, milieukost, grondstofverbruik en arbeidskost;
- aandacht hebben voor aspecten van betrouwbaarheid, veiligheid en ergonomie;
- inzicht hebben in en het belang begrijpen van de rol van ondernemerschap in de maatschappij;
- blijf geven van doorzettingsvermogen, innovatiedrang en zin voor het creëren van meerwaarde.

Facet 1.1. Niveau en oriëntatie

De doelstellingen van zowel de bacheloropleiding als de masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek zijn conform de vereisten die in het Structuurdecreet (artikel 58) worden gesteld, stelt de commissie vast. In de *bacheloropleiding* is er aandacht voor het verwerven van algemene competenties zoals denk- en redeneervaardigheid, het verwerven en verwerken van informatie, het stimuleren van kritische reflectie en het aanzetten tot levenslang leren. Voor de *masteropleiding* zijn die algemene competenties op een gevorderd niveau uitgewerkt: het vermogen om op een wetenschappelijke wijze te denken en te handelen, het om kunnen gaan met complexe problemen en het kunnen reflecteren op het eigen denken en werken en die reflectie kunnen vertalen naar de ontwikkeling van adequate oplossingen. De wetenschappelijke en intellectuele competenties zijn goed uitgewerkt in de doelstellingen van beide opleidingen, meent de commissie. In de bacheloropleiding zetten de wetenschappelijke competenties in op het opzoeken en verwerken van technische en wetenschappelijke informatie, het gebruiken van courante methoden, modellen en technieken bij opdrachten, het schematiseren van verschijnselen, processen en systemen, en het verantwoorden van gemaakte beslissingen. De intellectuele competenties focussen op het ontwikkelen van het conceptueel en analytisch denken, het ordenen van leerervaringen en het blijf geven van wetenschappelijke nieuwsgierigheid. In de masteropleiding gaat het om het gebruiken van methoden en technieken in onderzoek, het ontwerpen van onderzoek, het toepassen van pa-

radigma's in het domein van de wetenschappen, het aanduiden van de grenzen van paradigma's en het samenwerken in een multidisciplinaire omgeving.

Daarnaast is er uitgebreide aandacht voor het bijbrengen van de disciplinegerichte basiskennis, waarbij de nieuwste ontwikkelingen niet uit het oog worden verloren. Die disciplinegerichte basiskennis in het domein van de elektrotechniek wordt in de bacheloropleiding geënt op een brede basiswetenschappelijke vorming in de wis-kunde, scheikunde en natuurkunde, gecombineerd met een polyvalente technisch-wetenschappelijke vorming in het ingenieursvak. In de masteropleiding worden de wetenschappelijk-disciplinaire kennis en vaardigheden verder gedefinieerd, met als doel afgestudeerden af te leveren die op een efficiënte manier, zelfstandig of in team, complexe informatie- en communicatiesystemen kunnen analyseren, ontwerpen, programmeren, realiseren, valideren en beheren.

De doelstellingen van de opleidingen worden gecommuniceerd via de elektronische studiegids en zijn, zo stelde de commissie tijdens haar bezoek vast, goed gekend bij de studenten.

De commissie beoordeelt het facet 'Niveau en oriëntatie' als goed voor beide opleidingen.

Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen

De commissie meent dat de domeinspecifieke eisen in de doelstellingen goed zijn afgestemd op de eisen die worden gesteld door (buitenlandse) vakgenoten, inclusief haar eigen referentiekader. Voor de onderbouwing van de domeinspecifieke doelen baseerden de opleidingsverantwoordelijken zich op het Europese 'EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes-Second Cycle Programme Outcomes', de 'Criteria for Accrediting Engineering Programs' van het Amerikaanse ingenieursaccreditatie-orgaan ABET, en het vorige visitatierapport (2003). Daarnaast is gekeken naar de curricula van een aantal gelijkaardige opleidingen in Europa en de Verenigde Staten en speelden ook de eigen internationale contacten een rol.

De doelstellingen van beide opleidingen zijn getoetst aan de wensen en behoeften van het beroepenveld. Dit gebeurde direct via een raadpleging van de 'Technologische Kring' en indirect via de link die een aantal lesgevers heeft met de industrie. Het resulteerde onder meer in het uitbouwen van een 'projectlijn' (zie 'Programma') doorheen de opleidingen om de competenties in samenwerken en communiceren te versterken. Om het contact met het beroepenveld te versterken, besliste de FirW in 2009 dat elke opleidingscommissie een adviesgroep moet samenstellen die zich ten minste jaarlijks moet buigen over de strategische visie van de opleiding en de mogelijke interacties met de beroepspraktijk. De adviesgroep van de opleidingscommissie Elektrotechniek was op het ogenblik van de visitatie al één keer bijeen geweest. De commissie vindt het oprichten van dergelijke professionele adviescommissies een zeer goed initiatief.

1 | De Technologische Kring is een platform waar bedrijven en de UGent-FirW elkaar ontmoeten.

Omdat het vakgebied van de Elektrotechniek de jongste decennia een enorme expansie kende, heeft de Universiteit Gent beslist om zich met de bachelor-masteropleiding Elektrotechniek vooral te profileren op het ontwerp, de realisatie en het gebruik van informatiesystemen, waarbij zowel de elektronische aspecten (de hardware) als de programmatorische aspecten (de software) uitgebreid aan bod komen. Dit betekent dat energieconversie en mechatronica vooral wordt uitgewerkt in de masteropleiding Werktuigkunde-Elektrotechniek, en fotonica in de masteropleiding Fotonica. In de bachelor- en masteropleiding Computerwetenschappen ligt de nadruk veeleer op datastructuren, besturingssystemen, netwerkprotocollen en toepassingssoftware terwijl de opleiding Elektrotechniek focust op (opto)- elektronische componenten, schakelingen en systemen en op algoritmes voor signaal- en dataverwerking in informatie- en telecommunicatiesystemen.

Ten opzichte van de masteropleiding in de industriële wetenschappen: Elektronica aan de hogescholen profileert de masteropleiding Elektrotechniek aan de UGent zich als een opleiding met een diepgaand wetenschappelijk karakter. De hogeschoolopleidingen in de elektronica richten zich meer op de praktische aspecten van de techniek en op de praktijkgerichte toepassing ervan. De commissie meent dat de Gentse opleidingen een duidelijk en scherp profiel hebben.

De commissie beoordeelt het facet 'Domeinspecifieke eisen' als goed voor beide opleidingen.

Algemene conclusie bij onderwerp 1: Doelstellingen van de opleiding

De facetten 'Niveau en oriëntatie' en 'Domeinspecifieke eisen' worden voor zowel de bacheloropleiding als de masteropleiding als 'goed' beoordeeld. Derhalve krijgt het onderwerp 'Doelstellingen' een positieve beoordeling.

Onderwerp 2 Programma

Beschrijving van het bachelorprogramma

Het programma is opgedeeld in vier opleidingscomponenten: elektrotechniek (75 studiepunten), basiswetenschappelijke component (48 studiepunten), algemene vorming (12 studiepunten) en technisch-wetenschappelijke vorming (39 studiepunten). Een keuzevak van 6 studiepunten kan genomen worden uit de componenten elektrotechniek, basis- of technisch wetenschappelijke vorming.

Het pakket basiswetenschappelijke vorming omvat wiskunde-onderdelen, natuurkundevorming en scheikunde. Deze opleidingsonderdelen worden in de eerste drie semesters gedoceerd.

De algemene vorming bestaat uit 'Ingenieursproject I', 'Bedrijfskunde', en 'Filosofie en Wetenschap' of 'Biosystemen'. Ook deze opleidingsonderdelen staan in de eerste drie semesters geprogrammeerd.

De technisch-wetenschappelijke vorming bestaat uit de opleidingsonderdelen 'Informatica', 'Waarschijnlijkheidsrekening en statistiek', 'Materiaaltechnologie: basisconcepten en project', 'Systemen en signalen', 'Mechanica van materialen', 'Elektrische schakelingen en netwerken', 'Toegepaste probabiliteit' en 'Modelleren en regelen van dynamische systemen'. Deze opleidingsonderdelen worden in de eerste vier semesters onderwezen.

Het luik 'elektrotechniek' omvat de opleidingsonderdelen 'Programmeren', 'Computerarchitectuur', 'Materialen in de elektronica', 'Ingenieursproject II: elektrotechniek', 'Communicatienetwerken', 'Communicatietheorie', 'Toegepast elektromagnetisme', 'Digitale elektronica', 'Analoge elektronica', 'Signaalverwerking', 'Fotonica', 'Stroming en warmteoverdracht in de elektronica' en het 'Vakoverschrijdend project'. Dit pakket staat geprogrammeerd in het vijfde en zesde semester.

Beschrijving van het masterprogramma

Het programma van de masteropleiding bestaat uit een kerncurriculum van opgelegde opleidingsonderdelen (60 studiepunten), een masterproef (24 studiepunten), en een keuzecurriculum (36 studiepunten). De opleiding biedt twee afstudeerrichtingen aan: 'Elektronische circuits en systemen', en 'Informatie en communicatietechnologie'. Per afstudeerrichting is het kerncurriculum op te splitsen in gemeenschappelijke opleidingsonderdelen, goed voor 36 studiepunten en opgelegd aan alle studenten Elektrotechniek en afstudeerrichtingsopleidingsonderdelen, goed voor 24 studiepunten en opgelegd aan de studenten van de desbetreffende afstudeerrichting. De gemeenschappelijke opleidingsonderdelen zijn 'Antennas and Propagation', 'Ontwerp van analoge schakelingen en bouwblokken', 'VLSI-technologie en -ontwerp', 'Ontwerpmethodologie van complexe systemen', 'Informatietheorie', en 'Hogesnelheidselektronica'. De afstudeerrichtingsopleidingsonderdelen voor 'Elektronische circuits en systemen' zijn 'Circuit- en EMC-concepten', 'Hardwareontwerpproject', 'Modulatie en detectie', en 'Technologie van geïntegreerde schakelingen en microsystemen'. Voor 'Informatie- en communicatietechnologie' zijn de afstudeerrichtingsopleidingsonderdelen 'Multimedianeetwerken', 'Wachttijtheorie', 'Ontwerp van gedistribueerde software', en 'Ontwerp van multimediatoepassingen'.

Het keuzecurriculum dient voor minstens 12 studiepunten uit opleidingsonderdelen uit een vastgelegde lijst van afstudeerrichtingsspecifieke keuzeopleidingsonderdelen te bestaan. De resterende 24 studiepunten kan de student op drie verschillende manieren invullen:

1. zes studiepunten uit een facultaire lijst van maatschappelijke opleidingsonderdelen, aangevuld met 18 studiepunten vrij te kiezen opleidingsonderdelen uit de opleidingsprogramma's van de UGent;
2. 24 studiepunten uit een lijst van opleidingsonderdelen die samen een maatschappelijke minor vormen (Bedrijfskunde, Milieu en duurzame ontwikkeling, of Biosystemen);

- zes studiepunten uit een facultaire lijst van maatschappelijke opleidingsonderdelen, en 18 studiepunten uit een lijst van opleidingsonderdelen die samen een technische minor vormen (Computerwetenschappen, Fotonica, Energietechniek, Regeltechniek en automatisering, Materiaalkunde, Chemische technologie of Materiaalfysica).

Facet 2.1. De relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma

Bachelorprogramma

De commissie meent dat het programma de opleidingscompetenties adequaat realiseert, zowel qua niveau als qua domeinspecifieke invulling. Het programma biedt de studenten absoluut de mogelijkheid om de geformuleerde eindkwalificaties te bereiken. Ze krijgen een gedegen vorming in de basiswetenschappen en basisingenieurswetenschappen en een degelijke introductie (vanaf het tweede semester van bachelor 2) in de elektrotechniek. In de projecten 'Ingenieursproject I', 'Ingenieursproject II' en het 'Vakoverschrijdend project' is er veel aandacht voor het ontwikkelen van communicatie- en presentatievaardigheden, projectmanagement, zelfstandig werken in groep, kennisintegratie en het gebruik van CAE-tools. Die projectlijn verhoogt de attractiviteit van de opleiding, zeker in het eerste jaar waar vooral het bijbrengen van de basiswetenschappelijke kennis en vaardigheden centraal staat, en wordt gewaardeerd door de studenten, stelde de commissie vast. De maatschappelijke competenties worden voor een belangrijk deel ontwikkeld in de opleidingsonderdelen 'Bedrijfskunde', 'Filosofie en wetenschap' of 'Biosystemen'. In die opleidingsonderdelen is er aandacht voor het verantwoord ontwerpen van systemen, rekening houdend met energieverbruik, veiligheid, duurzaamheid, etc. In heel veel opleidingsonderdelen komen de intellectuele competenties (systeemgericht en probleemoplossend denken) aan bod. Naast de projectlijn wordt onder meer in de opleidingsonderdelen 'Communicatietheorie', 'Toegepast elektromagnetisme' en 'Fotonica' in groep aan een opdracht gewerkt. In de laatste twee opleidingsonderdelen wordt er ook aandacht besteed aan bedrijfskundige aspecten. In het kader van 'Ingenieursproject II' wordt een bedrijfsbezoek georganiseerd.

De internationale dimensie is in de bacheloropleiding beperkt tot het correct leren hanteren van de discipline-eigen terminologie, voor een aantal opleidingsonderdelen ook in het Engels en in het opzoeken van informatie in Engelstalige artikels, brochures en datasheets. Gezien Engels als de taal van de wetenschap wordt beschouwd en de studenten in de masteropleiding actief dienen te communiceren in deze taal, is de commissie er voorstander van om buiten het curriculum om de studenten op een laagdrempelige manier een taal cursus aan te bieden, bijvoorbeeld via taallabo's die 's middags plaatsvinden op de campus.

De commissie oordeelt tevens dat de eindkwalificaties adequaat vertaald zijn in leerdoelen. De studiefiches zijn over het algemeen goed ingevuld. De studenten kennen

het programma en weten wat in het kader van de verschillende opleidingsonderdelen van hen verwacht wordt.

Masterprogramma

De commissie is van mening dat het masterprogramma van een hoog niveau is en de opleidingscompetenties adequaat vertaalt. Het programma biedt de studenten absoluut de mogelijkheid om de geformuleerde doelstellingen te bereiken. De gemeenschappelijke opleidingsonderdelen brengen algemene ontwerp- en meetprincipes aan. De afstudeerrichtingen brengen meer gedetailleerde ontwerp-kennis aan. In de afstudeerrichting ECS ligt de focus op de technologie voor het realiseren van geïntegreerde schakelingen en microsystemen, leert de student rekening houden met elektromagnetische fenomenen bij het ontwerp van elektronische systemen en maakt hij kennis met geavanceerde modulatie- en detectiesystemen voor digitale communicatie. De aangeleerde ontwerpprincipes worden toegepast in het 'Hardware-ontwerpproject'. In de afstudeerrichting ICT leert de student complexe multimediatoepassingen ontwerpen en ontwikkelt hij besturingssoftware die ervoor moet zorgen dat gebruikerssoftware makkelijk op een gedistribueerd systeem kan draaien. Hij leert tevens principes uit de wachttijtheorie aanwenden om de prestaties van telecommunicatiesystemen te analyseren en te voorspellen.

Het programma bevat een groot aantal opleidingsonderdelen waarin het opzoeken van informatie, het verwerven van praktische vaardigheden en het creatief toepassen van leerstof aan bod komen en heeft aldus een grote aandacht voor de ontwikkeling van de wetenschappelijke, intellectuele en ingenieurscompetenties van de student. Ook aan de competenties in samenwerken en communiceren wordt in verschillende opleidingsonderdelen aandacht besteed.

In de masteropleiding is de internationale dimensie nadrukkelijker aanwezig dan in de bacheloropleiding. Zowel in het kerncurriculum als in de beide afstudeerrichtingen worden een aantal opleidingsonderdelen in het Engels gedoceerd. De studenten dienen mondeling en schriftelijk in het Engels te kunnen communiceren over hun vakgebied en evoluties in het vakgebied via Engelstalige literatuur op te volgen. Ook stimuleert de opleiding Erasmusuitwisselingen en stages in het buitenland, al vindt de commissie (*zie onderwerp 'Resultaten'*) dat de deelname aan deze uitwisselingen en stages nogal beperkt is.

Om de studenten te laten proeven van het professionele leven en een goede indruk te laten krijgen van hun carrièremogelijkheden, is een stage een probaat middel vindt de commissie. Het programma biedt de mogelijkheid om in de zomervakantie één lange of twee korte bedrijfsstages te volgen. De cijfers tonen evenwel aan dat het moeilijk is om de studenten voor zo'n stage warm te maken. De stage blijkt moeilijk combineerbaar te zijn met herexamens, ze duurt te lang voor het aantal studiepunten dat de student ervoor krijgt, ze is niet betaald en de student wil voldoende studiepunten overhouden om interessante keuzeopleidingsonderdelen te volgen,

zijn de redenen die door studenten aangehaald worden waarom bedrijfsstages niet populair zijn. Bij de docenten heerst er dan weer een koudwatervrees om de stage verplicht te maken. De begeleiding gebeurt immers door de stagebegeleider in het bedrijf, zonder interventie van de promotor. Bij het niet naleven van de gemaakte afspraken tussen het bedrijf en de facultaire stagecommissie is de student bij een verplichte stage de dupe en dat willen we vermijden, luidde het. De commissie vindt dat de opleidingsverantwoordelijken middels een veel striktere organisatie en een groter aanbod het opnemen van een stage dienen te stimuleren.

Ook voor deze opleiding zijn de eindkwalificaties adequaat vertaald in leerdoelen. De studiefiches zijn over het algemeen goed ingevuld. De studenten kennen het programma en weten wat in het kader van de verschillende opleidingsonderdelen van hen verwacht wordt, constateerde de commissie.

De commissie beoordeelt het facet 'relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma' dan ook als goed.

Facet 2.2. De professionele en academische gerichtheid van het programma

In beide programma's wordt er veel aandacht besteed aan kennisontwikkeling. In de *bacheloropleiding* wordt die kennis in eerste instantie aangereikt via de basiswetenschappelijke, de technisch-wetenschappelijke en de elektrotechniek-opleidingsonderdelen. In het 'Ingenieursproject II' en het 'Vakoverschrijdend project' dienen de studenten de verworven kennis geïntegreerd toe te passen.

In de *masteropleiding* wordt de kennis in het vakgebied verdiept en gespecialiseerd, met in verschillende opleidingsonderdelen, waaronder de masterproef, oog voor een geïntegreerde en creatieve benadering ervan.

De ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden en de bijhorende attitudes staat centraal in beide programma's via de oefeningen, practica, individuele opdrachten en groepswerken die in diverse opleidingsonderdelen (bijvoorbeeld de projectlijn in het bachelorprogramma) zijn ingebouwd.

Het onderwijs dat wordt aangeboden, is sterk onderzoeksgebonden. De lesgevers van de elektrotechniek-opleidingsonderdelen baseren een deel van hun leerstof op recent onderzoek en stellen oefeningen- en groepswerkopgaven op die rechtstreeks verband houden met het onderzoek dat in hun onderzoeksgroep gebeurt. Ook in de basiswetenschappelijke en technisch-wetenschappelijke opleidingsonderdelen in de eerste twee bachelorjaren levert het onderzoek inspiratie voor het uitwerken van opdrachten voor oefeningen en practica.

Beide programma's hebben oog voor de vaardigheden die het maatschappelijk en beroepsmatig functioneren ondersteunen, meent de commissie. In het *bachelorprogramma* komen die competenties aan bod in de algemeen vormende opleidingsonderdelen zoals Bedrijfskunde, Filosofie en wetenschap of Biosystemen maar voor een belangrijk deel ook in een aantal vakdeskundige opleidingsonderdelen. Er is

aandacht voor het verantwoord ontwerpen van systemen, voor energieverbruik, veiligheid, duurzaamheid en belasting voor het milieu. De projectlijn besteedt veel aandacht aan het leren samenwerken en communiceren.

In het *masterprogramma* is er de verplichting om voor minstens 6 studiepunten aan maatschappelijke opleidingsonderdelen te kiezen. Ondernemerschap, innovatie, milieu en ethiek, veiligheid en duurzaamheid zijn daarin belangrijke thema's. Voorts is er de mogelijkheid om een stage te volgen en bieden beide afstudeerrichtingen ook een aantal technische opleidingsonderdelen aan die wezenlijk bijdragen tot de ontwikkeling van maatschappelijke competenties.

De commissie beoordeelt het facet 'Professionele en academische gerichtheid' voor beide programma's dan ook als goed.

Facet 2.3. De samenhang van het programma

De commissie meent dat beide programma's inhoudelijk goed samenhangen en logisch zijn opgebouwd. In het bachelorprogramma krijgen de studenten in de eerste drie semesters een brede basiswetenschappelijke vorming in wis-, natuur- en scheikunde en krijgen ze ook de technisch-wetenschappelijke vorming in basisingenieursdisciplines zoals statistiek en waarschijnlijkheidsrekening; informatica, systeem- en signaalanalyse en materialen. In de laatste drie semesters wordt daarop de vorming in de elektrotechniek geënt.

De elektrotechnische vorming, die in de masteropleiding verdiept en gespecialiseerd gebeurt, valt uiteen in vijf thematische lijnen: analoge elektronica, digitale elektronica, hardwaretechnologie, communicatietechnologie en informatietechnologie.

Uit het zelfevaluatierapport en de gesprekken met de studenten kon de commissie afleiden dat er een goede samenhang is tussen de opleidingsonderdelen van het bachelor- en het masterprogramma. Overlappendingen zijn er nauwelijks. De overgang van de bachelor- naar de masteropleiding verloopt vlekkeloos en de studenten zijn goed op de hoogte en appreciëren de structuur van beide programma's.

De commissie beoordeelt het facet 'Samenhang' voor de twee programma's als goed.

Facet 2.4. Studieomvang

De opleidingen voldoen aan de formele eisen met betrekking tot de studieomvang: de driejarige bacheloropleiding omvat 180 studiepunten en de masteropleiding omvat 60 studiepunten per jaar.

Facet 2.5. Studietijd

De opleidingen begroten elk studiejaar op 1800 uren aan studietijd. Een studiepoint correspondeert aldus met 30 uren studie. Volgens de Vlaamse decreetgever moet 1

studiepunt overeenkomen met ten minste 25 en ten hoogste 30 uren studietijd, de opleidingen kiezen er voor om een studiepunt zo maximaal mogelijk in te vullen. De programma's van alle studiejaar vertegenwoordigen in beide semesters evenveel (30) studiepunten.

Om te controleren of de begrote studietijd strookt met de reële, baseren de opleidingen zich op de onderwijsbeoordelingen georganiseerd door de facultaire Kwaliteitscel Onderwijs (KCO), de studietijdmetingen georganiseerd door de centrale Directie Onderwijsaangelegenheden (DOWA) en een bevraging die uitgevoerd werd door de studenten in functie van de visitatie. De KCO-evaluatie vraagt wel niet expliciet naar de studietijden maar indien de reële studietijd van een opleidingsonderdeel sterk boven de begrote tijd ligt, dan komt dit toch aan het licht en wordt de opleidingscommissie gevraagd om dit te onderzoeken. De DOWA-studietijdmeting vergt veel inspanningen (registraties per week) van de studenten. De participatiegraad is laag waardoor het moeilijk is om betrouwbare gegevens te verzamelen over richtingen met minder dan 50 studenten. Er zijn wel betrouwbare metingen van 2006-2007 voor het tweede bachelorjaar (oude programma) en van 2002-2003 voor de toenmalige kandidaturen. De studentenenquête (2008-2009) biedt recente gegevens over beide opleidingen. De verkregen studietijden zijn evenwel onderschat omdat ze geen rekening houden met de tweede examenperiode die voor een niet te verwaarlozen aantal studenten nog enkele honderden uren extra betekent. De cijfers tonen aan dat de gemiddelde studietijd in het eerste bachelorjaar gemiddeld 10 procent hoger ligt dan begroot, in het tweede jaar ligt ze gemiddeld 16 procent lager dan begroot. In het derde jaar strookt ze met de begrote studietijd en in de masteropleiding ligt de gemiddelde studietijd per jaar met 1200 uren aanzienlijk lager dan begroot.

De opleidingsverantwoordelijken concluderen uit de gegevens voor de bacheloropleiding (studentenenquête plus DOWA-meting tweede bachelorjaar 2006-2007) dat de begrote studietijden, gelet op het feit dat de gemeten tijden een onderschatting zijn, vrij realistisch blijken te zijn, behalve voor het eerste jaar waarin de studietijd groter lijkt dan begroot. De Adviescommissie Truncus Communis (ACTC), bevoegd voor die opleidingsonderdelen die in minstens vier andere bachelorprogramma's onderwezen worden, heeft daarop het eerste jaar doorgelicht. Daaruit bleek dat de studielast van twee opleidingsonderdelen ('Waarschijnlijkheidsrekenen en statistiek' en 'Materiaaltechnologie') merkbaar groter was dan begroot. Op vraag van de ACTC hebben de betrokken lesgevers het probleem geremedieerd.

Wat de relatief lage studietijd in de masteropleiding betreft, menen de opleidingsverantwoordelijken in de relatief lage slaagcijfers van het eerste masterjaar in juni 2009 een verklaring te vinden. De opleidingscommissie heeft zich voorgenomen om via een bevraging van de masterstudenten na te gaan of die interpretatie correct is.

De studenten uit de bacheloropleiding waarmee de commissie heeft gesproken, gaven aan dat het programma zwaar maar studeerbaar is. Ze wezen er tevens op dat

het toegewezen aantal studiepunten niet altijd correspondeert met de studietijd die ze aan sommige opleidingsonderdelen spenderen. Vooral de opleidingsonderdelen met een practica-aspect verdienen volgens hen meer studiepunten.

Bij de masterstudenten noteerde de commissie dat bij de keuze-opleidingsonderdelen de verhouding werklast/studiepunten sterk kan verschillen.

Op basis van de informatie uit het zelfevaluatierapport en de gesprekken concludeert de commissie dat de werkelijke studietijd voor beide opleidingen aansluit bij de norm van 60 studiepunten per jaar. De commissie acht beide programma's ook studeerbaar, zeker voor studenten die de studie in het eerste bachelorjaar aanvatten met de nodige (wiskundige) voorkennis. De studietijd is voor alle jaren ook goed gespreid over beide semesters.

In het kader van het verbeterperspectief vraagt de commissie de opleidingsverantwoordelijken wel om er naar te streven de studietijd van de individuele opleidingsonderdelen goed af te stemmen op het aantal studiepunten dat aan de opleidingsonderdelen is toegewezen.

De commissie beoordeelt het facet 'Studietijd' voor beide programma's als goed.

Facet 2.6. Afstemming tussen vormgeving en inhoud

Het didactisch concept waarop de beide opleidingen zijn gestoeld, gaat uit van een verschuiving van een sterk geleide kennisontwikkeling naar een veel minder geleid opdoen van leerervaringen. Het stelt ook het in team uitvoeren van opdrachten over het ganse traject van de opleiding centraal. Ten slotte is ook het gebruik van de Engelse taal in de didactische uitgangspunten verwerkt. De commissie meent dat dit concept en de geformuleerde opleidingscompetenties goed op elkaar zijn afgestemd.

In de *bacheloropleiding* worden in het eerste jaar hoofdzakelijk de traditionele werkvormen van hoorcolleges en werkcolleges (geleide oefeningen in een auditorium of pc-klas) gehanteerd. Deze werkvormen zijn er op gericht om de studenten de nodige kenniscompetenties bij te brengen. De mondelinge en schriftelijke vaardigheden worden goed getraind in het ingenieursproject, waar er voor bijna elke les een verslag dient geschreven te worden. In het tweede en derde bachelorjaar worden naast de hoor- en werkcolleges voor verschillende opleidingsonderdelen ook practica (actief bezig zijn in labo of pc-klas), zelfstandig werk en groepswork georganiseerd. In het 'Ingenieursproject II' en het 'Vakoverschrijdend project' is er veel aandacht voor de communicatie- en presentatievaardigheden, projectmanagement, zelfstandig werken in een groep, toepassen van kennis en het gebruik van CAE-tools. De studenten, zo stelde de commissie vast, hebben een grote waardering voor de projectlijn in de opleiding en bestempelden de practica als 'erg interessant'. Als verbe-

terpunt stipten ze aan dat er meer bedrijfsbezoeken ingeroosterd mochten worden. De commissie is van oordeel dat meer contacten met de industrie wenselijk zijn en dat bedrijfsbezoeken hierin een rol kunnen spelen.

Het gebruik van het Engels is, zoals geschetst in facet 2.1., beperkt tot het correct leren hanteren van de discipline-eigen terminologie, voor een aantal opleidingsonderdelen ook in het Engels en in het opzoeken van informatie in Engelstalige artikels, brochures en datasheets.

In de *masteropleiding* wordt in ongeveer de helft van de opleidingsonderdelen gebruik gemaakt van werkcolleges en/of practica voor het begeleiden van kennis en het verwerven van praktische vaardigheden. Ook een groepswerk komt in de helft van de opleidingsonderdelen voor. In een aantal afstudeerrichtingsspecifieke onderdelen dient de student zelfstandig oefeningen te maken. Naast de masterproef is er één projectvak (Hardwareproject in de afstudeerrichting ECS) waarin formeel vakoverschrijdend gewerkt wordt. In de groepswerken zijn echter ook dikwijls vakoverschrijdende aspecten opgenomen. Diverse opleidingsonderdelen hebben oog voor het bedrijfsleven, via het uitnodigen van bedrijfsleiders maar ook via bedrijfsbezoeken. Zoals geschetst in facet 2.1. worden zowel in het kerncurriculum als in de beide afstudeerrichtingen een aantal opleidingsonderdelen in het Engels gedoceerd. De studenten geven presentaties en maken verslagen in deze 'lingua franca' van de wetenschap.

De werkvormen, concludeert de commissie, sluiten in beide opleidingen goed aan bij het didactisch concept en bij de geformuleerde opleidingscompetenties.

De kwaliteit van de onderwijs- en leermiddelen is in beide opleidingen in orde, meent de commissie. Het elektronisch leerplatform Minerva wordt goed gebruikt als discussieforum en als informatieplatform. Er wordt lesmateriaal op uitgewisseld, zelftesten op aangeboden en aankondigingen op verspreid. De practica-infrastructuur is modern. Het lesmateriaal bestaat uit cursusnota's, (Engelstalige) handboeken, slides en opgeloste oefeningen. Een aantal lesgevers maakt gebruik van commerciële softwaretools als Maple en Matlab en eigen tools die in het kader van onderzoeksprojecten werden ontwikkeld

De commissie beoordeelt het facet 'Afstemming tussen de vormgeving en de inhoud' voor de bachelor- en voor de masteropleiding als goed.

Facet 2.7. Beoordeling en toetsing

De Facultaire Studentenadministratie zorgt voor de coördinatie en de organisatie van de examens. Per academiejaar zijn er twee examenperiodes. In de eerste periode worden de examens per semester georganiseerd. Ze vinden plaats in januari-februari en mei-juni. Herkansing is mogelijk in de tweede examenperiode die in augustus-september valt. De examenroosters worden opgesteld in overleg met de studenten

en de lesgevers. Voor de bachelorjaren zijn de examenroosters al voor de start van het academiejaar vastgelegd. De evaluatievormen worden in de studiefiches opgenomen en ieder jaar ter goedkeuring voorgelegd aan de opleidingscommissie.

De periodegebonden evaluaties zijn mondeling en/of schriftelijk en kunnen uit verschillende onderdelen bestaan. In opleidingsonderdelen waarin een groepswerk of zelfstandig werk dient gemaakt te worden, bestaat het examen vaak gedeeltelijk uit een presentatie en/of bespreking van de resultaten die werden verkregen. Op drie na, zo meldt het zelfevaluatie rapport, blijken alle periodegebonden examens in de bacheloropleiding schriftelijk te zijn. In de masteropleiding bevat het examen meestal ook een mondelinge component.

De niet-periodegebonden evaluaties zijn evaluaties die in de loop van het academiejaar gebeuren. Het gaat om studietesten, gequoteerde oefeningen, de evaluatie van practicumverslagen of presentaties van groepswerken en de beoordeling van papers. De quoteringen worden mee verrekend in de eindscore.

De commissie meent op basis van de studiefiches en de examens die ze kon inkijken dat de evaluaties stroken met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen.

De kwaliteitsbewaking van het toetsgebeuren gebeurt a posteriori. De lesgevers hebben een grote autonomie in het samenstellen van evaluaties en in het beoordelen van de studenten. Post factum moeten ze wel verantwoording kunnen afleggen over de gestelde vragen en de beoordeling, ten eerste aan de KCO mochten er problemen aan het licht komen tijdens de onderwijs-evaluaties, ten tweede aan de ombudspersonen die klachten van studenten onderzoeken en ten derde aan de examencommissie.

De studenten worden goed voorbereid op de examens, stelde de commissie vast. In de projectlijn is er veel aandacht voor tussentijdse feedback. Tal van lesgevers stellen voorbeeldexamens ter beschikking en voor de opleidingsonderdelen 'Discrete wiskunde I', 'Meetkunde' en 'Lineaire algebra' in het eerste bachelorjaar zijn er elektronische zelftesten ter beschikking. De studenten gaven tijdens het bezoek van de commissie aan dat ze vertrouwd zijn met de exameneisen. De docenten stippen in de laatste les aan wat ze van de studenten verwachten tijdens het examen, de examens zijn representatief voor de leerstof en de quotering is in orde.

De commissie beoordeelt het facet 'Beoordeling en toetsing' voor beide opleidingen als goed.

Facet 2.8. De masterproef

De masterproef is 24 studiepunten waard en voldoet daarmee aan de decretale eis ter zake. De studenten kiezen een onderwerp in de loop van het tweede semester en vatten de werkzaamheden in het begin van het derde semester aan. Met de mas-

terproef dienen de studenten aan te tonen dat ze over een analytisch, synthetisch, integratief en zelfstandig probleemoplossend vermogen op academisch niveau beschikken, dat ze op een begeleid-zelfstandige manier onderzoek kunnen uitvoeren, dat ze dat onderzoek op een vlot leesbare manier kunnen beschrijven en dat ze er in het Engels een bevattelijke synthese van kunnen opstellen. De meeste masterproeven zijn individuele werkstukken maar het gebeurt steeds vaker dat twee studenten samen aan een complex onderwerp werken. De meeste studenten slagen erin hun masterproef op het einde van het vierde semester te verdedigen. Zij die daar niet in slagen, kunnen hun werk indienen en verdedigen in alle examenperiodes die daarop volgen. Het afwerken van de masterproef in de eerste examenperiode wordt door de promotoren gestimuleerd. Dit is in overeenstemming met de uitdrukkelijke wens van het universiteitsbestuur dat de masterproef geen feitelijke verlenging van de studieduur mag veroorzaken.

Zowel de promotoren als de studenten stellen onderwerpen voor de masterproef voor. Bijna elk aangeboden onderwerp houdt rechtstreeks verband met het lopend onderzoek in de onderzoeksgroep van de promotor. Als een student een onderwerp voorstelt, dan moet hij zelf op zoek gaan naar een geschikte promotor. In de masteropleiding Elektrotechniek gebeurt het weinig dat een student zelf met een voorstel komt. Alle onderwerpen moeten door de opleidingscommissie worden voorgelegd, die ze toetst aan een aantal criteria. Vervolgens worden ze bekendgemaakt en organiseren veel onderzoeksgroepen voor de studenten uit het eerste jaar infosessies. Per masterproef wordt in september een begeleidingscommissie aangesteld. Ze bestaat uit de promotor en twee andere leden (ZAP, AAP, OAP of externen) die de masterproef tijdens het jaar van nabij dienen op te volgen. De aard van de begeleiding hangt af van het onderwerp, de student en de promotor. Het kan gaan van een dagelijkse aanwezigheid in de onderzoekslaboratoria tot rapporteringen op vaste of variabele tijdstippen. In ieder geval is er rond de overgang van het derde naar het vierde semester een verplichte formele presentatie door de student voor de begeleidingscommissie.

Een masterproef wordt beoordeeld door een commissie van minstens drie leden, waaronder minstens één lid dat niet tot de begeleidingscommissie behoorde en geen deel uitmaakt van de onderzoeksgroep die bij de begeleiding betrokken was. Er is steeds een publieke verdediging die bestaat uit een presentatie en een vragen-antwoordsessie. Masterproeven die in het kader van een Erasmusuitwisseling in het buitenland zijn uitgevoerd, worden in Gent verdedigd en beoordeeld. De promotor van de gastuniversiteit zetelt in dat geval ook in de beoordelingscommissie. De masterproef wordt beoordeeld op het jaarwerk, de wetenschappelijke aspecten met inbegrip van de vormgeving en de kwaliteit van de samenvatting en ten slotte op de publieke verdediging. Daarna volgt een gemotiveerde eindbeoordeling en een eindscore.

De commissie heeft een aantal masterproeven doorgenomen en concludeert dat deze werken van zeer goede wetenschappelijke kwaliteit zijn. Ze weerspiegelen het analytisch en zelfstandig probleemoplossend academisch vermogen van de studenten. De studenten worden goed geïnformeerd over de onderwerpen al zijn ze wel voorstander van een algemene startvergadering over hoe de keuze en de uitvoering van een masterproef verloopt. De begeleiding is in orde zonder dat de studenten te veel bij het handje worden genomen en de beoordeling is correct en transparant. De commissie heeft er geen problemen mee dat één masterproef kan uitgevoerd worden door twee studenten maar wenst te beklemtonen dat de onderwerpen dan meer complex moeten zijn dan bij individuele werkstukken, dat in de opgave duidelijk twee aspecten van de probleemstelling moeten gedefinieerd zijn en dat de beoordeling duidelijk individueel moet zijn.

Gezien het belang van het Engels als taal van de wetenschap, zoals ook erkend in de doelstellingen, beveelt de commissie tevens aan er naar te streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten gebeuren en de proef ook in het Engels te laten schrijven. De suggestie van de studenten om een startvergadering te organiseren rond de masterproef lijkt de commissie eveneens een goed verbeterpunt. Voorts meent ze dat masterproeven ook sneller in de openbaarheid mogen worden gebracht, uiteraard met uitzondering voor de industrieel gevoelige informatie die ze soms bevatten. Ten slotte is de commissie er voorstander van dat experimentele masterproeven tot in een prototypefase gebracht kunnen worden. Om dit mogelijk te maken, dient de klemtoon op de masterproef niet alleen in het vierde semester te liggen maar moet ook het derde semester al goed benut worden. De commissie vraagt dan ook om hier de nodige aandacht aan te besteden.

De commissie beoordeelt het facet 'Masterproef' als goed.

Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden

De huidige toelatingsvoorwaarden voor een bachelor in de ingenieurswetenschappen zijn de generieke criteria die in het Vlaamse hoger onderwijs worden toegepast voor alle opleidingen. Dit betekent dat de studenten moeten beschikken over:

- een diploma van het secundair onderwijs;
- of een bachelordiploma;
- of een diploma van het hoger onderwijs voor sociale promotie;
- of een diploma of getuigschrift dat als gelijkwaardig wordt erkend.

Tot en met het academiejaar 2003-2004 dienden de kandidaat-studenten evenwel nog een toelatingsexamen af te leggen vooraleer ze de opleiding burgerlijk ingenieur mochten aanvatten.

De instroomgegevens voor het eerste bachelorjaar hebben betrekking op alle bacheloropleidingen in de ingenieurswetenschappen (behalve Architectuur) vermits de student pas in het tweede jaar voor een opleiding in Elektrotechniek kiest. Ge-

middeld kiest ongeveer 5,5% van de studenten die aan de UGent een studie aanvaarten voor de opleiding burgerlijk ingenieur. Ongeveer 14 procent van de ingenieursstudenten kiest in het tweede jaar voor Elektrotechniek.

De starters in de bacheloropleiding burgerlijk ingenieur zijn quasi uitsluitend doorstromers uit het algemeen secundair onderwijs, en binnen het algemeen secundair onderwijs wordt er vooral gerekruteerd uit de sterke wiskunderichtingen.

De opleidingsonderdelen uit het eerste jaar sluiten in principe aan bij de vaardigheden en het kennisniveau van een leerling uit een van de sterkere wiskunderichtingen van het secundair onderwijs. Nochtans, zo meldt het zelfevaluatie-rapport, zijn er de afgelopen jaren signalen gekomen, zowel van studenten als van lesgeverszijde, die wijzen op een sterke divergentie tussen de reële begincompetenties wiskunde en de verwachtingen die de opleiding heeft en die gebaseerd zijn op de leerplannen en vooropgestelde eindcompetenties van het secundair onderwijs.

De commissie stelt vast dat de opleiding op alle terreinen werkt aan een goede aansluiting met het secundair onderwijs en een vlotte overgang naar het hoger onderwijs. In het programma van het eerste jaar zit sinds het academiejaar 2008-2009 een opleidingsonderdeel 'Wiskundige basistechniek' dat bedoeld is als herhalingscursus wiskunde voor alle instromende studenten. Uit de leerstof van de richtingen secundair onderwijs met zes uren wiskunde per week worden onderwerpen geselecteerd die tijdens de eerste drie weken van het academiejaar grondig worden opgefrist en ingeoefend. De studenten worden vervolgens getest. Wie slecht scoort op de test wordt uitgenodigd voor een gesprek en krijgt de suggestie om van studie te veranderen. De slaagcijfers wijzen immers uit dat nagenoeg iedereen die slecht scoort op deze test in het eerste jaar faalt. Helaas gaan de meeste studenten op die suggestie niet in. Een bindend advies zou hierin verandering kunnen brengen en de commissie is hier dan ook voorstander van. Ze beseft evenwel dat dit een zaak is die op politiek niveau moet geregeld worden.

Naast de inhoudelijke aansluiting, is ook de studiebegeleiding (zie 4.2.) goed uitgebouwd en zijn er, zoals in facet 2.7. geschetst, voor een aantal wiskunde-opleidingsonderdelen elektronische zelftesten. Het programma sluit volgens de commissie zeer goed aan bij de kwalificaties van de instromende studenten.

Zowat alle bachelorstudenten in de Elektrotechniek stromen met succes door naar de gelijknamige masteropleiding. Die laatste kent daarnaast ook nog een belangrijke instroom (30%) van masters in de industriële wetenschappen: elektronica-ICT. Ze kiezen vooral voor de afstudeerrichting Elektronische Circuits en Systemen. De opleiding speelt op deze zij-instroom goed in. De industrieel ingenieurs krijgen twee bijspijkervakken maar leveren hiervoor wel twee keuze-opleidingsonderdelen in. Daarnaast besteden de docenten in hun lessen extra tijd aan die aspecten waarvan gebleken is dat ze moeilijk liggen bij deze studenten en stellen ze extra lesmateriaal hierover ter beschikking. Ruim 70 procent van de zij-instromers haalt het diploma binnen de voorziene studieduur wat er volgens de commissie op wijst dat

de aanpak werkt. Ze meent dan ook dat het programma zowel voor de doorstromers als de zij-instromers qua vorm en inhoud aansluit bij hun kwalificaties. Sommige diplomarichtingen worden toegelaten mits het volgen van een voorbereidingsprogramma van 90 studiepunten. De laatste jaren zijn er evenwel geen aanvragen geweest voor het volgen van een dergelijk programma.

Alle opleidingsprogramma's kunnen deeltijds worden gevolgd. Elk jaar zijn er wel een paar studenten die deeltijds studeren. De studiegids geeft aan welke opleidingsonderdelen dan in het eerste en het tweede deeltijdse traject (gespreid over meerdere jaren) moeten worden gevolgd.

De UGent heeft ook een volledig uitgewerkte procedure voor het honoreren van eerder verworven competenties (EVC) maar de opleidingen hebben hier nog geen ervaring mee. Voor de beoordeling van eerder verworven kwalificaties (EVK) wordt elk dossier individueel bekeken en worden vergelijkbare opleidingsonderdelen zoveel mogelijk gevaloriseerd.

De commissie beoordeelt het facet 'Toelatingsvoorwaarden' voor de bacheloropleiding als excellent en voor de masteropleiding als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 2: Programma

De commissie beoordeelt alle facetten voor beide opleidingen als goed of excellent (facet 2.9. bacheloropleiding). Het onderwerp 'Programma' van beide opleidingen krijgt bijgevolg ook een positieve beoordeling.

Onderwerp 3 Inzet van personeel

Het onderwijs in de opleidingen Elektrotechniek wordt hoofdzakelijk verzorgd door vakgroepen van de FirW. In de bacheloropleiding wordt alleen het opleidingsonderdeel 'Filosofie en wetenschap' verzorgd door een lesgever die tot een andere faculteit behoort. In de masteropleiding worden de maatschappelijke keuzeopleidingsonderdelen voor ongeveer de helft verzorgd door andere faculteiten. De drie minors waarvoor studenten een significante interesse betonen (Bedrijfskunde, Biosystemen en Fotonica) worden ook gedeeltelijk verzorgd door lesgevers uit andere faculteiten.

De facultaire AP/ATP-beleidscommissie is de denktank voor het personeelsbeleid van de FirW.

De vakgroepen maken jaarlijks hun personeelsbehoeften voor de eerstkomende vijf jaar aan deze denktank bekend. Na een grondige doorlichting giet de beleidscommissie ze in een vijfjarenplan dat ze voorlegt aan de faculteitsraad. Bij de toewijzing van personeel aan de vakgroepen worden onderwijs- en onderzoeksindicatoren in rekening genomen maar de toewijzing is ook 'gekleurd' door beleidsopties, zoals

clustering van onderzoeksactiviteiten, interdisciplinariteit van onderzoek en het aantrekken van externe onderzoeksmiddelen.

Opleidingsonderdelen zijn toegewezen aan vakgroepen die ze op hun beurt toewijzen aan een van hun ZAP-leden of doctor-assistenten. Het is dus op het niveau van de vakgroepen dat de nood aan onderwijzend personeel het meest zichtbaar is. De opleidingscommissies kunnen hun noden, meestal in functie van op stapel staande programmahervormingen, ook kenbaar maken.

Vacatures voor ZAP-leden worden (inter)nationaal bekend gemaakt. Voor de beoordeling wordt per kandidaat een beoordelingscommissie samengesteld, bestaande uit ZAP, AAP, bursalen en studenten. De beoordelingscommissie legt een gemotiveerd voorstel met rangschikking van kandidaten aan de faculteitsraad voor, en die doet op haar beurt een voorstel aan het universiteitsbestuur dat de uiteindelijke beslissing neemt. De beoordeling gebeurt op dossier en via een interview waarbij de kandidaten hun visie en planning inzake onderwijs, onderzoek en wetenschappelijke dienstverlening dienen te duiden. Om de didactische kwaliteiten te testen, moeten de kandidaten een proefles geven over een onderwerp dat door de beoordelingscommissie is bepaald.

Elk ZAP-lid dient jaarlijks een taakomschrijving op te stellen met onder meer een procentuele tijdsverdeling tussen onderwijs, onderzoek en dienstverlening. Om de twee of vier jaar moet een activiteitenverslag neergelegd worden bij de faculteit. Elk ZAP-lid krijgt dan een eindbeoordeling. ZAP-leden die niet als 'goed/zeer goed' worden beoordeeld, komen niet in aanmerking voor bevordering. Beoordelingen als 'onvoldoende' kunnen in principe aanleiding geven tot ontslag.

Gecontingenteerde bevorderingen tot hoogleraar worden in de FirW behandeld door de facultaire bevorderingscommissie. Deze commissie bestaat uit ZAP-, OAP, ATP-leden en studenten. De criteria die bij de bevordering in aanmerking worden genomen zijn onder meer wetenschappelijke publicaties, verworven onderwijs- en onderzoeksprojecten, interne en externe dienstverlening, resultaten van onderwijs-evaluaties door studenten, etc. De bevorderingscommissie stelt in een advies aan de faculteitsraad een aantal kandidaten voor bevordering voor. Opnieuw is het het universiteitsbestuur dat de eindbeslissing neemt.

AAP-leden worden aangesteld na publicatie van een vacaturebericht in het Belgisch Staatsblad en via diverse universitaire en facultaire websites. Assistenten worden aangesteld voor een termijn van twee jaar, die tweemaal hernieuwbaar is; doctor-assistenten worden aangesteld voor een termijn van drie jaar, die eenmaal hernieuwbaar is.

Het OAP-beleid (bursalen) valt onder de bevoegdheid van de promotoren en van de financierende instanties (bijvoorbeeld het FWO-Vlaanderen). Bij deze evaluaties

speelt het onderzoeksaspect de belangrijkste rol. De inzet van deze onderzoekers in het onderwijs is reglementair beperkt.

De UGent biedt haar lesgevers de mogelijkheid om een docententraining te volgen. Binnen de opleidingen Elektrotechniek zijn het voornamelijk de nieuwe en jonge ZAP-leden die de cursus al gevolgd hebben.

Voor nieuwe AAP/OAP en ATP-leden organiseert de universiteit op regelmatige basis infosessies. Verdere begeleiding wordt hoofdzakelijk in de vakgroepen georganiseerd, waarbij nieuwe personeelsleden een beroep kunnen doen op de ervaring van hun oudere collega's.

Facet 3.1. Kwaliteit van het personeel

De vakdeskundigheid van de lesgevers is zeer goed meent de commissie en is ook gegarandeerd doordat de opleidingsonderdelen toegewezen worden aan lesgevers die onderzoek doen dat aansluit bij de onderwijsinhoud. De studentenevaluaties tonen aan dat de studenten over het algemeen tevreden zijn over de didactische kwaliteiten van de lesgevers. Het overgrote deel van de docenten wordt als 'goed' tot 'zeer goed' beoordeeld. Op onderwijskundig vlak zijn er de centrale trainingen die worden aangeboden maar de commissie meent dat op dit terrein nog vooruitgang kan worden geboekt. Ze denkt bijvoorbeeld aan nieuwe e-learning technieken, zoals bv. het kennis nemen van de mogelijkheden van serious gaming voor training in methoden en technieken. Een forum waar docenten onderwijsideeën kunnen uitwisselen zou al een stap in goede richting kunnen zijn. Extra aandacht mag er volgens haar ook gaan naar de beheersing van het Engels. Niettegenstaande er bij de evaluaties van de Engelstalige opleidingsonderdelen gelet wordt op de kwaliteit van het Engels van de docenten, stelde de commissie vast dat het Engels van sommige docenten volgens de studenten nog merkkelijk beter moet.

De vakgroepen staan in voor de personele en logistieke ondersteuning van de opleidingsonderdelen die hen zijn toegewezen. Het personeelsbeleid dat de vakgroepen voeren, wordt door alle AP-leden gewaardeerd. Het uitgangspunt is een billijke verdeling van de onderwijstaken onder iedereen. Nieuwe assistenten en bursalen voelen zich in hun onderwijstaken ook goed ondersteund door hun meer ervaren collega's en ZAP'ers.

In het kader van het verbeterperspectief is de commissie van mening dat aan de internationalisering van het academisch korps aan de UGent nog meer aandacht mag besteed worden, onder meer via het opnemen van sabbaticals. Daarnaast viel het de commissie op dat vele ZAP-leden uit de eigen rangen komen. Ze vraagt de universiteit om hier via haar aanwervingpolitiek verandering in te brengen. Vacatures zouden breder internationaal geadverteerd moeten worden en de selectiecommissies zouden een internationaal karakter moeten hebben.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwaliteit van het personeel' als goed voor beide opleidingen.

Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid

De kwaliteit van het onderzoek van de verschillende vakgroepen die bij de bachelor- en masteropleiding Elektrotechniek betrokken zijn, is goed tot zelfs excellent vindt de commissie. Binnen het personeel is er een waaier aan specialisaties, die een goede dekking geven van het gebied dat de opleiding bestrijkt.

De internationale contacten met terugkoppeling naar het onderwijs kunnen op verschillende vlakken worden gesitueerd: er zijn de internationale Erasmusuitwisselingen, de Board of European Students of Technology, IAESTE, internationale onderzoeksprojecten en de deelname van ZAP-leden aan conferenties die inzoomen op diverse onderwijsmethodieken en -problematieken.

De meeste ZAP- en OAP-leden besteden een belangrijk deel van hun tijd aan onderzoek dat (on)-rechtstreeks wordt gesteund of opgevolgd door de industrie. Via hun contacten met de industriële partners kunnen de betrokkenen zich dan ook een goed beeld vormen van de werkomgeving waarin hun alumni terechtkomen. Dit is ook het geval voor het belangrijk aantal OAP-leden dat werkt op projecten in samenwerking met de industrie. De rechtstreekse 'input' vanuit het beroepenveld mag naar de mening van de commissie nog opgedreven worden. Nu zijn er slechts enkele industriëlen als deeltijds ZAP-er bij het onderwijs betrokken.

De commissie beoordeelt het facet 'Professionele en academische gerichtheid' als goed voor beide opleidingen.

Facet 3.3. Kwantiteit van het personeel

De bacheloropleiding omvat 34 opleidingsonderdelen verzorgd door 29 verantwoordelijke lesgevers (soms bijgestaan door één of meerdere medelesgevers). De masteropleiding (kerncurriculum, afstudeerrichtingsspecifieke opleidingsonderdelen en maatschappelijke keuze-opleidingsonderdelen) omvat 41 opleidingsonderdelen, verzorgd door 28 verantwoordelijke lesgevers (ook hier worden sommige opleidingsonderdelen gedoceerd door meer dan één lesgever). Voor elk opleidingsonderdeel zijn er één of meerdere AAP/OAP-leden ingeschakeld. Zij begeleiden meestal oefeningensessies, werkcolleges, practica en projecten.

In 2008-2009 waren er 528 studenten met een hoofdinschrijving in de bacheloropleiding Ingenieurswetenschappen. In diezelfde periode waren er 63 studenten met een hoofdinschrijving in de masteropleiding Elektrotechniek. Omgerekend geeft dit een student/ZAP-ratio van 18.2 voor de bacheloropleiding en 1.5 voor de masteropleiding. Het grote verschil is een gevolg van het feit dat het eerste jaar in de bacheloropleiding gemeenschappelijk is voor alle ingenieursstudenten en het onderwijs in grote groepen wordt gedoceerd. Bovendien zijn er weinig keuzeopleidingsonderdelen in de bacheloropleiding. In de masteropleiding is er veel meer keuze. Het aanbod

aan opleidingsonderdelen (en lesgevers) is aanzienlijk groter dan wat een student in zijn lessenpakket kan opnemen.

Van de 29 verantwoordelijke lesgevers in de bacheloropleiding zijn er 28 voltijds verbonden aan de UGent. Van de 41 verantwoordelijke lesgevers in de masteropleiding zijn er 40 voltijds aan de UGent verbonden.

Het aantal OAP-leden ligt aanzienlijk hoger dan het aantal AAP-leden. De belangrijkste financieringsbronnen van deze bursalen zijn het IBBT, IMEC, de Europese Unie, het BOF, het FWO-Vlaanderen en het IWT-Vlaanderen. In totaal gaat het om 208 personen in de bacheloropleiding en 219 personen in de masteropleiding. Verhoudingsgewijs worden er dus meer AAP/OAP-leden per ZAP-lid ingezet in de bachelor- dan in de masteropleiding.

Driekwart van het AAP/OAP-personeel is jonger dan 30 jaar, bij het ZAP is een kwart jonger dan 40 jaar en behoort een derde tot de categorie 40-50-jarigen.

De verantwoordelijke lesgevers besteden gemiddeld 30 procent van hun tijd aan onderwijs, gemiddeld 50 procent aan onderzoek en de rest van de tijd aan maatschappelijke dienstverlening. De tijdsbesteding van het AAP/OAP varieert in functie van de financieringsbron.

De commissie is van mening dat de personeelssituatie gezond is. Mede dankzij het grote aantal bursalen, zijn er in beide opleidingen genoeg wetenschappelijke stafleden in verhouding tot de studentenaantallen. Daarbij komt voor het eerste jaar ook nog de vakinhoudelijke ondersteuning die het monitoraat biedt en waarvan vele studenten gebruik maken. De academische personeelsleden zijn niet overbelast met onderwijstaken en de regels aangaande de tijdsbestedingen worden gerespecteerd.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwantiteit van het personeel' voor beide opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 3: Inzet van personeel

De commissie beoordeelt de facetten 'Kwaliteit van het personeel', 'Professionele en academische gerichtheid van het personeel' en 'Kwantiteit van het personeel' als positief. Ze heeft bijgevolg ook een positief oordeel over het onderwerp 'Inzet van personeel'.

Onderwerp 4 Voorzieningen

Facet 4.1. Materiële voorzieningen

Het onderwijs gebeurt hoofdzakelijk in het Plateau-complex (Plateaustraat) en in het nabijgelegen Technicum (Sint-Pietersnieuwstraat), gelegen in het centrum van Gent. De vakgroepen die een belangrijke rol spelen in de masteropleiding zijn gehuisvest in het Technicum, op de campus Ardoyen (Zwijnaarde), in het Zuider-

poortcomplex (Ledeberg) en op de campus Heymans (Zwijnaarde). De FirW streeft ernaar op termijn alle masteropleidingen in de ingenieurswetenschappen en de erbij betrokken vakgroepen te huisvesten op de campus Ardoyen. Het Plateau-complex oogt verouderd maar de les- en pc-lokalen werden de jongste jaren gerenoveerd en de opleidingsgerelateerde infrastructuur is in orde, stelde de commissie ter plekke vast.

Voor vele practica, groepswerken, projecten en masterproeven gebruiken de studenten de onderzoekslaboratoria van de verantwoordelijke vakgroepen. Die laatste staan ook in voor het onderhoud van de laboratoriuminfrastructuur die specifiek voor het onderwijs is bestemd. Jaarlijks reserveert de FirW een budget specifiek voor de vernieuwing van de practicumuitrustingen. Ook door de vakgroepen zelf wordt aanzienlijk geïnvesteerd in de vernieuwing of uitbreiding van practicuminfrastructuur en -apparatuur. De commissie constateerde dat de laboratoria en practicumruimtes zeer goed zijn uitgerust.

De bibliotheekvoorzieningen zijn eveneens in orde. De vakgroepen beschikken over gespecialiseerde laboratoriumbibliotheken in hun vakgebied. Ook studenten kunnen de boeken en tijdschriften consulteren en ontlenen. Alle tijdschriften en boeken zijn opgenomen in de databank van de nabijgelegen Centrale Bibliotheek. Deze catalogus kan elektronisch worden geraadpleegd. Het Plateau-complex huisvest de faculteitsbibliotheek die in eerste instantie bedoeld is voor de studenten. Zij vinden er cursusnota's, referentiewerken en een aanbod aan technische tijdschriften. Ook de masterproeven (tot 2005-2006) en de doctoraten kunnen in deze bibliotheek geraadpleegd worden.

Om te studeren kunnen de studenten terecht in de grote leeszaal van de centrale bibliotheek, in de onmiddellijke omgeving van het Plateaucomplex, in de leeszaal van de faculteitsbibliotheek en, voornamelijk voor de masterstudenten, in de bibliotheek- en werkruimtes van de onderzoeksgroepen.

De commissie beoordeelt het facet 'Materiële voorzieningen' voor beide opleidingen als goed.

Facet 4.2. Studiebegeleiding

De informatieverstrekking voor potentiële studenten wordt zowel op centraal als op facultair niveau georganiseerd. Er zijn opendeurdagen voor middelbare scholieren. De centrale en de faculteitswebsite leveren informatie over de studieprogramma's, het wetenschappelijk onderzoek, internationalisering, etc. Op het niveau van de opleiding pakte de opleidingscommissie recent uit met een aantrekkelijke brochure waarin de opleidingen in Elektrotechniek en de toekomstperspectieven die ze bieden, worden beschreven.

Tijdens de opleiding is er een informatienamiddag voor studenten van het eerste bachelorjaar die in het tweede jaar een afstudeerrichting dienen te kiezen. Eenzelfde

namiddag maar dan over de masteropleidingen in de ingenieurswetenschappen wordt georganiseerd voor studenten in het derde bachelorjaar en voor de hogeschoolstudenten die in het laatste jaar van hun master in de industriële wetenschappen zitten.

Qua studiebegeleiding is er voor de eerstejaars de vakinhoudelijke eerstelijns hulp die door het monitoraat van de faculteit FirW wordt verzorgd. Het monitoraat bestaat uit vijf deeltijdse werkrachten die ook een onderwijsactiviteit in het secundair onderwijs of een vergelijkbare ervaring (gehad) hebben. Zij verzorgen individuele begeleiding in wiskunde en basiswetenschappen, geven sessies 'leren leren' en 'leren antwoorden op examenvragen' en ze worden betrokken bij de feedback over de tussentijdse testen van de basiswetenschappelijke opleidingsonderdelen in het eerste jaar. Met studie- en leerproblemen en met vragen over studietrajecten kunnen alle studenten ook terecht bij de facultaire studie- en trajectbegeleider. Met vakinhoudelijke vragen kunnen de studenten ook terecht bij het academisch personeel. Op centraal niveau kunnen de studenten een beroep doen op de studieadviseurs van het Adviescentrum voor Studenten voor informatie en begeleiding bij hun studiekeuze, en voor advies en begeleiding bij problemen inzake studie-aanpak. Met klachten over het onderwijs- en examengebeuren kunnen de studenten terecht bij de twee facultaire ombudspersonen. Er is ook een institutionele ombudspersoon.

De commissie meent dat er een goed aanbod is inzake studie-informatie en studiebegeleiding. Het monitoraat wordt door de eerstejaars enorm gewaardeerd. Ook het academisch personeel is vlot bereikbaar voor vragen, die in de eerste jaren hoofdzakelijk via mail en tijdens de pauzes gesteld worden. In de masterjaren is het contact tussen de studenten en de lesgevers echt laagdrempelig, stelde de commissie vast.

De commissie beoordeelt het facet 'Studiebegeleiding' voor beide opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 4: Voorzieningen

Vermits de commissie de facetten 'Materiële voorzieningen' en 'Studiebegeleiding' voor beide opleidingen als positief beoordeelt, evalueert zij het onderwerp 'Voorzieningen' bijgevolg ook als positief.

Onderwerp 5 Interne kwaliteitszorg

Op universiteitsniveau is de Onderwijsraad de draaischijf van het proces. Administratief vallen alle onderwijsaangelegenheden onder de DOWA.

Facultair is het de faculteitsraad (FR) die de eindverantwoordelijkheid draagt over het verstrekte onderwijs en het kwaliteitszorgbeleid er rond. Voor alle onderwijs-

aangelegenheden wint de faculteitsraad het advies in van de Kwaliteitscel Onderwijs (KCO) en van de opleidingscommissies. Het is de KCO die de facultaire draaischijf is van het kwaliteitszorggebeuren in de faculteit.

De opleidingscommissie Elektrotechniek (OCE) is inhoudelijk verantwoordelijk voor de kwaliteitszorg in de bachelor- en masteropleiding in de Elektrotechniek. De opleidingscommissie bestaat reglementair uit negen ZAP-leden, drie wetenschappelijk medewerkers en zes studentenvertegenwoordigers. Voor wat betreft de gemeenschappelijke opleidingsonderdelen in de bacheloropleiding delegeert zij haar bevoegdheden aan de AdviesCommissie Truncus Communis (ACTC).

De StudentenAangelegenhedenCommissie (SAC) waakt over de curricula van de studenten. Ze doet dat in samenwerking met de opleidingscommissies en ondersteund door de facultaire studentenadministratie en de studie- en trajectbegeleider.

De vakgroepen stellen de lesgevers voor die instaan voor de invulling van de hen toevertrouwde opleidingsonderdelen. De vakgroepen zorgen ervoor dat de beschikbare middelen en assistenten optimaal worden ingezet ter ondersteuning van het onderwijs.

Facet 5.1. Evaluatie van de resultaten

De kwaliteitsbewaking van het onderwijs maakt gebruik van vijf instrumenten: de evaluatie van de opleidingsonderdelen/lesgevercombinaties (OLC) door studenten (georganiseerd door de KCO); de studiejaarevaluaties door studenten (georganiseerd door de KCO); de studietijdmeting (georganiseerd door DOWA); de curriculumbewaking (door de OCE, de KCO en de FR) en de zelfevaluatie ter gelegenheid van een externe evaluatie.

De evaluatie van de opleidingsonderdelen is in de eerste plaats gericht op het leveren van feedback aan de lesgever. Elke lesgever moet om de drie jaar geëvalueerd worden. De bevraging gebeurt elektronisch en anoniem en vindt plaats na het examen van het desbetreffende opleidingsonderdeel. De KCO stelt voor elk OLC een syntheserapport op met, indien nodig, aanbevelingen voor de lesgever, de vakgroep en de opleidingscommissie. Indien de participatiegraad van de studenten voldoende groot is, vermeldt het rapport ook een eindbeoordeling. Zowel lesgever, vakgroep en onderwijscommissie kunnen reageren op het rapport. Vervolgens worden rapport en reacties in de KCO besproken met als resultaat een eindrapport dat in het onderwijsdossier van de lesgever belandt.

De KCO organiseert tevens niet persoonsgebonden evaluaties van een volledig studiejaar. Hierbij ligt de nadruk op het geheel van het programma. Per jaar wordt één studiejaar doorgelicht. De KCO stelt een syntheseverslag op en maakt dat voor verder gevolg over aan de opleidingscommissie.

Door DOWA worden regelmatig studietijdmetingen uitgevoerd. Ze leveren informatie over de tijd die studenten besteden aan de verschillende opleidingsonderdelen en hoe die tijd verdeeld is over de verschillende studieactiviteiten.

In het kader van de permanente curriculumbewaking bespreekt de opleidingscommissie in de regel twee keer per jaar de opmerkingen en aanbevelingen die door de KCO worden overgemaakt n.a.v. de onderwijsbeoordelingen. Uiteraard worden ook voorstellen die van lesgevers en/of vakgroepen uitgaan, besproken.

Ten slotte maakt ook het zelfevaluatierapport dat naar aanleiding van een externe evaluatie wordt opgesteld, deel uit van het kwaliteitszorgsysteem. Het rapport wordt voorbereid door een redactieraad, is het resultaat van een breed overleg en stimuleert de opleidingen tot zelfreflectie.

De commissie meent dat alle instrumenten en fora er zijn om het kwaliteitszorgbeleid vorm te geven. De resultaten van de enquêtes worden op een ernstige manier verwerkt, besproken en beoordeeld met alle geledingen. Met betrekking tot de instrumenten blijft de lage participatiegraad evenwel een heikel punt. Bij keuze-opleidingsonderdelen komt het vaak voor dat de participatiegraad te laag is om een eindoordeel te geven. Van de vier studiejaarevaluaties die respectievelijk in 2005-2006 en 2006-2007 zijn uitgevoerd, is er maar één die tot een formele beoordeling heeft geleid. De studenten, zo stelde de commissie vast, worden afgeschrikt door de lange vragenlijsten, de logheid van het systeem en het gebrek aan feedback over de opvolging van de resultaten. De commissie beveelt in het kader van het verbeterperspectief dan ook aan om de vragenlijsten te verkorten door ze te richten op probleemdetectie en de studenten via het elektronisch leerplatform Minerva te informeren over de acties die ondernomen zijn ten gevolge van de evaluaties.

Naast de formele instrumenten stelde de commissie vast dat vele lesgevers ook via informele feedback hun onderwijs evalueren. Zo'n derde van de lesgevers peilt via zelf georganiseerde enquêtes naar de mening van de studenten over hun lessen. De commissie heeft hier een grote waardering voor.

De commissie beoordeelt het facet 'Evaluatie van de resultaten' als goed voor beide opleidingen.

Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering

De commissie stelt vast dat met de uitkomsten van de evaluaties ter dege rekening wordt gehouden. Daarnaast meent ze dat de opleidingen ook een goed gevolg hebben gegeven aan de aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie. De suggestie van de vorige visitatiecommissie om in het algemene onderwijsprofiel meer aandacht te geven aan de wereld buiten de Elektrotechniek en aan de positie van de Elektrotechniek in de maatschappij is volgens de commissie te eng geïnterpreteerd.

In het zelfevaluatie-rapport wordt de opvolging van dit punt als volgt beschreven: 'De positie van de Elektrotechniek in de wereld en de maatschappij komt sporadisch aan bod in enkele opleidingsonderdelen. Hoogfrequentsystemen behandelt onder meer thema's zoals het ontstaan en de maatschappelijke impact van belangrijke elektrotechnische verworvenheden zoals de TV-omroep, de GSM en de GPS, en het belang van Elektrotechniek in de ruimtevaart. In Antennas and Propagation wordt een promotiefilm van Europese project PROETEX getoond over geavanceerde brandweerpakken met o.a. ingebouwde antennes. Via de vrije keuzeruimte van 18 studiepunten kan de student de wereld buiten de Elektrotechniek in zijn vorming betrekken. De commissie denkt dat deze opvolging beter breder geïnterpreteerd kan worden door ook concrete praktische keuzes, ethische dilemma's en maatschappelijke consequenties te behandelen in de context van specifieke opleidingsonderdelen van Elektrotechniek.

De faculteit en de opleidingen hebben grondig gereflecteerd over en ingespeeld op een aantal grote uitdagingen van de afgelopen jaren: de invoering van de bachelor-masterhervorming, de afschaffing van het toelatingsexamen en de veranderende industriële context. Hierbij werden een aantal streefdoelen geformuleerd die volgens het zelfevaluatie-rapport redelijk goed gehaald zijn. De commissie gaat met die vaststelling akkoord.

De streefdoelen waren het laten renderen van de onderzoekssterktes in de opleidingen, bachelors en masters opleiden die door het beroepenveld gewaardeerd worden, rekening houden met de veranderende instroom in de bacheloropleiding zonder afbreuk te doen aan de kwaliteit van de uitstroom, en het verhogen van de aantrekkingskracht van de bacheloropleiding voor goede studenten die een stevige basis wiskunde kregen in het secundair onderwijs, en in het bijzonder voor vrouwelijke studenten. Vooral dat laatste, het rekruteren van vrouwelijke studenten, blijkt zeer moeilijk te zijn en verdient volgens de commissie blijvende aandacht.

Tot de streefdoelen voor de toekomst behoren: blijvend inspanningen leveren om de aantrekkingskracht van de studies in de Elektrotechniek te verhogen, meer aandacht in de programma's voor de bedrijfskundige aspecten van een ontwerp en op de voorbereiding op het ondernemerschap, en het verder uitbouwen van de internationalisering via het aantrekken van meer buitenlandse studenten en het aanmoedigen van docenten om aan internationale onderwijsprogramma's deel te nemen. De commissie sluit zich aan bij deze streefdoelen en vraagt hierbij om bijzondere aandacht te besteden aan het verder uitbouwen en het verhogen van de attractiviteit van de stage.

Het zelfevaluatie-rapport vindt de commissie een helder en zelfkritisch document. De gesprekken tijdens het bezoek vormden er een goede aanvulling op. Zo bleek

bijvoorbeeld uit de gesprekken dat de koppeling industrie-opleiding beter is dan de commissie uit het zelfevaluatie-rapport had afgeleid.

De commissie beoordeelt het facet 'Maatregelen tot verbetering' als goed voor beide opleidingen.

Facet 5.3. Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en beroepenveld

De commissie is van oordeel dat de studenten en de medewerkers goed betrokken worden bij het interne kwaliteitszorggebeuren. Ze zijn vertegenwoordigd in alle raden en commissies die binnen de FirW over onderwijsmateries gaan en hebben een goede inspraak bij de besluitvorming, programmavernieuwingen en onderwijs-evaluaties.

De studenten leveren in de eerste plaats een constructieve bijdrage via de onderwijs-evaluaties. Bij de studiejaarevaluaties bepalen ze mee de opleidingsonderdelen waarvoor een onderwijs-evaluatie dient georganiseerd te worden. De resultaten van de enquêtes worden besproken in de KCO. De studenten werken aldus rechtstreeks mee aan de formulering van eindbeoordelingen van lesgevers en aandachtspunten voor vakgroepen en opleidingscommissies.

De commissie heeft tijdens haar bezoek gemerkt dat de studenten ook weten wie hun vertegenwoordigers en dus aanspreekpunten bij problemen zijn. Alleen dient, zoals hierboven geschetst in facet 5.1., de feedback over de acties die gekoppeld zijn aan de studentenevaluaties beter georganiseerd te worden.

De contacten met de afgestudeerden en het beroepenveld zijn goed. De communicatie tussen de afgestudeerden en de faculteit verloopt via de Technologische Kring, de VTK-alumni, de Alumnivereniging van de Ingenieurs afgestudeerd aan de UGent (AIG), en de Alumni-vereniging van de universiteit. De Technologische Kring bestaat uit bedrijfsleiders en ZAP-leden. Ze vergadert een tweetal keren per jaar om te reflecteren over de beleidslijnen en de evaluatie van het onderwijs, onderzoek en maatschappelijke dienstverlening. Daarnaast werd zoals eerder in dit rapport vermeld door de opleidingscommissie Elektrotechniek in 2009 ook nog een adviesgroep opgericht die bestaat uit zeven leden die werkzaam zijn zowel in KMO's als in grote bedrijven. De commissie vindt die adviesraad een zeer waardevol initiatief.

De commissie beoordeelt het facet 'Betrokkenheid van medewerkers, studenten, alumni en beroepenveld' bij beide opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 5: Interne kwaliteitszorg

Vermits de commissie de facetten 'Evaluatie van de resultaten', 'Maatregelen tot verbetering' en 'Betrokkenheid studenten, personeel, alumni en beroepenveld' als positief beoordeelt, evalueert zij het onderwerp 'Interne Kwaliteitszorg' eveneens als positief.

Onderwerp 6 Resultaten

Facet 6.1. Gerealiseerd niveau

Op basis van de gesprekken met de studenten, de studentenenquête die in functie van deze visitatie werd uitgevoerd, de analyse van de examens en leermiddelen en de vlotte doorstroom naar de masteropleiding meent de commissie te mogen concluderen dat de bacheloropleiding haar doelstellingen goed realiseert. De studenten die de bacheloropleiding hebben afgerond, hebben een stevige basiswetenschappelijke en ingenieurstechnische bagage meegekregen. Ook de beoogde vorming in elektrotechniek is gerealiseerd. De projectlijn, de practica en de groepswerken maken dat de afgestudeerde bachelors ook op praktisch vlak beslagen zijn. De studenten appreciëren de brede wetenschappelijke kennis en inzichten die ze opdoen, de interessante practica, de groepswerken en de projectlijn.

Ook de masteropleiding weet haar doelstellingen goed te realiseren. Dit blijkt uit de hoge kwaliteit van de examens en van de masterproeven. De alumni waar de commissie mee heeft gesproken, waren erg tevreden over de genoten opleiding. Ook de alumni-enquête, die de afgestudeerden van de laatste vijf jaar bevroeg, levert eenzelfde beeld op. De alumni waarderen de goede theoretische kennis die ze opdeden. De opleiding besteedt volgens hen ook voldoende aandacht aan de analyse van complexe problemen, het zelfstandig oplossen van problemen, aan de bekwaamheid tot projectmatig werken in teamverband, het zelfstandig verwerven van nieuwe kennis, de evolutie van de elektrotechniek, de verwerving van schriftelijke communicatievaardigheden en aan het belang van ethisch, professioneel en maatschappelijk verantwoord handelen. Een kwart van de alumni geeft aan dat de opleiding nog meer aandacht mag besteden aan praktische vaardigheden zoals elektronica-ontwerp en programmeren, de kennis over bedrijfskundige aspecten, mondelinge communicatievaardigheden en de voorbereiding op het ondernemerschap.

De commissie meent dat de opleiding afgestudeerden van goede kwaliteit aflevert. In totaal komt meer dan 60 procent in onderzoek en ontwikkeling terecht. Een derde van de afgestudeerden start zijn loopbaan aan de universiteit. De alumni vinden ook binnen enkele maanden na hun afstuderen werk. De voornaamste sectoren waar ze in belanden, zijn de elektronicasector (grote bedrijven zoals Philips, Barco, Nokia en Agfa Gevaert maar ook KMO's zoals Melexis en Newtec), de telecommunicatiesector (zowel producenten van apparatuur als Alcatel-Lucent en Nokia Siemens Networks als operatoren zoals Belgacom en Telenet), de computerindustrie (IBM, Honeywell) en de dienstensector (NMBS, VRT, KBC). De overgrote meerderheid van de alumni geeft aan dat zijn job in overeenstemming is met zijn opleiding en denkt dat de werkgevers een hoge waardering hebben voor de burgerlijk ingenieurs Elektrotechniek van de UGent.

De deelname van de studenten aan Erasmusprogramma's of buitenlandse IAESTE-stages vindt de commissie beperkt en ze beveelt de opleidingsverantwoordelijken dan ook aan om de Erasmusuitwisselingen nog meer te stimuleren. In de masterjaren varieerde het aantal studenten dat naar het buitenland op Erasmus ging van zeven (2004-2005) tot één (2008-2009). De uitgaande studenten in de Elektrotechniek vertegenwoordigen gemiddeld ongeveer 9 procent van het totale aantal uitgaande studenten van de FirW. Gemiddeld kwamen er de jongste vijf academiejaren zo'n 10 studenten uit een opleiding Elektrotechniek naar de FirW. De inkomende Erasmusstudenten vertegenwoordigen zo'n 10 procent van het totale aantal inkomende studenten van de FirW.

De commissie waardeert het facet 'Gerealiseerd niveau' als goed voor beide opleidingen.

Facet 6.2. Onderwijsrendement

De versoepeling in 2001 en later de afschaffing in 2004 van het toelatingsexamen tonen zich in zowel de inschrijvingen als in de slaagcijfers. De inschrijvingen bereikten in 2000 met 189 generatiestudenten een dieptepunt, maar 81 procent was wel geslaagd. Het jaar daarop, in 2001, schreven er zich 364 studenten in, waarvan er slechts 57 procent slaagde. Nadien bleef het aantal inschrijvingen schommelen rond de 300 generatiestudenten. Het slaagpercentage zakte verder tot 48 procent in 2003-2004. Met slaagpercentages die rond de 50 procent schommelen, sluit de opleiding zich aan bij het gemiddelde slaagpercentage van alle UGent-generatiestudenten (tussen 46 en 49%). De opleiding hanteert het universiteitsgemiddelde ook als streefcijfer.

Vanaf 2004-2005, met de invoering van het flexibiliseringsdecreet, wordt er niet meer in jaren gerekend maar met opgenomen studiepunten en verworven credits. Uit de periode 2004-2008 blijkt dat ongeveer alle generatiestudenten (die bezitten nog geen credits bij aanvang van het academiejaar) bij hun inschrijving meer dan 53 studiepunten (een voltijdse inschrijving) opnemen. Het aantal credits dat ze in het eerste jaar verwerven, is vrij stabiel: ongeveer een kwart verwerft credits voor alle opgenomen studiepunten, een ander kwart verwerft credits voor meer dan 75% ervan².

In het tweede jaar kiest sinds de invoering van de bachelor-masterstructuur gemiddeld 14 procent (met uitzondering voor 2004: 17,4% en 2009: 18,4%) voor Elektrotechniek.

De slaagcijfers voor het tweede en derde bachelorjaar liggen met respectievelijk gemiddeld 84% en 85% veel hoger in de periode 1999-2004. Na de flexibilisering blijkt dat in het tweede en derde jaar respectievelijk 90,5% en 100% van de voltijds ingeschrevenen meer dan 75 procent van hun credits verwerven. In de masteropleiding was het gemiddelde slaagpercentage in de periode 1999-2007 92% voor het

² | Wegens de compensatieregels die beschreven staan in het onderwijs- en examenreglement van de UGent is het mogelijk om 'geslaagd' te zijn zonder alle credits te hebben verworven.

eerste en 95% voor het tweede masterjaar. De streefcijfers die de opleidingsverantwoordelijken hanteren voor de bacheloropleiding vanaf het tweede jaar en voor de masteropleiding zijn de slaagcijfers uit het verleden.

Van de afgestudeerden behaalt 88,4 procent het masterdiploma in de voorziene studieduur van 5 jaar. Bijna tien procent doet er één jaar meer over en de overigen studeerden zeven of acht jaar. Van de instromende masters in de industriële wetenschappen (zij-instromers) behaalt 70 tot 80 procent het diploma in de voorziene twee jaar, de rest doet er een jaar extra over.

De commissie meent dat het onderwijsrendement zeker vanaf het tweede bachelorjaar goed is. In vergelijking met het universiteitsgemiddelde acht ze het onderwijsrendement van de generatiestudenten sinds de afschaffing van het toelatingsexamen in orde. De opleidingsverantwoordelijken hebben actief ingespeeld op de gewijzigde instroom via het programmeren van de cursus 'wiskundige basistechnieken' en via een intensief studiebegeleidingsaanbod. De cursus 'wiskundige basistechnieken' blijkt een goede voorspeller te zijn voor de slaagkansen op het einde van het eerste jaar. Zoals eerder geformuleerd in facet 2.9. zou de commissie het dan ook appreciëren, mocht de opleiding hier een bindend studie-advies aan kunnen koppelen. De studievoortgang van de afgestudeerden in de masteropleiding, zowel van de door- als van de zij-instromers is goed.

De commissie beoordeelt het facet 'Onderwijsrendement' voor beide opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 6: Resultaten

De commissie beoordeelt de facetten 'Gerealiseerd niveau' en 'Onderwijsrendement' als goed voor beide opleidingen. Het onderwerp 'Resultaten' wordt bijgevolg ook als positief beoordeeld.

Integraal oordeel van de visitatiecommissie

De commissie heeft geen enkele twijfel dat er binnen de bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de Universiteit Gent voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

De commissie heeft geen enkele twijfel dat er binnen de masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de Universiteit Gent voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

In het kader van het verbeterperspectief formuleert de commissie de volgende suggesties:

- de studietijd van de individuele opleidingsonderdelen goed afstemmen op het aantal studiepunten dat aan de opleidingsonderdelen is toegewezen;
- er naar streven om de verdediging van de masterproef in het Engels te laten doorgaan en de proef ook in het Engels te laten schrijven;
- een startvergadering organiseren over de masterproef;
- de masterproef sneller in de openbaarheid brengen;
- een bindend studie-advies invoeren na het opleidingsonderdeel 'Wiskundige basistechnieken';
- extracurriculair laagdrempelige taallabo's aanbieden aan de bachelorstudenten;
- meer aandacht besteden aan de internationalisering van het docentenkorps;
- meer aandacht besteden aan de onderwijskundige training van en de beheersing van het Engels van de docenten;
- meer industriële inschakelen in het onderwijs;
- de opleidingsonderdelenevaluaties richten op probleemdetectie;
- gericht communiceren aan de studenten over de acties die gekoppeld zijn aan de opleidingsonderdelen- en curriculumevaluaties;
- blijvende aandacht besteden aan het rekruteren van vrouwelijke studenten;
- de stage verder uitbouwen en de attractiviteit ervan verhogen;
- de Erasmusuitwisselingen nog meer stimuleren.



Ghent University European Master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics

Introduction

This report assesses the ‘European Master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics’ (EM Fusion-EP). The EM Fusion-EP is an Erasmus Mundus Master program organized by the Faculty of Engineering of Ghent University (UGent) and officially recognized and supported by the Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA) of the European Union. The assessment panel visited the program from the 8th till the 10th of February, 2010.

The joint EM Fusion-EP is offered by the following partners:

- Universiteit Gent (UGent), Ghent, Belgium
- Université Henri Poincaré (UHP), Nancy, France
- Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Stockholm, Sweden
- Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, Spain
- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), Madrid, Spain
- Universidad Polyécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain
- Universität Stuttgart, Stuttgart, Germany

A Steering Committee is established with one member from each of the five participating countries (the three Madrid universities acting with a single voice). The Steering Committee is seen to act on behalf of all the partners; and a “representative team” is used to do student selection against a set of commonly agreed guidelines. For the EM Fusion-EP, as approved by the faculty, the Steering Committee combines the role of the Program Board, the Education Quality Control Unit and the

Board of Examiners,¹ besides its task as a management board. Of course, the Steering Committee must report its activities to the faculty.

The EM Fusion-EP is a two-year program and offers the student three 'tracks': Plasma Physics, Computational Methods in Physics, and Instrumentation and Radiation. The program structure is combined with a mandatory stay of the student at three universities in three different countries: semesters 1&2 at university A, semester 3 at university B and semester 4 (master dissertation) at university C. The three Spanish universities offer a combined programme to the students and act within the EM Fusion-EP as a single entity.

The program has been rather recently set-up (its initiation is related to the decision in 2005 to build the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER)). The EM Fusion-EP is the first international fusion master program. The program started in the academic year 2006-2007, and the first students obtained their master degree in 2008. Output data on the program are based on the years 2008 and 2009 only. Despite this limited amount of data, the panel obtained a clear view of the EM Fusion-EP program. The panel's findings are based on the self-evaluation report, the different meetings, the visits of the facilities, the consultation of the master's theses, study materials and examination examples and numerous other documents.

The findings of the panel count for all the tracks in the program, unless mentioned otherwise. The panel has formulated some recommendations for further improvement, at the end of this report, as well as in each corresponding aspect.

Theme 1 Aims and objectives

The self-evaluation report formulates the objectives of the EM Fusion-EP program as follows:

Competence in one/more scientific discipline(s)

- Master and apply advanced knowledge in the own field of engineering in case of complex problems;
- Apply computer aided engineering (CAE) tools and sophisticated calculation – and communication – instruments in a creative and target-oriented way;
- Have advanced knowledge of fusion plasmas, design and master their technological applications;
- Have knowledge of fusion processes on sub-atomic level;

¹ | Within the Faculty of Engineering of the UGent, each regular master has its own Program Board. The Faculty Council must approve all decisions concerning the programs. The Faculty Council wins the advice of the Program Board and of the Education Quality Control Unit (EQCU). The EQCU is responsible for the overall quality of the programs in the faculty and as such has to give its advice on the proposals put forward by all the Program Boards of the faculty.

- Design and master advanced technological applications in the field of plasma physics and plasma-wall-interactions;
- Perform advanced studies on technological applications of fusion plasmas in fields like nuclear technology, materials engineering, magneto-hydrodynamics, RF technology and plasma diagnostics, based on personal, well-considered choices;
- Have a sound grasp of plasma heating by means of different techniques like RF radio waves or injection of neutral particles.

Scientific competence

- Analyze complex problems and convert them into scientific questions;
- Perform research by means of scientific literature;
- Select and apply the proper models, methods and techniques;
- Develop and validate mathematical models and methods;
- Analyze own results and results of others in an objective manner;
- Analyze complex problems that arise during the process of generation and maintenance of fusion plasmas and transform them into a scientific problem;
- Be capable to perform a literature research in English;
- Select the best fitting simulation models and apply them to the field of plasma dynamics and magneto-hydrodynamics;
- Show a critical attitude towards own research and dare to deviate from standard presuppositions about nuclear generation of energy in general and nuclear fusion in particular.

Intellectual competence

- Take up independent positions about complex situations and be able to defend the point of view;
- Use own knowledge in a creative, target-oriented and innovative way when it comes to research, conceptual design and production;
- Reflect on own way of thinking and acting and be aware of the own expertise;
- Be aware of ongoing evolutions in the field of interest, improve competence to expert level;
- Flexibility to adapt changing professional circumstances;
- Defend positions about complex situations in the field of nuclear energy-issues on international fora in an independent manner;
- Apply creatively own knowledge about fusion plasmas during research, design and production;
- Adapt flexibly to different research environments.

Competence in cooperation and communication

- Ability to talk about the field of specialization also in English;
- Project planning: ability to formulate objectives, report efficiently, keep track of end-goals and progress of the project;
- Ability to work in a team in a multi-disciplinary working-environment and start to take the lead;
- Report on technical or scientific subjects, orally, in writing and in graphics;

- Report in English on technical or scientific subjects in the field of plasmas and nuclear fusion orally, in writing and in graphics;
- Be able to work in multi-disciplinary and international teams.

Societal competence

- Act in an ethical, professional and social way;
- Be aware of the most important corporate and legal aspects of the own field of engineering;
- Interpret the historical evolution of the own field of engineering and its social relevance;
- Act in a multicultural environment in a professional and social way;
- Be aware of corporate and legal aspects and implications of the research in the field of fusion plasmas;
- Be aware of the implications of nuclear fusion for the environment and be able to communicate them in a social and responsible way;
- Profound knowledge of the historical evolution of nuclear physics, nuclear energy and nuclear fusion and ability to interpret their societal relevance.

Profession-specific competence

- Master the complexity of technical systems by the use of system- and process models;
- Reconcile conflicting specifications and boundary conditions and transform them into high-quality, innovative concepts or processes;
- Transform incomplete, contradictory or redundant data into useful information;
- Dispose of enough knowledge and comprehension to control the results of complex calculations or make approximate estimates;
- Pay attention to entire life-cycles of systems, machines and processes;
- Pay attention to energy-efficiency, environmental pressure, use of raw materials and labour costs;
- Pay attention to all aspects of reliability, safety and ergonomics;
- Insight in and awareness of the importance of entrepreneurship in society;
- Show assertiveness, drive for innovation and sense for the creation of added value;
- Introduce technological innovations to the field of nuclear fusion;
- Approach the complexity of nuclear fusion and derived technical problems creatively, using system and process models;
- Pay attention to entire life-cycles of fusion reactors as well as for energy efficiency, environmental pressure, use of raw materials and labour costs;
- Pay attention to aspects of reliability and safety, which are characteristic for fusion plasmas and radioactive environments.

Aspect 1.1. Level and orientation

The panel finds that the objectives of the program are in accordance with the Flemish Higher Education Act (article 58); the objectives are described very well and in a detailed way.

According to the panel, all competences are formulated on master's level. The general competences cover the ability of students to deal with complex problems, to reflect on their own thinking and working, and to translate these reflections to the development of more appropriate solutions, to communicate their own research and solutions of problems with peers as well as laypersons, and to make judgements in an uncertain context.

The general academic-oriented competences at an advanced level deal with the use of methods and techniques in research, the ability to design research projects and to apply paradigms, the capacity for making an original and creative contribution to the discipline and to cooperate in a multidisciplinary environment.

The objectives pay substantial attention to obtain advanced insights in the scientific discipline knowledge and the latest scientific developments in the field of nuclear fusion and engineering physics. They focus on plasma physics, plasma-wall-interaction, nuclear technology, materials engineering, RF technology, plasma diagnostics, and magnetohydrodynamics. The specific skills, required to master the discipline, like design, research, analysis and diagnosis are thoroughly addressed, according to the panel.

Finally, the competences needed to carry out independent scientific research and the required skills to use state of the art scientific knowledge at the level of starting a professional career are carefully formulated.

All information about the objectives of the program can be found on the program website. Students can consult the specific objectives of each course on the UGent website. The specific objectives of each individual course are available via the regularly updated ECTS-files. A survey about the program shows that the students are satisfied with the transparency of the formulated objectives.

The panel assesses the aspect 'level and orientation' as good.

Aspect 1.2. Domain-specific requirements

The research in fusion science and engineering physics is - because of its high level of specificity - internationally organized. The different partners organizing this program have a close relationship with the framework of the coordinated EURATOM (European Atomic Energy Community) research program on nuclear fusion. The program in nuclear fusion and engineering physics can be considered as a spin-off of the international research endeavour. As such, the panel finds that the domain-specific requirements of the objectives are very well in line with the requirements set by international peers and the academic practice. The panel also observed that

the domain-specific requirements of the program objectives correspond very well with the reference framework of the assessment panel.

The program is developed as a research master and aims to train academic engineers for research and development with high potential to be employed by companies and research centres, based on the specific research attitude and skills and thorough knowledge and insight of physics in general and nuclear fusion technology in particular.

The panel finds that the alignment of the domain-specific requirements with the needs and requirements of the professional field are excellent.

The panel is of the opinion that by its combination of engineering sciences on the one hand and physical sciences in general and fusion and plasma physics in particular on the other hand, the program has a unique international profile.

The panel assesses the aspect 'domain-specific requirements' as excellent.

General conclusion related to theme 1: Objectives

The aspect 'level and orientation' is evaluated as good and that of 'domain-specific requirements' as excellent by the panel; hence the theme objectives is assessed positively.

Theme 2 Program

The master includes common compulsory courses, preparatory courses, free electives and the master dissertation.

The compulsory courses take 48 credits, and are common to all partners and taught in the first two semesters. The courses are: plasma physics, atomic and molecular physics, classical electrodynamics, mechanics of continuous media, language and culture (also in the third semester), computational physics, instrumentation, and a lab project.

In view of the expertise of the partners, the program offers three program tracks to every student: plasma physics (fusion-oriented), computational methods in physics (technology-oriented), and instrumentation and radiation (technology-oriented). The first track 'plasma physics' is organized in Nancy, Ghent, Madrid, Stockholm, and Stuttgart. The second track 'computational methods in physics' is organized in Nancy, Ghent and Madrid. Finally, the third track, 'Instrumentation and radiation' is organized in Madrid, Stockholm and Stuttgart. The three Madrid-universities offer a coordinated Erasmus Mundus program. The second semester is completed by two elective courses (12 ECTS credits), belonging to one of the three program tracks. During the second semester the students still have the freedom to choose between all three tracks.

In between the first and second year, a Summer Event is organized. At this event, the partners propose a joint list of master dissertation topics, with each topic related to one program track. Each student has now to choose for a particular track and for a related dissertation in that track.

The third semester consists of four courses all in the same track plus one Language and Culture course (30 ECTS credits).

The fourth semester is completely dedicated to the master dissertation (30 ECTS credits).

Aspect 2.1. Correspondence between the objectives and the contents of the program

The panel finds that the quality of the program is good, and that the formulated objectives are adequately translated in the design of the master's program. The program design guarantees that the students are able to attain the formulated final qualifications. The compulsory courses give all students a general engineering physics education, and prepare them for their advanced track courses.

The engineering component of the program makes students familiar with the analysis, design and optimization of new and existing systems, products, machines, materials and so on, in which the simplification to manageable system descriptions (from rules of thumb to expert systems) is essential. In the physics component the reductionist approach holds centre stage; here experiments and mathematical modelling seek to deduce physical phenomena to their very essence, to discover the physical laws applicable.

The different program components - like lectures, laboratories, projects, exercises, demonstrations and guest lecturers - guarantee that the objectives are realized.

The program is, as mentioned before, a spin-off of an international research community. The panel finds that the program is an excellent reflection of this international scientific field by its content and by its organization. The objectives of the program are adequately translated into learning goals. The ECTS-files are generally well formulated. The students are familiar with the program and know what they have to do within the context of the different course modules.

The panel assesses the aspect 'correspondence between the objectives and the contents of the program' as good.

Aspect 2.2. Requirements for professional and academic orientation

In the opinion of the panel an important aim of the master's program is the development of knowledge. Students obtain significant factual knowledge, become familiar with basic and advanced concepts, problem solving, synthesizing abilities, and general science and logic skills. The interaction with scientific research is strong, especially in the lab projects. During his or her studies the student comes frequently

in direct contact with frontline scientific research with advanced research methods in many disciplines. The panel believes that the most important present-day fusion-oriented research items are covered by the program: theory and modelling of fusion plasmas, characterization and control of plasma turbulence, plasma-wall interaction, atomic physics and waves (antenna-plasma coupling, heating scenarios, current drive).

The experimental work often takes place at international renowned research laboratories associated with the various universities in the EM Fusion-EP program, and makes use of advanced research equipment. The students are also acquainted with new scientific developments via various forms: slides and illustrations, lectures and demonstrations, visits to research facilities, etc.

The panel assesses the aspect 'requirements for professional and academic orientation' as excellent.

Aspect 2.3. Consistency of the program

The panel is of the opinion that the partner universities have succeeded in building up a coherent and logically structured program. The compulsory courses are offered at each university and are organized during semesters 1 & 2. This does not imply that these courses are identical at each university, but that each partner schedules a course, which is considered by the consortium to cover a particular topic, operating under a generic course title. The compulsory courses provide a general engineering physics education at a master level. In semester 2, students have to select two elective courses belonging to one of the three program tracks (plasma physics, computational methods in physics, and instrumentation and radiation). The tracks are programmed in semester 3. Each partner provides an in depth training and master dissertation in two or three of the tracks. Within each track a partner university offers between five and seven courses.

The program structure obliges students to carry out a mandatory stay at three different universities: semesters 1 & 2 at university A, semester 3 at university B and semester 4 (master dissertation) at university C. After semester 2, a Summer Event is organized in which the tracks and master dissertation topics are proposed.

Based on the self-evaluation report and the meetings during the in situ visit, the panel concludes that there is a good consistency between the course modules of the program. Overlaps or gaps in the program are rare.

The panel assesses the aspect 'consistency of the program' as good.

Aspect 2.4. Size of the program

The two-year master program amounts to 60 ECTS-credits per year. In effect, the program complies with the formal requirements regarding the 'size of the program' as described in the Flemish Higher Education Act.

Aspect 2.5. Workload

In theory, students should spend 1800 hours of work during the first year (semester 1&2, 60 ECTS), 900 hours (30 ECTS) in the third semester and 900 for their dissertation (30 ECTS). The program responsible has no reliable or statistically significant results about the study time. From the academic year 2010-2011 onwards, study time measurements of the previous year will make it possible to adjust the actual and theoretical study times.

Based on the study of the self-evaluation report and the meetings during its visit, the panel states that the effective study time corresponds with the estimated study time of 60 ECTS credits per year. The study time is well divided over the two years. The program is demanding on the students but the panel considers the program to be feasible.

The panel assesses the aspect 'work load' as good.

Aspect 2.6. Program format

The educational vision of UGent is shifting from lecturer centred teaching to student centred learning. The student is regarded as an active participant who independently builds up his or her knowledge, skills, and attitudes while the role of the lecturer shifts to that of facilitator who, through appropriate education and offering adequate support, creates an adaptive learning environment. The panel finds that this educational vision is in accordance with the objectives of the program. The courses of the program offer the student a wide variety of educational approaches and different types of study materials, reinforced by the students' participation in three different educational cultures.

Virtually all lecturers in the program choose to use traditional lectures as the basis for knowledge transfer. The theoretical courses are mostly presented ex cathedra, in relatively small groups of students. In some of the elective courses, more interactive ways of teaching are practiced. Some lectures are supplemented by seminars or exercise classes. In these seminars the students work under the guidance of a lecturer and/or an assistant and learn how to solve problems autonomously, how to make estimations and how to convince fellow students of his or her own findings, views or arguments. In addition, a lecturer can present a problem to the students, which stems from a direct application or from scientific research. If a course has a strong mathematical or computational aspect, or if it is geared towards calculations

or simulations, then there are seminars and/or demonstrations using a computer, sometimes in pc-classes. Some lecturers introduce lab projects to teach students about scientific research, often integrated in a research team, with modern scientific equipment used by the research team itself. During the lab project, the student develops an independent research attitude (such as critical thinking) and is trained in team work. The student must report in a clear manner following generally accepted practices in international literature. Writing a report is done wholly or partly at home. The lecturers give feedback that helps the students to improve their reports. Some lecturers choose to give students a problem that they must solve at home, not directly under lab or project conditions. This can range from preparing a part of the study material, further developing an exercise, searching more detailed information or consulting scientific literature.

The panel finds that there is a good alignment between the work forms on the one hand and the educational vision and the formulated program objectives on the other hand.

According to the panel, the quality of the didactical materials is good. The didactic formats commonly used are the electronic learning platform (Minerva at UGent), written syllabi and slides. Although most of the lecturers offer their own syllabus (in English), they are often accompanied or supported by an electronic presentation during the lectures.

All students have an UGent account but only students who are physically present at the UGent receive this account which grants them access to worldwide libraries and Minerva. The other students have access to parts of the Econsort website², to the Zephyr website which is an open copy of Minerva, and to the local sites of their host university. The local coordinators of the program have also access to Minerva in order to adapt the ECTS-files or the curricula or to show the results of the students.

The panel assesses the aspect 'program format' as good.

Aspect 2.7 Learning assessment

The program is organized as a semester system, i.e. each academic year is divided in two semesters. At the end of each semester (in January and in June) examinations are organized, the so-called 'first examination period'. For the examinations failed in January, a second examination period is organized in May, for the examinations failed in June, a second examination period is organized in July. The deliberations for both examination periods are organized during the Summer Event, which is held between July 18 and July 26, but even then not all students of the first master can be evaluated because in Stuttgart they have still two months to go. These students

2 | Econsort is a comprehensive internet management tool used by the UGent for the management of the students, applications, results, website design, selection and communication.

are deliberated at the end of September through remote email/telephone exchange between the Steering Committee members.

The periodic evaluations take various forms depending on the university. At UGent a commonly used form is the oral exam with written preparation. Some lecturers let the students make a project about which they are questioned.

Permanent evaluations are set up to realize a more adequate and balanced study regime and load during the semesters. The permanent evaluation forms are very diverse: home assignments, project works or lab activities or reports.

The panel has studied the ECTS-files and a selection of the examination questions and copies - also from the partner universities- and is of the opinion that the examinations are aligned with the learning goals (objectives) of the program and the different courses. Both knowledge and skills are evaluated. The questions usually consist of practical exercises that allow lecturers to evaluate both the technical skills (applying knowledge in a new context) and the practical skills (interpretation of results in the applied problem setting).

Independent homework evaluates the creativity of the student to find solutions for the presented problems. Projects aim to evaluate the student's capability to solve practical problems. Moreover the students have to report both orally and in writing about their findings and the subsequent practical implications. During the exercise sessions, students are given the opportunity to develop these skills.

The lecturers have much autonomy in assessing the exams. The Steering Committee, here acting as the Board of Examiners, follows the deliberation rules of the UGent. The quality assurance of the learning assessment and the evaluation process is mainly carried out a posteriori. For EM students at UGent, this is organized by the education quality control unit (the Steering Committee, see chapter 5) during the 'teaching evaluations' or program surveys. In these questionnaires, all graduates state that they have been treated correctly during their learning assessments. The panel finds that the procedures concerning the learning assessment (the evaluation process) are transparent. For EM students following courses given at UGent the procedures for each course are described by the lecturers and approved by the Program Board in which students are represented. This information is then published on the internet (Minerva). These procedures are almost always discussed in the first lesson and repeated in the last lesson. As soon as possible the results of the learning assessments are made available to the students on Minerva. After the first and the second examination period, the non-successful students have the opportunity to receive feedback about their learning assessments, with access to their examination copy.

Every EM Fusion-EP partner university organizes its evaluation independently. However, the program surveys prove that the evaluation procedure is clear and transparent at all partner universities and no complaints are expressed. The students with whom the panel spoke showed their satisfaction about the learning assessments and the examination process at all partner universities.

The panel assesses the aspect 'learning assessment' as good.

Aspect 2.8. Master's thesis

The master's thesis counts for 30 credits, which complies with the Flemish regulations. At the Summer Event the partners propose a joint list of dissertation topics, with each topic fitting in one particular program track. Each student now has to choose for a particular track and for a particular dissertation topic. As the student will spend his third and fourth semester in different places, the program coordinators must take care of the strong link and good cooperation between the master's thesis supervisor in the university receiving the student for his or her master's thesis and the university where the student spends his or her third semester (see further).

The master's thesis should be finished before the end of June and must be defended in public at the Summer Event in July. Finishing the master's thesis in July is encouraged by the promoters. However, in case during the defence in July the examination committee (the Steering Committee) judges that the master's thesis still needs considerable improvements a second defence can be organized during August or September.

Four aspects are very important in relation to the content of the master's thesis:

- The content is well defined, and is embodied within a larger framework of an actual research program;
- The master's thesis shows a learning process: assessment of the problem, working with and understanding of international literature, learning research techniques, interiorizing a scientific attitude;
- The student must collect and process independently new information, make measurements, obtain new data or results, assess it critically and make a synthesis;
- Finally, the student must report clearly and precisely about his work, both orally and in writing, with a good sense of synthesis and a good balance between completeness and conciseness.

For each topic at least one supervisor is put forward (one researcher who usually is closely involved with the subject and sometimes the promoter himself, in case he or she has few dissertation students). The supervisor(s) do(es) most of the daily supervision; the promoter follows the master's thesis work from a greater distance. The

Steering Committee decided that there must always be two promoters: the coordinator of the institution where the student was enrolled in the third semester and the coordinator of the institution where the student actually performs his master's thesis work in the fourth semester. In many cases the student is doing research at a research group in an internationally renowned research institute (like CIEMAT in Madrid, FZ-Jülich and IPP Garching in Germany, CEA in France, SCK-CEN in Belgium) at close proximity to the partner universities.

The master's thesis is evaluated in two stages. The first evaluation occurs at one of the partner institutes in collaboration with the local coordinator and the supervisors. Then at the Summer Event the student defends his dissertation in front of the Board of Examiners formed by the Steering Committee members. All first and second year master students attend this defence. The deliberation session takes also place at the Summer Event and is based on a common evaluation grid. This confronts and averages the different evaluation cultures of the partner universities. The panel considers the simultaneous assessment of all master's theses during the summer event as excellent.

The panel, after consulting some sample copies of master's theses, finds that those documents are of high scientific quality. They are all related to 'state of the art' research and reflect the student's independent problem-solving competences at an advanced academic level. The master's theses also demonstrate the critical research attitude of the students.

The panel observed that during the Summer Event the students are well informed about the topics. The supervision is adequately organized without being too rigidly imposed upon the students and the assessment is correct and transparent.

The current organization of the program has the disadvantage that there is only one semester reserved for the master's thesis, which is not ideal for an experimental master's thesis, and that it isn't always easy to align the elective courses (track courses) with the master's thesis, which has to be carried out at another university. The reason is that the students first make their 'country choice' - in April of the first master year - before they make their 'track choice' and 'master's thesis' choice at the Summer Event. The panel noticed that the Steering Committee is aware of this problem and has remediated this problem in its new Erasmus Mundus II application, April, 2010. In future, the Steering Committee will organize in the third semester a three week preparatory course for the master's thesis in the international research centre ITER (Cadarache, France) so that there is more time in the fourth semester to carry out master's thesis research. To ameliorate the connection between the tracks and the master' thesis, the students will be asked in April of the first master year to make their 'track choice' instead of a 'country choice'. The panel finds these measures sufficient.

The panel assesses the aspect 'master's thesis' as excellent.

Aspect 2.9. Admission Requirements

The Erasmus Mundus program of the European Union provides (including the academic year 2008–2009) 18 scholarships for non EU-students. Since the academic year 2009–2010 this number is reduced to 12. The same time 7 scholarships are created for EU-students.

Admission requirements are very important, according to the self-evaluation report, because most students come from foreign countries with different educational approaches and levels. Therefore a bachelor degree in engineering physics, applied physics, physics or an equivalent degree is the minimum required. Sufficient bachelor level knowledge in classical and modern physics is mandatory together with the necessary mathematical and computer programming skills. No difference is made between EU students, non-EU students, grantees and non-grantees. Applicants from non-EU countries will be subjected to a well-defined selection procedure aiming at high quality, taking into account the geographical dispersal imposed by the EU.

In order to make the selection as objective as possible, the Steering Committee uses the selection grid tool imposed by the EACEA³, which the Steering Committee adapted and fine-tuned in the Electronic Management System (EMS) Econsort. For students who still need additional training in quantum physics and/or statistical physics, elective courses can be replaced by preparatory courses in quantum physics and statistical physics. In this way, the consortium partners want to avoid being overly restrictive in the admission criteria.

When a student has already obtained a master in Physics or Engineering Physics, the Steering Committee can decide to exempt the student from the first master year. Native English speakers are also exempted from the TOEFL-test (language test). Native speakers of French, German, Dutch, Spanish or Swedish are exempted from the Language and Culture courses in the respective host countries. Finally, scholarship students who did not pass the first master year can retake the missing courses but without any grant.

The master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics started in 2006–2007. In the first year, the program attracted 19 students. In 2007–2008 a total of 24 students enrolled for the first time, in 2008–2009 there were 21 students. The largest part of the starters is European (43%, 28 students). Nearly one third is Asian (32,3%, 21 students), 15% African (10 students) and 9% American (6 students). Every year the program receives about 300 applications from candidates to start the program with a scholarship. Through building up good contact with the home institutions of the candidates, the Steering Committee tries to select the most suit-

3 | Educational, Audiovisual and Culture Executive Agency of the European Union

able and best qualified candidates. Once selected, the Steering Committee tries to harmonize the different backgrounds of the students by offering the already mentioned preparatory courses in quantum physics and statistical physics and by extra supervision. The whole study program of the first year is also organized in order to assure a common level to start the master's thesis year.

The panel finds that the Steering Committee succeeds well in selecting the right students and, once selected, to bring them to a common level in the first master year. Since the start of the program there were only two drop-outs for personal reasons and the success rate is very good. Hence, the panel finds that the form and the content of the program is well aligned to the qualifications of the incoming students. Nevertheless, the panel is of the opinion that the selection procedure can still be optimized, by means of an extensive interview (by skype or by phone) with the candidates. Concerning the program the panel doesn't find it very logic that possible lacks in quantum physics and statistical physics are remediated during the second semester in the preparatory courses while basic courses on quantum physics and statistical physics are programmed in the first semester. The panel advises the committee to remediate this.

The panel assesses the aspect 'admission requirements' as good.

General conclusion related to theme 2: Program

All aspects of theme 2 are assessed good or excellent (aspect 2.2.) by the panel; hence the panel assesses the theme program as positively.

Theme 3 Staff

The program and the different courses are organized by the Faculty of Engineering at UGent, which is also the coordinator of the program, and by the partner universities.

At UGent, the following research groups are involved in the programme: photonics research group, 'zonnecellen', electromagnetic group, 'fysische materiaalkunde', 'het centrum voor moleculaire modellering', 'akoestiek', 'het Laboratorium Soete-cel mechanica van materialen en constructies', 'plasmatechnologie', 'vloeibare kristallen en fotonica', nuclear fusion, 'stromingstechniek', 'theoretische mechanica en toegepaste differentiaalmeetkunde', design research and feasibility of thin films, 'algemene relativiteitstheorie' and 'computergesteunde onderwijsvernieuwing', 'fysica en chemie van nanostructuren', and 'stralingsfysica'. Those research groups belong to the different research departments from the Faculty of Engineering and the Faculty of Sciences.

The committee for AP/ATP (AP: academic personnel, including independent and academic assistant staff; ATP: administrative and technical personnel) organizes the human resources management of the Faculty. This committee takes into account:

- The educational load and the research output of the different departments;
- The motivated (five year) human resources policy plans of the research departments;
- Strategic human resources policy plans.

On the basis of these elements, the committee writes down the faculty AP/ATP policy plan for the coming five years. Each year this plan has to be accepted by the Faculty Council.

The policy plan for the autonomous academic staff (ZAP) can be summarized as follows:

- Developing strong research clusters with sufficient critical mass to be able to achieve an important role in the international research community and to obtain considerable research funding;
- Maintaining the expertise that is necessary to offer courses of high quality;
- Developing possibilities for valorisation of research results.

The policy for the other academic staff (OAP) is determined by the promoters of the research groups and the sponsoring institutions (FWO, IWT, BOF, IOF, ...). The evaluation of the staff is mainly based on the research aspect. The involvement of OAP in teaching is limited to a relatively small amount (4 or 8 hours per week). This involvement does not hinder the research effort of the OAP and allows them to interact with the master students.

Vacancies for ZAP-members are widely announced, also internationally. For every vacancy, the Faculty Council installs an ad-hoc selection committee, consisting of ZAP, OAP, ATP and students. The ad-hoc evaluation committee delivers a motivated proposal with a ranking of the candidates to the Faculty Council, which in turn delivers a proposal to the University Board who makes the final decision. In the procedure of the appointment of new ZAP members, the candidates are evaluated a first time on the basis of the submitted curricula. The candidates that meet the required specifications are invited for an interview with the ad-hoc selection committee, in which they explain their vision and planning in the field of education, research and scientific services related to the vacancy. In order to evaluate the didactic qualities of the candidates, they are asked to give a lecture about a topic in the field of the vacancy.

ZAP members submit a two-yearly description of the planned activities, including the relative weight of education, research and scientific services. Every two or four

years, a report on the activities carried out in the past period has to be submitted to the faculty. Every ZAP member obtains a final evaluation, which can be insufficient, sufficient, good or very good. The ZAP members that do not obtain the evaluation good/very good are not considered for promotion. For the ZAP member that obtain two consecutive insufficient evaluations, this may, in agreement with the Flemish legislation, lead to a termination of their contract.

The procedure for promotion of ZAP members is analogous to the above mentioned evaluation procedure and is organized by the Promotion Committee of the faculty. This committee consists of ZAP, OAP, ATP and students of the faculty. The criteria used for promotion are publications in the previous five years, obtained research projects, internal and external services, their education record and the evaluation of the education by students. After comparing the files of the candidates, the committee submits a motivated proposal containing a list with the selected candidates. This list is discussed in the Faculty Council meeting and forwarded to the University Board.

AAP vacancies are announced in the Belgian Official Journal, and the websites of the university and the faculties. AAP members are recruited for two years, and their stay can be renewed two times. Doctor-assistants are recruited for a term of three years, and their stay can be renewed once.

All lecturers at UGent have the opportunity to follow lecturer training sessions. Recently appointed ZAP members mainly attend these training sessions. For the AAP members there are assistant training sessions. The preparation of the OAP members for specific teaching tasks is organized by the responsible ZAP member or by a senior OAP member.

Aspect 3.1. Quality of the staff

The panel is of the opinion that the expertise of the staff regarding the contents of the program is excellent and is guaranteed because course modules are appointed to lecturers who are doing research in a domain that is related to the courses they teach. A survey about the program conducted by the Steering Committee shows that the students are very satisfied about the course modules. Only in Madrid and Nancy the satisfaction is a little bit lower on some course modules. No didactic problems were signalled by the students with whom the panel spoke. The students are also satisfied about the quality of the English language of the teachers.

Regarding the educational professionalization academic staff members have the opportunity to attend training sessions. The panel believes that all staff members should be encouraged to attend these sessions. The panel also recommends to de-

velop a forum where staff members could share their educational experiences, ideas and visions. More efforts should be made to explore the potential of e-learning.

The research groups of the UGent are responsible for the practical organization and the staff policies of the education offered. All academic staff members were very pleased with the staff policies of the different research groups, including a fair distribution of the teaching duties among the different staff members. New assistants are very well prepared for their teaching duties by their more experienced colleagues or ZAP-members. A staff member is the manager of the EM Fusion-EP technical secretariat who organizes the EM Fusion-EP website, the first selection of students, the coordination between all partners, the visa support for students, and the organization of the Steering Committee events. The financing of this secretariat comes from the EU.

The panel assesses the aspect 'the quality of the staff' as good.

Aspect 3.2. Requirements of academic and professional orientation

After consulting the research output of the staff, the panel finds that the quality of the research performed at the UGent and at the partner institutions is of very high quality. Many ZAP and OAP members are involved in international projects sponsored by the EU or by national programs. Every partner institution has its own specific expertise domain, according to the panel, and this contributes to the quality of the program. The research teams of the lecturers are internationally recognized as high level due to the close links with many international research institutions and universities.

Although there is not something like a traditional fusion industry, one can certainly speak about an emerging field in this area. The international ITER projects puts high demands on all industries that deliver components and systems to the device, and is a driver for innovation in both large-scale industries as in small and medium-sized enterprises. In many countries worldwide the fusion scientists in the universities and knowledge institutes are working in close collaboration with industrial researchers in order to develop new and better materials, components and systems.

Most ZAP members that are involved in teaching within the EM Fusion-EP master have a link with the professional environment in one way or another. The research activity of the ZAP members (and of many OAP members) is for a large part in collaboration with industrial partners. Because of the many contacts the staff members have with industrial partners they have a very clear view about the professional opportunities of their graduates.

The panel assesses the aspect 'requirements of academic orientation' as excellent.

Aspect 3.3. Quantity of staff

There are 138 lecturers involved over the seven universities and two research centers (CIEMAT and CSIC): 20 at UGent, 18 at KTH, 17 at Stuttgart, 26 at UHP, and 56 at Madrid. This means roughly that there are 138 lecturers available for an average of 40 students. This does not provide the full picture as besides these lecturers other personnel categories are involved too.

At UGent 18 ZAP members, 5 AAP members, 4 OAP members and 1 ATP member are involved. All teaching personnel is appointed full-time. Guest lecturers are occasionally invited but only for one lesson or to assist in supervising dissertation students. The guests are coming from the Royal Military School Brussels, Nuclear Research Centre (SCK-CEN) Mol, Forschungszentrum Jülich (Germany), Institute for Plasma Physics Rijnhuizen (the Netherlands) and the Max-Planck Institute for Plasma Physics (Germany).

The panel believes that the number of academic staff members is in accordance with the number of enrolled students. The panel finds that the staff members are not overloaded by teaching duties and that the distribution of these duties is well managed among the different staff members.

The panel assesses the aspect 'quantity of staff' as good.

General conclusion related to theme 3: Staff

The panel assesses all aspects related with staff as positive, hence, theme 3 staff is assessed positively too.

Theme 4 Facilities and support

Aspect 4.1. Facilities

At the UGent, lectures and exercises are organized in the auditoria of the Jozef Plateaustraat, or in one of the auditoria of the departments which are responsible for a specific master course (located in the Sint-Pietersnieuwstraat, the Campus Sterre (Zwijnaarde) and the Campus Ardoyen (Zwijnaarde)). All auditoria are fully equipped (pc, fixed projector, screen, and blackboard). Some exercise sessions are organized in one of the six pc-classrooms of the faculty (mainly in the Jozef Plateaustraat), or of the individual departments.

The research groups of the departments, contributing to the master education, manage the laboratories. There is no clearly defined boundary between research and education parts of the laboratory spaces. The students prepare their labs at home or in a seminar room of the department.

A large part of the dissertation students at UGent go to the state-of-the-art research facilities of Forschungszentrum Jülich in Germany or of the Belgian Nuclear Research Centre SCK-CEN in Mol.

There is a student library in the Plateau building where students can consult the syllabi of the different courses and the reference books that are mentioned in the courses. There is also the possibility to consult the recent issues of a number of journals. Students frequently visit the library as a place for study during breaks. In addition to the student library, the students can also use the libraries of the different departments, which host specialized literature and master and PhD theses.

The panel states that the facilities of the program of the UGent are good, and that the facilities of the partner institutions are of the same high level. The panel applauds that students have the opportunity to conduct research at renowned research centres. The seminars, labs, exercises, projects and so on are often carried out in the facilities of the different research groups. The classes are well-equipped and the libraries are up to date, the panel observed. A survey shows that most of the students are very satisfied with the facilities in the different institutions.

The panel assesses the aspect 'facilities' as good.

Aspect 4.2. Support

The information to potential students is given by the International Relations Office (IRO) of the Central UGent Administration. The IRO gives advice about and coordinates the participation of the UGent in various international educational cooperation programs. A full time IRO staff member is responsible for the Erasmus Mundus programs.

Concerning the guidance of incoming (international) students, the IRO organizes a welcome day and supplies a guide, the Exchange Student Guide, which helps the foreign student with all aspects of studying in Ghent. At the start of every semester, there is an introduction day on which the university and the city are introduced, giving the students the opportunity to make the first social contacts. All foreign students also receive a regular e-mail with recent information. There are also some student organizations available: Erasmus Student Network, International Students Association, Students' Welcome Club and for Chinese students: Chinese Students Association. The EM Fusion- EP program organizes also a private welcome dinner with all master students.

Students with psychological or social problems can find individual counselling at the Advisory Centre for Students of the UGent. If the problems are study-related, there is internal guidance by a specialized study advisor. If the problems are not

study-related the students will be internally guided or referred to external specialized help.

Students with complaints about the education or examination can contact one of the two ombudspersons of the Faculty. If the problems are related to other partners, they can also contact the EM Fusion-EP manager. There is also an institutional ombudsperson.

The panel finds that the students are well informed and that they receive sufficient study support. Because the group of students staying each semester at UGent is relatively small, and most students are involved in ongoing research project for their master dissertation, there is a close cooperation between students and their lecturers, their supervisors and the other researchers in the laboratories. The students are well known by the staff members and comments about the program (like the study load or new topics) are discussed frequently.

The panel assesses the aspect 'support' as good

General conclusion related to theme 4: Facilities and support

The panel assesses the aspects 'facilities' and 'support' as good and, hence, the panel assesses theme 4 as positive.

Theme 5 Internal quality assurance

Quality Assurance is a priority at the UGent, says the self evaluation report. The quality assurance policy is based on a number of feedback mechanisms that involve several actors and measurements instruments.

For the EM Fusion-EP, as approved by the faculty, the Steering Committee takes over the role of the Program Board, the EQCU and the Board of Examiners, besides its tasks as a management board (see Introduction. The Steering Committee reports its activities to the faculty. The Steering Committee is chaired by the UGent and is composed of a local coordinator in each EM Fusion-EP university, two persons representing Research & Development in the private sector or research centres specialized in the field of fusion plasmas, one technical manager of the program, and a representative of the Alumni Association.

The departments take care of the elaboration of the courses. The Department Councils propose the lecturers for the courses they are responsible for. These proposals are examined by the relevant Program Boards and the EQCU, which results in an advice for the Faculty Council.

Aspect 5.1. Evaluation of results

First of all, to ensure that the core courses organized at the different partners provide different students with the same fundamental knowledge and skills in the domain of nuclear fusion science and engineering physics, the partner universities of the EM Fusion-EP program have compiled a database of the different topics (i.e. not the courses, but individual topics that are covered in a few lectures) that are taught at the different universities. The data (not only consisting of contents but also of time spent on the different topics and of acquired skills) of the different universities have already been compared and program adjustments will be put in place when necessary.

Secondly, the Steering Committee monitors the program. The committee can monitor the added value offered by the Erasmus Mundus Program (as compared with the individual programs at the different partners), be involved in the comparison of the core programs from the different partners, advise on industrial relevance, knowledge and skills level, requirements by the industry, etc.

Each year, the Steering Committee visits the Summer Event of the program and talks with students and professors, attends dissertation presentations and deliberations. Typical problems that are discussed are for example problems related to the mobility such as differences in teaching and examination practices, and practical problems.

The EM Fusion-EP program management organizes several surveys. First a series of general questions on the different facets of the courses then course-related surveys per university and secondly more detailed surveys per consortium partner and per university.

The panel assesses the aspect 'evaluation of results' as good.

Aspect 5.2. Improvement measures

The panel observed that the Steering Committee takes sufficient measures to guarantee the quality of the program, by consulting all actors involved in the program (teachers and students), be it by carrying out surveys or attending meetings during the Summer Event. The Steering Committee has defined a number of goals which are also enlisted in the application of continuation of the program.

These goals are among others the refinement of the student selection procedure, taking measures to attract more students, developing a more homogeneous and standardized learning assessment, and setting up a more effective planning for the master's project. Within the program, the Steering Committee will increase the equivalence of the contents of the mandatory courses by inviting the partners to exchange at least a summary index of the topics treated in all the mandatory courses

and to use the same terminology or titles for each specific course. The panel supports all these measures and goals.

The panel finds the self-evaluation report a very useful document, which was of much help during the visit.

The panel assesses the aspect 'improvement measures' as good.

Aspect 5.3. Involvement of personnel, students, alumni and the labour market

The panel finds that the Steering Committee comprises all the relevant stakeholders and observed that the different stakeholders show a strong commitment to the program.

As mentioned above, the Steering Committee is composed of all local coordinators in each EM Fusion-EP university, and of a representative of the alumni association (see further). Furthermore, each lecturer involved in the program, can be added temporarily as an advisory member to the committee. Decisions are generally taken by consensus or in some cases after voting. Since the academic year 2008-2009, the students are represented by the alumni representative of the committee. Students also have informal contacts with the teaching staff to discuss problems. The program, the panel states, is characterized by its remarkably open and interactive culture.

The program has strong links with industry and, as was already described under aspect 3.2, industrial innovation in the field of fusion is strongly driven by tight interactions between researchers from academia and from industry. One of the members of the Steering Committee is always an industrial member, in order to involve the labour market in the evaluations and changes of the program.

There is also an alumni association, created by the Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA). The alumni member of the Steering Committee is a member of the alumni association.

The panel assesses the aspect 'involvement of personnel, students, alumni and the labour market' as excellent.

General conclusion related to theme 5: Internal quality assurance

The panel assesses all aspects as positive, hence, the panel assesses theme 5: internal quality assurance as positive.

Theme 6 Results

Aspect 6.1. Learning outcomes

The aim of the EM Fusion-EP program is to provide a high-level multinational research-oriented education in fusion-related engineering physics. Graduated engineers must be able to perform high-level tasks in technical-scientific research in an academic environment, in research institutions and in companies.

The panel concludes that the program realizes all its objectives, which are very ambitious. This is illustrated by the quality of the dissertations and the exams. The limited data available on the employment profile of alumni show that 8 out of 13 respondents continued in fusion related research, which is a high percentage. All respondents continued in research and development at least in the physics domain. Ten of them continued in a university research centre. Graduates are employed at institutes like Université Libre de Bruxelles and SCK-CEN (Belgium), Forschungszentrum Jülich (Germany), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Switzerland), Conoco Philips (Indonesia), Institute for Plasma Research University of Leeds (UK), and Saint Petersburg Polytechnic University (Russia). The students and alumni told the panel that the program is of an excellent quality, that they could reach the formulated goals, and that the link between research and education is a very strong point of the program.

The panel assesses the aspect 'learning outcomes' as excellent.

Aspect 6.2. Study progress

In 2006–2007 19 students enrolled in the first year of the program, 14 gained all the credits, 4 gained from 75 to 99% of the credits, one student gained less than 26%.

In 2007–2008 27 students enrolled in the first year of the program. 24 of them took more than 53 study points. 15 of 24 gained all the credits, 3 gained from 75 to 99%, two gained more than 50% and less than 75%, three gained from 26 to 50% of the credits, two gained less than 26% of the credits. 14 students enrolled in 2007–2008 with more than 60 study points, obviously, these were the ones who gained all 60 study points in the previous year. 12 of them gained all the credits. One gained from 75 to 99% of the credits, one from 26 to 50%.

In 2008–2009 29 students enrolled in the first year of the program. 28 of them took more than 53 study points. 15 of 28 gained all the credits, 11 gained from 75 to 99% of the study points, two gained more than 25 and less than 50% of the credits.

In 2007–2008 one student graduated in one year, 16 students graduated in two years. Since the start of the program, there were two drop-outs. The drop-outs and failures were mainly caused by a weak basic knowledge from the bachelor years or

due to language problems. In one case, a 'culture shock' caused a student to return to his homeland.

The program will adopt the above numbers as a guideline for the future.

The panel believes that the study progress is good. This is mainly because there is an effective selection of incoming students, the fact that many students receive grants and that the learning support is well developed. The dropouts and failures were mainly caused by a weak basic knowledge from the bachelor years or due to language problems. In one case, a 'culture shock' caused a student to return to his homeland.

To improve the quality of the study progress the panel suggests monitoring the admission requirements more in detail (by means of interviews).

The panel assesses the aspect 'study progress' as good.

General conclusion related to theme 6: Results

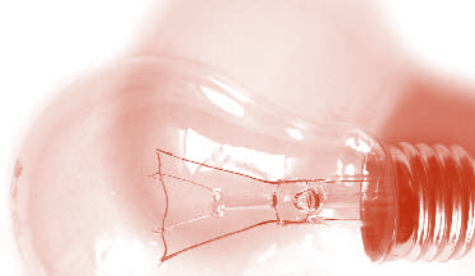
Since the aspects 'learning outcomes' and 'study progress' are assessed positively, in effect, the panel assesses theme 6: results as positive.

General assessment by the panel

The panel concludes that the EM Fusion-EP program shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the EM Fusion-EP program is therefore positive.

Recommendations for further improvement: summary

- Optimize the selection of incoming students by conducting interviews;
- Better coordinate the link between the courses in the third semester and the master's thesis in the fourth semester. This could be corroborated by not splitting the second year over two countries and to organize the courses and master's project in parallel during the full second year. The panel has observed that the Steering Committee is aware of this shortcoming and strongly supports the proposal that has been suggested to improve this point in the future;
- Remediate possible lacks in quantum physics and statistical physics before the basic courses on quantum physics and statistical physics are programmed.



Vrije Universiteit Brussel

Master in de Ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie

Woord vooraf

Dit deelrapport behandelt de opleiding master in de ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie (EIT). Ze wordt georganiseerd door de faculteit Ingenieurswetenschappen (FirW) van de Vrije Universiteit Brussel. De visitatiecommissie Elektrotechniek bezocht de opleiding op 17 en 18 februari 2010.

De masteropleiding Elektronica en Informatietechnologie valt binnen de FirW onder de verantwoordelijkheid van de Opleidingsraad Elektronica en Informatietechnologie (ORE). Naast deze masteropleiding organiseert de faculteit nog één brede bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen. Die bacheloropleiding is in 2007 gevisiteerd met als gevolg dat de afstudeerrichting in Elektronica en Informatietechnologie die ze omvat buiten het bestek van de deze visitatie Elektrotechniek valt. Naast de masteropleiding Elektronica en Informatietechnologie organiseert de faculteit nog zeven andere masteropleidingen in de ingenieurswetenschappen. De master Elektronica en Informatietechnologie is een tweejarige opleiding (120 SP) met keuze uit vijf profielen ('meten, modelleren en simuleren', 'multimedia', 'telecom', 'informatica', en 'fotonica'). De opleiding wordt in het Nederlands aangeboden.

De implementatie van de bachelor-masterstructuur werd aan de Vrije Universiteit Brussel opgestart in het academiejaar 2004-2005 zodat de eerste lichting studenten het bachelordiploma in de ingenieurswetenschappen behaalde in 2006-2007 en de eerste masterstudenten afstudeerden in juli 2009.

De commissie heeft een duidelijk beeld gekregen van de masteropleiding Elektronica en Informatietechnologie. Ze baseerde haar oordeel op de gegevens in het zel-

fevaluatierapport, de ingekeken masterproeven en examenvragen, de gesprekken met de verschillende stakeholders, het bezoek aan de faciliteiten, en het overige ter inzage gelegde materiaal.

Onderstaande oordelen hebben betrekking op de masteropleiding in haar geheel, dus inclusief de vijf profielen, tenzij anders vermeld. De aanbevelingen in het kader van het verbeterperspectief en de aandachtspunten zijn opgesomd in een overzicht aan het einde van dit deelrapport maar zijn eveneens opgenomen in de beschrijving van de desbetreffende facetten.

Onderwerp 1 Doelstellingen van de opleiding

Het zelfevaluatie rapport beschrijft de eindcompetenties voor de masteropleiding als volgt:

- Gevorderde kennis en vaardigheid verwerven over het bouwen van wiskundige modellen vertrekkende van met ruis verstoorde metingen; de basiskennis op het gebied van de meetproblematiek kunnen uitbreiden naar het frequentiedomein, de signaalconditionering en het automatiseren van meetsystemen; het leren omgaan met meetfouten en hun invloed kunnen elimineren via een callibratie en de restfout kwantiseren, het leren modeleren en een goede schatter kunnen kiezen, het leren relativeren: wat moet er gemodelleerd worden en waarom?
- Degelijke kennis verwerven van de ontwerptechnieken in de elektronica op het niveau van analoge en digitale schakelingen, de architectuur van chips, halfgeleider sensoren en actuatoren, praktische vaardigheden in het computerondersteund ontwerpen van geïntegreerde schakelingen.
- Inleidende kennis bekomen van de signaaltheorie, de detectietheorie, de informatietheorie, de modulatievormen, de patroonherkenning en de signaalverwerking.
- Theoretische en technische kennis vergaren in de hoogfrequent technologie en haar toepassingen, in het bijzonder rond golfpropagatie, antennes en het ontwerpen van hoogfrequente systemen.
- Beheersen van basistechnieken in de beeldverwerking, die moeten toelaten eenvoudige problemen van beeldverbetering, beeldsegmentatie en beeldcompressie op te lossen.
- Kennis verwerven van de voornaamste procesmethodologieën i.v.m. softwareontwikkeling en projectmanagement en inzicht in de factoren die de kwaliteit van een softwaresysteem beïnvloeden, inclusief kostenraming, planning, risicobeheer, rapportering en sturing.
- Inleidende kennis verwerven van de fotonica.
- Over basiskennis en inzicht beschikken van een aantal relevante aspecten van de technologie, zoals economie, industrieel recht, milieubescherming, kwaliteitsbewaking en veiligheid, naast talenkennis en functioneren in internationaal verband.

In het algemeen streeft de opleiding ernaar mensen te vormen om efficiënt bij te dragen tot het ontwerpen, bewerkstellingen en begeleiden van duurzame projecten

met wetenschappelijke en/of technologische inhoud ten behoeve van de snel evoluerende samenleving, zowel in binnen- als buitenland. Het mastertraject wil kritische, bewuste en geëngageerde ingenieurswetenschappers afleveren ‘in een geest van vrij onderzoek vanuit een niet-dogmatische en pluralistische visie op de maatschappij en het eigen vakgebied, met nadruk op de duurzaamheid van oplossingen en met bewustzijn voor het milieu’.

De opleiding wil deze doelstellingen bereiken door:

- een verdiepende doch tegelijk nog brede opleiding aan te bieden, waar de nadruk niet op overspecialisatie ligt;
- te steunen op een nauwe band zowel met het wetenschappelijk onderzoek als met het beroepenveld;
- door de student niet alleen wetenschappelijke inzichten maar evenzeer wetenschappelijke cultuur en praktische vaardigheden te laten verwerven, met de nadruk op zelfstandigheid, creativiteit en inventiviteit.

Bovendien heeft de opleiding als doel attitudes te ontwikkelen die de ingenieurs in staat stellen verantwoordelijkheden te nemen in een team en na te denken over de impact van hun beslissingen. Sociale en taalvaardigheden moeten hiertoe aangemoedigd worden, vooral dan via internationale literatuuropzoeken en zelfstandige opdrachten.

Tevens moet de ingenieur in staat zijn om naast het oplossen van louter technologische vraagstukken ook taken af te bakenen en te formuleren teneinde deze zelf aan kritisch onderzoek te onderwerpen en de oplossingen te toetsen op hun duurzaamheid en maatschappelijke relevantie. Hij moet zich blijven toeleggen op een simultane horizontale verbreding en verticale verdieping van zijn discipline binnen een veranderende maatschappelijke en industriële context, in een multidisciplinaire en internationale omgeving. Levenslang leren wordt een niet weg te denken component in het leven van de burgerlijk ingenieur.

Facet 1.1. Niveau en oriëntatie

De doelstellingen van de masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie zijn conform de vereisten die in het Structuurdecreet (artikel 58) worden gesteld, stelt de commissie vast. Ze zijn gericht op het beheersen van algemene competenties op een gevorderd niveau. Die competenties zijn gedetailleerd omschreven in het zelfevaluatierapport en ressorteren onder de categorieën informatievaardigheden, communicatievaardigheden, en sociale en maatschappelijke vaardigheden. De algemene wetenschappelijke competenties zijn eveneens goed uitgewerkt en op een gevorderd niveau geformuleerd. Het gaat onder meer om het leren analyseren van kennis, het leren definiëren van een innovatieve bijdrage tot kennisverdieping over een domeinspecifiek onderwerp, het leren opstellen van een planning om binnen een bepaald tijdsbestek tot resultaten te komen, het

selecteren en gebruik van de aangewezen onderzoekstechnieken, en ten slotte het analyseren, interpreteren en communiceren van de resultaten.

In de doelen is er een grote aandacht voor het bijbrengen van een gevorderd begrip en inzicht in het vakgebied, met inbegrip van de nieuwste ontwikkelingen. Ook de competenties die nodig zijn om als beginnend wetenschapper aan wetenschappelijk onderzoek te kunnen doen, zijn zorgvuldig uitgewerkt.

Daarnaast is er tevens oog voor de internationale dimensie. De studenten dienen technisch-wetenschappelijk in het Engels te kunnen communiceren. Ook stimuleert de masteropleiding Erasmusuitwisselingen en stages in het buitenland.

De doelstellingen van de opleiding worden gecommuniceerd via de elektronische studiegids en uitvoerig toegelicht tijdens een plenaire zitting voor de studenten van het tweede bachelorjaar zodat ze gericht een afstudeerrichting kunnen kiezen in het derde jaar. De commissie stelde vast dat de doelstellingen goed gekend zijn bij de studenten.

De commissie beoordeelt het facet 'Niveau en oriëntatie' als goed.

Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen

De commissie meent dat de domeinspecifieke eisen in de doelstellingen goed zijn afgestemd op de eisen die worden gesteld door (buitenlandse) vakgenoten, inclusief haar eigen referentiekader. Voor de onderbouwing van de domeinspecifieke doelen baseerden de opleidingsverantwoordelijken zich op de richtlijnen van het Thematisch Europees Netwerk E4 (Enhancing European Engineering Education) en naar de aanbevelingen in zijn opvolger, het thematisch netwerk TREE (Teaching en Research Engineering in Europa), waar de faculteit een partner van is. De faculteit is tevens partner van het in 2009 opgerichte netwerk EUGENE (European and Global Engineering Education).

De doelstellingen zijn afgestemd op de wensen en behoeften van het beoogde beroepenveld, zij het indirect via de contacten die lesgevers via hun onderzoeksprojecten hebben met de elektronica- en telecommunicatie-industrie. De commissie is er in het kader van het verbeterperspectief voorstander van om die contacten te formaliseren in een klankbordgroep die op geregelde basis reflecteert over de opleiding.

De masteropleiding profileert zich rond vijf keuzepakketten: 'meten, modelleren en simuleren', 'multimedia', 'telecom', 'informatica' en 'fotonica'. Twee keuzepakketten, nl. 'meten, modelleren en simuleren' en 'fotonica' zijn sterk onderzoeksgericht, de andere profielen zijn meer gefocust op een carrière in de industrie. Ten opzichte van de masteropleiding in de industriële wetenschappen: Elektronica aan de hogescholen definieert de masteropleiding Elektronica en Informatietechnologie aan de Vrije Universiteit Brussel zich als een opleiding met een diepgaand wetenschappelijk karakter. De hogeschoolopleidingen in de elektronica richten zich meer op de

praktische aspecten van de techniek en op de praktijkgerichte toepassing ervan. De commissie meent dat de opleidingsverantwoordelijken de profilering en de doelstelling van de opleiding doordacht hebben uitgewerkt en de opleiding goed hebben gepositioneerd.

De commissie beoordeelt het facet 'Domeinspecifieke eisen' als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 1: Doelstellingen van de opleiding

De facetten 'Niveau en oriëntatie' en 'Domeinspecifieke eisen' worden als 'goed' beoordeeld. Derhalve krijgt het onderwerp 'Doelstellingen' een positieve beoordeling.

Onderwerp 2 Programma

Beschrijving van het masterprogramma

Het eerste jaar (60 SP) van de masteropleiding is gemeenschappelijk en beoogt een brede algemene technologische en elektrotechnische vorming. Op die gemeenschappelijke stam worden in het tweede jaar vijf profielen (24 SP) geënt: 'meten modelleren en simuleren', 'multimedia', 'informatica', 'fotonica', en 'telecom'. 'Meten, modelleren en simuleren' behandelt het computerondersteund ontwerpen van analoge schakelingen en het ontwerpen van hoogfrequente niet-lineaire systemen, het meten, modelleren en identificeren van lineaire en niet-lineaire systemen, industriële meetomgevingen en metrologie en gevorderde controletechnieken.

In 'multimedia' maken de studenten kennis met de moderne trends en behoeften in audio-, beeld- en videotechnologie. Het pakket 'telecom' richt zich op fysische telecommunicatie, de daartoe aangewende media, modulatie- en coderingsmethodes en de protocols die op hogere lagen in het 'open system interconnection model' worden aangewend. Tevens worden gedistribueerde en embedded systemen bestudeerd evenals methodes rond beveiligen van transmissies. 'Informatica' focust zich op computerarchitecturen, software engineering, protocols, technieken van de artificiële intelligentie, gegevensbanken, compilers, e.d. Het profiel fotonica, ten slotte, belicht aan de hand van optische materialen en fotonische halfgeleiders, optische componenten en optische communicatie dit sterk evoluerende domein.

Naast het profiel is er ook nog een vrije keuzeruimte (9 SP). Voor de invulling ervan kunnen de studenten putten uit de curricula van de VUB, de ULB of andere universiteiten. Ze kunnen eveneens opteren voor een stage 'Elektronica en Informatietechnologie' en/of opleidingsonderdelen kiezen uit het VUB-pakket 'Entrepreneurship'. Het tweede jaar telt ten slotte nog één gemeenschappelijk opleidingsonderdeel, nl. 'Business information systems' (3 SP) en de masterproef (24 SP).

Facet 2.1. De relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma

Het programma is zeer zeker een adequate vertaling van de doelstellingen van de opleiding, zowel qua niveau als domeinspecifiek, meent de commissie. Het biedt de studenten absoluut de mogelijkheid om de geformuleerde doelstellingen te bereiken. In het eerste jaar krijgen de studenten een breed onderricht in de basistheorieën en fundamenteën die gemeenschappelijk zijn voor zowel de elektronica in praktische schakelingen, als voor de verwerking van signalen in de informatietechnologieën en voor de gevorderde meetmethodes, zoals identificatie van systemen, patroonherkenning, hoogfrequente elektronische ontwerpen, als voor fotonica.

De profielen brengen meer gespecialiseerde kennis aan en zijn volgens de commissie goed uitgewerkt.

In de practica van de opleidingsonderdelen gaat veel aandacht naar wetenschappelijke vaardigheden zoals het kunnen vertalen van beschrijvende ontwerp oefeningen in mathematische modellen en vervolgens het oplossen ervan, het gebruik van modellering- en simulatiesoftware, het kunnen oplossen van complexe, multidisciplinaire vraagstukken in de brede context van een bepaald onderzoeksgebied, en het kunnen raadplegen van vakliteratuur. Ook de communicatievaardigheden, in het Nederlands en in het Engels, en het leren samenwerken in groep komt in deze practica en werkcolleges aan bod. Tevens worden de onderzoeksvaardigheden getraind. Tijdens de projecten bij de practica en de werkcolleges dienen de studenten hypothesen te formuleren, experimenten te ontwerpen en resultaten kritisch te onderzoeken.

Om de studenten te laten proeven van het professionele leven en een goede indruk te laten krijgen van hun carrièremogelijkheden, is een stage een probaat middel vindt de commissie. Het programma biedt de mogelijkheid om een industriële stage uit te voeren als keuze-opleidingsonderdeel (GSP) na het einde van het eerste masterjaar of tijdens het tweede masterjaar in combinatie met de masterproef. De cijfers tonen evenwel aan dat het moeilijk is om de studenten voor deze stage warm te maken en tijdens de gesprekken vernam de commissie dat de kwaliteit ervan ook wisselend is. Wel populair bij de studenten zijn de buitenlandse stages, georganiseerd door IAESTE en BEST, waarvoor ongeveer de helft van de studenten intekent. Sommige studenten verwerven er credits voor, anderen voeren de stage louter voor hun persoonlijke vervolmaking uit.

De eindkwalificaties van de opleiding zijn adequaat vertaald in leerdoelen. De opleidingsonderdeelfiches zijn over het algemeen goed ingevuld. De studenten kennen het programma en weten wat in het kader van de verschillende opleidingsonderdelen van hen verwacht wordt, constateerde de commissie.

De commissie beoordeelt het facet 'Relatie tussen doelstellingen en inhoud van het programma' als goed.

Facet 2.2. De academische en professionele gerichtheid van het programma

Er is in het programma een goede aandacht voor kennisontwikkeling, die verdiept, gespecialiseerd en up to date is. Het onderwijs is sterk onderzoeksgebonden, zowel op het inhoudelijke als op het infrastructurele vlak. Dit uit zich in het programma via de aangeboden profielen en via de actieve betrokkenheid van de studenten bij het onderzoek dat in de onderzoekseenheden gebeurt. Die betrokkenheid wordt concreetiseerd in sommige practica, projecten en in de masterproef. De practica gaan grotendeels door in de onderzoekslaboratoria en vele gebeuren op onderzoeksinfrastructuur. Via die practica, projecten en masterproef worden de onderzoeksvaardigheden goed getraind, stelde de commissie vast.

In het programma is er tevens aandacht voor de vaardigheden die het maatschappelijk en beroepsmatig functioneren ondersteunen, zowel in de vakinhoudelijke opleidingsonderdelen als in de vrije keuze-opleidingsonderdelen. In de vakdeskundige opleidingsonderdelen komen extra-technologische vaardigheden als leren werken in team, leren rapporteren, en leren verantwoordelijkheid nemen aan bod en wordt er inhoudelijk ook ingegaan op nevenaspecten van de technologie zoals milieubescherming, kwaliteitsbewaking, veiligheid en management. In het vrije keuzepakket kunnen de studenten zich richten op thema's als recht, ethiek en management.

De commissie beoordeelt het facet 'Academische gerichtheid van het programma' als goed.

Facet 2.3. De samenhang van het programma

De commissie meent dat het programma inhoudelijk goed samenhangt en logisch is opgebouwd. In het gemeenschappelijke eerste jaar worden de studenten vertrouwd gemaakt met de concepten en de technieken die fundamenteel zijn voor de elektronica en de informatietechnologie. Die concepten en technieken worden dan verder uitgediept in de vakspecifieke opleidingsonderdelen die in de keuzepakketten aan bod komen. De opleidingsonderdelen die niet essentieel zijn als voorkennis voor andere opleidingsonderdelen werden gegroepeerd in de vrije keuzeruimte en in het keuzepakket 'Entrepreneurship'. De keuze van de student voor de vrije-keuze opleidingsonderdelen moet ter goedkeuring worden voorgelegd aan de opleidingsraad. Er hoeft geen verband te zijn met het verplichte programma. De commissie acht het positief dat die vrije keuzeruimte er is maar ze vraagt wel om er voldoende over te waken dat de relevantie bewaard blijft.

Uit het zelfevaluatie-rapport en uit de gesprekken met de studenten kon de commissie afleiden dat de opleidingsonderdelen zowel horizontaal als verticaal goed op elkaar zijn afgestemd. De studenten zijn ook goed vertrouwd met de structuur van het programma.

De commissie beoordeelt het facet 'Samenhang van het programma' als goed.

Facet 2.4. Studieomvang

De opleiding voldoet aan de formele eisen met betrekking tot de studieomvang: ze omvat 60 studiepunten per jaar.

Facet 2.5. Studietijd

Volgens de Vlaamse decreetgever moet 1 studiepoint overeenkomen met ten minste 25 en ten hoogste 30 uren studietijd. De FirW hanteert een minder brede vork om de studiepunten aan een opleidingsonderdeel toe te kennen. De 60 studiepunten per masterjaar zijn in het programma gelijkmatig verdeeld over de semesters.

Om te controleren of de begrote studietijd strookt met de reële, baseren de opleidingen zich op de semestriële onderwijsbeoordelingen (*zie onderwerp 5*) georganiseerd door de centrale dienst Kwaliteitszorg en Accreditatie. Bij ieder opleidingsonderdeel krijgt de student de voorziene studietijd te zien en kan hij aanduiden op een zevenpuntenschaal of het opleidingsonderdeel zwaarder of lichter lijkt dan begroot. Eventuele afwijkingen worden mee gedeeld aan de betrokken docent en aan de decaan. Significante afwijkingen leiden tot een bemiddeling, door de decaan en/of de voorzitter van de ORE, tussen de studenten en de betrokken docent. Situaties die via bemiddeling niet opgelost raken, worden besproken in de ORE en kunnen leiden tot programmawijzigingen.

De studietijd in de masteropleiding is, zo blijkt uit het zelfevaluatierapport, evenwichtig verdeeld over beide semesters en ligt binnen de begrote norm van 1500 tot 1800 uren voor 60 studiepunten. Bij de masterstudenten waar ze mee gesproken heeft, noteerde de commissie geen opmerkingen over de studietijd en studeerbaarheid. Op basis van die informatie concludeert de commissie dan ook dat de werkelijke studietijd aansluit bij de norm van 60 studiepunten per jaar en dat de opleiding studeerbaar is.

De commissie beoordeelt het facet 'Studietijd' als goed.

Facet 2.6. Afstemming tussen vormgeving en inhoud

De Vrije Universiteit Brussel heeft een centraal didactisch concept uitgewerkt onder de noemer 'competentieverricht leren in flexibel onderwijs'. Het is een studiegerichte, activerende benadering met accenten op het leren zelfstandig leren en kritisch omgaan met kennis. Competentieverricht leren vraagt, zo stelt de VUB-visie, om functionele didactische werkvormen, d.w.z. aansluitend bij de doelstellingen en eindtermen en bij de verschillende leerstijlen van de studenten. De commissie meent dat dit didactisch concept in de doelstellingen van de opleiding goed tot uiting komt en goed is uitgewerkt in de diverse opleidingsonderdelen. In het profiel 'meten, modelleren en simuleren', bijvoorbeeld, bestaat elk opleidingsonderdeel uit een gedeelte theorie, gevolgd door een gedeelte 'eigen werk' waar de studenten nieuwe competenties zelf dienen aan te leren.

De diversiteit aan werkvormen is groot: hoorcolleges, begeleide oefeningen, seminars, practica, projectwerk, zelfstudie, eventuele stage, masterproef en bedrijfsbezoeken. Bij een aantal opleidingsonderdelen wordt aan 'team teaching' en 'teaching-by-peers' gedaan. Als de gelegenheid zich voordoet, laten de docenten de studenten deelnemen aan wetenschappelijke symposia. De gebruikte werkvormen zijn volgens de commissie goed in overeenstemming met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen. De kleine studentenaantallen hebben ook het voordeel dat het onderwijs erg interactief verloopt.

Het leerplatform PointCarré biedt verschillende functies aan maar wordt in de opleiding vooral als informatiekanaal gebruikt. Voor de meeste opleidingsonderdelen zijn collegedictaten, syllabi en/of handleidingen beschikbaar, al dan niet ondersteund door Engelstalige referentiewerken. In vele werkcolleges wordt gebruik gemaakt van softwaretools als Matlab en LabView. Het gebruik van CAD software laat toe om de ontwerpvaardigheden aan te scherpen en wordt op alle ICT-niveaus van de opleiding ingezet. De commissie acht de kwaliteit van de onderwijs- en leermiddelen in orde al heeft ze wel geconstateerd dat de Power Point presentaties en het handgeschreven cursusmateriaal van sommige opleidingsonderdelen nogal rommelig zijn. Ze adviseert dan ook om aan het cursusmateriaal de nodige zorg te besteden.

De commissie beoordeelt het facet 'Afstemming tussen vormgeving en inhoud' als goed.

Facet 2.7. Beoordeling en toetsing

De examens worden in twee zittingen georganiseerd. In de eerste periode worden de examens per semester georganiseerd. Ze vinden plaats in januari-februari en mei-juni. Herkansing is mogelijk in de tweede examenperiode die in augustus-september valt. De examenroosters worden opgesteld door een afgevaardigde van de studenten in overleg met de docenten en met ondersteuning van het faculteitssecretariaat. De examenregelingen per individueel opleidingsonderdeel worden in de opleidingsonderdeelfiches opgenomen en met de studenten besproken zowel tijdens de eerste als tijdens de laatste contacturen.

Over de hoorcolleges wordt bijna altijd mondeling ondervraagd tijdens de periodegebonden evaluaties. Bij begeleide oefeningen, practica en werkcolleges gebeurt de beoordeling op basis van schriftelijke individuele of groepsverslagen, soms aangevuld met een individuele mondelinge bevraging tijdens de periodegebonden examens. Soms wordt ook een schriftelijk examen of een mondelinge presentatie ingericht tijdens de laatste sessie van een werkcollege. De commissie meent op basis van de opleidingsonderdeelfiches en de examenvragen die ze kon inkijken dat de examenvormen gericht zijn op het toetsen van de realisatie van de leerdoelen.

De kwaliteitsbewaking gebeurt a posteriori, via de elektronische opleidingsonderdelenevaluaties (zie *onderwerp 5*). Voor specifieke problemen kunnen de studenten terecht bij de ORE. In geval van conflict kunnen ze zich wenden tot de facultaire of universitaire ombudspersoon.

De commissie is van mening dat evaluaties op een transparante wijze verlopen. De studenten zijn vertrouwd met de exameneisen. De examens zijn representatief voor de leerstof en de quoterings is in orde.

De commissie beoordeelt het facet 'Beoordeling en toetsing' als goed.

Facet 2.8. De masterproef

De masterproef is 24 studiepunten waard en voldoet daarmee aan de decretale eisen ter zake. De studenten kiezen een onderwerp in de loop van het tweede semester en vatten de werkzaamheden in het begin van het derde semester aan. Ze dienen in de masterproef hun verworven kennis en vaardigheden aan te tonen door zelfstandig een onderzoeksproject met een originele wetenschappelijke inhoud op te zetten en tot een goed einde te brengen. De meeste studenten verdedigen hun eindwerk in de eerste zitting, een doel dat door de opleiding wordt nagestreefd.

De vakgroepen maken de onderwerpen voor de masterproeven ad valvas, via de website en via informatiesessies bekend. Ze houden vaak verband met de industriële projecten van de professoren, en het (doctoraats)onderzoek van de bursalen en de assistenten. Bedrijven die regelmatige contacten onderhouden met onderzoeksgroepen stellen eveneens lijsten voor.

De promotor verplicht zich ertoe de student regelmatig te begeleiden en van de student wordt verwacht dat hij zijn promotor regelmatig inlicht over de stand van zijn onderzoek. Bij de aanvang van de masterproef wordt een voorlopig werkplan en tijdschema opgesteld. De dagelijkse begeleiding wordt meestal verzekerd door de assistent of onderzoeker wiens onderzoek het dichtst bij het onderwerp van de masterproef aanleunt. Ook worden seminaries ingericht waarop de studenten hun vorderingen toelichten en waarop richting gegeven wordt voor verder onderzoek. Het is tevens gebruikelijk om een proefverdediging te organiseren kort voor de mondelinge verdediging op het einde van het academiejaar.

De beoordeling van de masterproef gebeurt door een jury die, buiten de promotor en de eventuele begeleider(s), doorgaans bestaat uit één of twee leden van het AP. Indien er een externe partner is, maakt die ook deel uit van de jury. Alle jury's worden voorgezeten door hetzelfde ZAP-lid van de opleiding en dit om de objectiviteit van de beoordeling te waarborgen. Er is steeds een publieke verdediging die bestaat uit een voordracht gevolgd door een wetenschappelijke discussie. Masterproeven die in het kader van een Erasmusuitwisseling in het buitenland zijn uitgevoerd,

worden aan de VUB verdedigd en beoordeeld. De masterproef wordt beoordeeld op de technisch-wetenschappelijke inhoud, de persoonlijke inzet tijdens het jaar, de schriftelijke presentatie en de mondelinge verdediging.

De commissie heeft een aantal masterproeven doorgenomen en meent dat ze van een hoog wetenschappelijk niveau zijn. Ze weerspiegelen het analytisch en probleemoplossend vermogen van de studenten. De studenten worden goed geïnformeerd over de onderwerpen. De begeleiding is in orde, zonder dat de studenten te veel bij het handje worden genomen en de beoordeling is correct en transparant.

Gezien het belang van het Engels als taal van de wetenschap, zoals ook erkend in de doelstellingen, beveelt de commissie aan om er naar te streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten gebeuren en de proef ook in het Engels te laten schrijven. Ten slotte is de commissie er voorstander van dat experimentele masterproeven tot in een prototypefase gebracht kunnen worden. Om dit mogelijk te maken, dient de klemtoon op de masterproef niet alleen in het vierde semester te liggen maar moet ook het derde semester al goed benut worden. De commissie vraagt dan ook om hier de nodige aandacht aan te besteden.

De commissie beoordeelt het facet 'Masterproef' als goed .

Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden

De instroom in de opleiding vindt voornamelijk plaats vanuit de bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie. De studenten die uit deze opleiding komen, stromen probleemloos in de masteropleiding in. Daarnaast kent de opleiding een belangrijke zij-instroom (15 %) van masters in de industriële wetenschappen: elektronica en informatietechnologie. Om tekorten in de wiskundige vooropleiding bij deze studenten weg te werken, worden een aantal keuze-opleidingsonderdelen uit het programma vervangen door wiskundige opleidingsonderdelen. Omdat deze wiskunde-opleidingsonderdelen doorgaans als zwaar worden ervaren, worden ze gespreid over drie semesters om de slaagkansen te verhogen. Of deze maatregelen werken, blijkt vooralsnog niet uit de slaagcijfers, meent de commissie. De globale slaagcijfers (*zie onderwerp 6*) acht de commissie voor een masteropleiding aan de lage kant en ze vraagt zich af of de zij-instromers het cijfer naar omlaag halen. De opleidingsverantwoordelijken zouden het studierendement moeten analyseren en, indien nodig, hun aanpak bijsturen.

Voorts hebben de opleidingsverantwoordelijken verkorte programma's uitgewerkt die, afhankelijk van de vooropleiding, 60, 80 of 120 studiepunten omvatten maar in de praktijk weinig aangevraagd worden. Toelating op basis van een individueel dossier is eveneens mogelijk en wordt beoordeeld door de ORE.

De commissie beoordeelt het facet 'Toelatingsvoorwaarden' als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 2: Programma

De commissie beoordeelt alle facetten als goed. Het onderwerp 'Programma' krijgt bijgevolg ook een positieve beoordeling.

Onderwerp 3 Inzet van personeel

Het onderwijs in de masteropleiding wordt hoofdzakelijk verzorgd door de vakgroepen ELEC (Algemene Elektriciteit en Instrumentatie) en ETRO (Elektronica en Informatica) van de FirW. Daarnaast levert de vakgroep TONA (Toegepaste Natuurkunde en Fotonica), eveneens van de FirW, een aanzienlijke bijdrage (20%) voor het profiel 'fotonica'.

Door de faculteit werd in 2004 een meerjarenplan opgemaakt voor de personeelsbehoeften in de verschillende opleidingen. Het plan werd in 2008 geactualiseerd en geldt tot 2014. Het stoelt voor tweederde op de onderwijslast van de vakgroepen en voor een derde op de onderzoeksoutput.

Vacatures voor het ZAP worden gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad en (inter)nationaal verspreid. Voor de beoordeling van de kandidaten stelt de faculteitsraad een gelegenheidscommissie samen. Op basis van een aantal indicatoren gaat de commissie na over welke onderwijs-, onderzoeks- en praktische ervaring de kandidaten beschikken. De kandidaten waarover geen onderwijsbeoordelingen beschikbaar zijn, worden verzocht een publiek proefcollege te geven. Het verslag van de commissie gaat naar de faculteitsraad die op haar beurt een voorstel doet aan het universiteitsbestuur dat de uiteindelijke beslissing neemt.

De evaluatie van de ZAP-leden gebeurt in de regel vijfjaarlijks en is gebaseerd op onderwijs, onderzoek, wetenschappelijke dienstverlening en logistieke activiteiten. Bij een negatieve evaluatie wordt een remediëeringsplan opgelegd en volgt een nieuwe evaluatie na twee jaar. Twee opeenvolgende negatieve evaluaties kunnen leiden tot ontslag. De procedure voor de bevordering van ZAP-leden is analoog met de evaluatieprocedure.

AAP-leden worden aangesteld op basis van de gevolgde opleiding en de behaalde studieresultaten. Ze worden aangesteld voor een periode van twee jaar, die twee keer verlengd kan worden. Doctor-assistenten worden aangesteld voor een termijn van drie jaar, die eenmaal hernieuwbaar is. AAP-leden dienen 60 procent van hun tijd aan onderzoek te besteden en 40 procent aan onderwijs.

De aanstelling van bursalen (BAP) gebeurt op basis van competitieve selecties door de subsidiërende instellingen of op voorstel van de promotor van het onderzoek. Bij deze evaluaties speelt het onderzoeksaspect de belangrijkste rol. De inzet van deze onderzoekers in het onderwijs is reglementair beperkt.

De Vrije Universiteit Brussel biedt haar lesgevers de mogelijkheid om onderwijskundige trainingen te volgen, gaande van workshops en cursussen tot het jaarlijks 'meerdere residentieel seminarie onderwijsprofessionalisering'. De meeste AP-leden van de opleiding hebben deelgenomen aan één of meerdere workshops.

Facet 3.1. Kwaliteit van het personeel

De vakdeskundigheid van de lesgevers is zeer goed meent de commissie en is ook gegarandeerd doordat de opleidingsonderdelen toegewezen worden aan lesgevers die onderzoek doen dat aansluit bij de onderwijsinhoud. Over de didactische kwaliteiten van de lesgevers zijn de studenten over het algemeen tevreden, zo bleek uit de gesprekken. De studenten hadden vooral lof voor de inzet en het enthousiasme van de assistenten. Bij de ZAP'ers zijn er lesgevers die wat meer aandacht aan hun onderwijs mogen besteden, concludeerde de commissie uit diezelfde gesprekken. Op onderwijskundig vlak zijn er de centrale trainingen die worden aangeboden maar de commissie meent dat er op dit vlak nog vooruitgang kan worden geboekt. Ze denkt bijvoorbeeld aan het inzetten van e-learning (bv. serious gaming, etc.) in de opleiding. Een forum waar docenten onderwijsideeën zouden kunnen uitwisselen zou al een stap in de goede richting kunnen zijn.

De vakgroepen staan in voor de personele en logistieke ondersteuning van de opleidingsonderdelen die aan hen zijn toegewezen. De FirW hanteert de regel dat assistenten niet aan één opleidingsonderdeel of ZAP-lid worden toegekend maar wel aan de vakgroep. Hierdoor kan de BAP- en AAP-begeleiding meer evenredig verdeeld worden over de practica. Daarnaast geldt dat bursalen 10 procent van hun tijd besteden aan onderwijs tegenover de eerder vermelde 40 procent van de assistenten. Nieuwe ZAP-leden worden in de eerste drie jaren van hun aanstelling ook niet te zwaar belast met onderwijs- en facultaire taken. Dit moet hen in de gelegenheid stellen om optimaal hun onderzoeksprofiel uit te bouwen. Het gevoerde personeelsbeleid wordt gewaardeerd, stelde de commissie vast. Nieuwe assistenten en bursalen voelen zich in hun onderwijstaken ook goed ondersteund door hun meer ervaren collega's en ZAP'ers.

In het kader van het verbeterperspectief is de commissie van mening dat aan de internationalisering van het academisch korps aan de VUB nog meer aandacht mag besteed worden, onder meer via het opnemen van sabbaticals. Daarnaast viel het de commissie op dat vele ZAP-leden uit de eigen rangen komen. Ze vraagt de universiteit om hier via hun aanwervingspolitiek verandering in te brengen. Vacatures zouden breder internationaal geadverteerd moeten worden en de selectiecommissies zouden een internationaal karakter moeten hebben.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwaliteit van het personeel' als goed.

Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid

De kwaliteit van het onderzoek van de vakgroepen die bij de masteropleiding Elektronica en Informatietechnologie betrokken zijn, is zeer goed vindt de commissie. Ze concludeert dit op basis van de onderzoeksgegevens die in het zelfevaluatie-rapport opgenomen zijn. Binnen het personeel is er een dekkende waaier aan relevante specialisaties aanwezig. De meeste AP-leden besteden een belangrijk deel van hun tijd aan onderzoek dat (on)rechtstreeks wordt gesteund of opgevolgd door de industrie. Via hun contacten met de industriële partners kunnen de betrokkenen zich dan ook een goed beeld vormen van de werkomgeving waarin hun alumni terechtkomen. De rechtstreekse 'input' vanuit het beroepenveld mag naar de mening van de commissie opgedreven worden. Nu zijn er slechts enkele industriëlen uit spin-offs als deeltijds ZAP-er bij het onderwijs betrokken.

De commissie beoordeelt het facet 'Professionele en academische gerichtheid' als goed.

Facet 3.3. Kwantiteit van het personeel

De vakgroepen ELEC en ETRO zijn de kernvakgroepen die de opleiding (basiscurriculum plus vijf profielen) ondersteunen voor 70 tot 80%. Samen tellen deze vakgroepen 24 ZAP-leden, 11 AAP-leden, 109 BAP-leden en 7 ATP-leden. Op 1 oktober 2009 waren er in de masteropleiding 15 studenten ingeschreven. Dit geeft een student/ZAP-ratio van 0.6. Deze ratio houdt evenwel geen rekening met het serviceonderwijs dat de vakgroepen leveren: opleidingsonderdelen worden ook gevolgd door studenten uit andere richtingen en ZAP-leden geven ook les in andere richtingen.

De omvang van het personeelsbestand is, zeker gezien de lage studentenaantallen, goed maar mag niet verminderd worden, ook niet bij samenwerking met andere instellingen (zie *onderwerp 5*), meent de commissie. Er blijft immers een kritische massa nodig om een opleiding te organiseren. De onderwijsbelasting van de AP-leden is volgens de commissie in orde. De commissie vindt wel dat de omkadering van de opleiding met technisch personeel beperkt is.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwantiteit van het personeel' als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 3: Inzet van personeel

De commissie beoordeelt de facetten 'Kwaliteit van het personeel', 'Professionele en academische gerichtheid van het personeel' en 'Kwantiteit van het personeel' als positief. Ze heeft bijgevolg ook een positief oordeel over het onderwerp 'Inzet van personeel'.

Onderwerp 4 Voorzieningen

Facet 4.1. Materiële voorzieningen

De studenten krijgen hoorcolleges en practica op de campus Etterbeek, hoofdzakelijk in de gebouwen K,F,G,D, en E. De les- en PC-lokalen zijn modern uitgerust, stelde de commissie ter plekke vast. Voor vele practica, projecten en voor de masterproef maken de studenten gebruik van de onderzoeksinfrastructuur van de vakgroepen. De vakgroepen beschikken daarnaast over eigen kleine seminarielokalen, bestemd om les te geven aan kleine groepen studenten. De studenten kunnen er tevens terecht voor practica en voor hun masterproef. De commissie vindt dat de opleiding goed is uitgerust met onderzoeks- en onderwijsinfrastructuur.

De bibliotheekvoorzieningen zijn eveneens in orde. De bibliotheek van de FirW is ondergebracht in de centrale bibliotheek op de campus. De vakgroepen beschikken over eigen bibliotheken met zowel didactische als gespecialiseerde boeken en tijdschriften. Alle tijdschriften en boeken zijn opgenomen in de algemene catalogus en kunnen elektronisch opgezocht worden. De studenten maken veelal gebruik van het elektronische gedeelte van de centrale bibliotheek en van de vakgroepbibliotheken. Om te studeren zijn er de seminarie- en leeszalen van de centrale bibliotheek en de computerzalen wanneer die lesvrij zijn.

De commissie beoordeelt het facet 'Materiële voorzieningen' als goed.

Facet 4.2. Studiebegeleiding

Met het oog op de keuze van een afstudeerrichting in de bacheloropleiding en de erop aansluitende masteropleiding organiseert de FirW een 'keuzedag' in het tweede bachelorjaar waarop de programma's worden toegelicht. Sprekers uit de industrie informeren de studenten over de taken en toekomstmogelijkheden van ingenieurs en stellen hun bedrijf voor. Daarnaast helpen de technologieprojecten in het tweede bachelorjaar, waarin de vier afstudeerrichtingen aan bod komen, de studenten bij het maken van hun keuze. Voor industrieel ingenieurs heeft de faculteit een informatiecampagne uitgewerkt waarbij alle hogescholen worden geïnformeerd over de (overgangs)programma's die de FirW voor deze doelgroep heeft uitgewerkt. Voor 'verticale' instromers die niet rechtstreeks toegelaten zijn en voor 'horizontale' instromers is er de facultaire studietrajectbegeleider. Deze volgen de toelating en het geïndividualiseerde traject (bij horizontale instroom) op in overleg met de ORE. Daarnaast stelde de commissie vast dat het contact tussen de studenten en de lesgevers echt laagdrempelig is.

De commissie beoordeelt het facet 'Studiebegeleiding' als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 4: Voorzieningen

Vermits de commissie de facetten ‘Materiële voorzieningen’ en ‘Studiebegeleiding’ als positief beoordeelt, evalueert zij het onderwerp ‘Voorzieningen’ bijgevolg ook als positief.

Onderwerp 5 Interne kwaliteitszorg

Het zelfevaluatierapport vermeldt dat interne kwaliteitszorg een prioriteit is voor de VUB. Vanuit de academische commissie Kwaliteitszorg, waarin elke faculteit wordt vertegenwoordigd en waarin ook een student van de centrale onderwijsraad is afgevaardigd, wordt permanent gewaakt over de kwaliteit van het onderwijs.

Het dagelijkse beheer is op centraal niveau in handen van de cel Kwaliteitszorg en Accreditatie van het vice-rectoraat onderwijs. De cel staat in voor het beleidsvoorbereidende werk, de coördinatie, de opvolging en de administratie van alle activiteiten en initiatieven rond kwaliteitszorg, zowel intern als extern, en accreditatie.

De kwaliteitszorg binnen de opleidingen berust, opwaarts in hiërarchische lijn, op de assistenten en docenten, de opleidingsraden en de vakgroepen, de facultaire onderwijscommissie en de faculteitsraad. Vanuit de opleidingsraden en vakgroepen vertrekken voorstellen tot opleidingsaanpassingen. De voorstellen dienen de goedkeuring te krijgen van achtereenvolgens de facultaire onderwijscommissie, de faculteitsraad en de centrale onderwijsraad om uiteindelijk op het bestuurscollege goedgekeurd te worden. In alle raden en commissies zetelen, naast ZAP-leden, ook AAP-leden, bursalen en studenten.

Facet 5.1. Evaluatie resultaten

Aan de VUB worden alle studenten na elk semester uitgenodigd om deel te nemen aan een elektronische evaluatie van hun opleiding en hun docenten. De studenten wordt gevraagd om per opleidingsonderdeel een aantal deelaspecten – waaronder de studietijdervaring – te beoordelen op een negenpuntsschaal. De evaluatie is gericht op probleemdetectie en op het berekenen van tevredenheidscoëfficiënten voor elk opleidingsonderdeel en voor de globale opleiding. Bij de enquête horen twee ‘subenquêtes’ die slechts één keer, op het einde van het tweede semester, aan de studenten worden voorgelegd. De subenquête ‘opleiding’ focust zich onder andere op competentieverwerving, samenhang van de opleiding, keuzeaanbod, en de verhouding theorie en praktijk. De subenquête ‘opleidingsfaciliteiten’ richt zich op de context van de opleiding en op de dienstverlening door een aantal instanties met als doel een beeld te krijgen over de omstandigheden waarin de opleiding functioneert. De centrale dienst Kwaliteitszorg en Accreditatie archiveert en beheert al de ingezamelde data. De decaan krijgt alle individuele en globale resultaten en bij hem ligt het initiatief voor opvolging en eventuele remediëring. De opleidingsvoorzitter krijgt alleen de globale resultaten voor de opleiding. Die resultaten worden besproken in de

opleidingsraad in aanwezigheid van de studentenafgevaardigden. De globale gegevens voor het opleidingsjaar en de persoonsgebonden resultaten per docent worden aan de betrokken docenten bezorgd. De persoonsgebonden resultaten belanden in het academisch dossier van de lesgever.

De commissie meent dat de instrumenten en fora aanwezig zijn om het kwaliteitszorgbeleid vorm te geven. Het enquêtesysteem wordt voortdurend bijgestuurd en de opvolging van de evaluaties wordt ernstig genomen. De participatiegraad van de ingenieursstudenten ligt boven de 50%, wat vrij hoog is, en de universiteit stimuleert de studenten ook telkens om aan de evaluaties deel te nemen. Via een resultaten-site informeert de VUB de studenten over de globale resultaten van de evaluaties, wat de commissie apprecieert.

De commissie stelt daarnaast vast dat door de kleinschaligheid van de opleiding ook het informele circuit een belangrijke plaats inneemt bij de aanpak van problemen.

De commissie beoordeelt het facet 'Evaluatie van de resultaten' als goed.

Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering

De commissie concludeert dat met de uitkomsten van de studentenevaluaties rekening wordt gehouden. De commissie stelt vast dat het zelfevaluatierapport de aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie niet expliciet bespreekt al heeft ze wel de indruk dat aan de meeste aanbevelingen gevolg is gegeven. Het uitbouwen van een aantrekkelijke stage blijft evenwel een werkpunt.

De vorige visitatiecommissie heeft ook aanbevolen om in het algemene onderwijsprofiel meer aandacht te geven aan de wereld buiten de Elektrotechniek en aan de positie van de Elektrotechniek in de maatschappij. In het zelf-evaluatierapport is geen specifieke opvolging van dit punt, wel wordt er gesproken over de eenzijdige focus op de technische kant van het ingenieursberoep:

Onze ingenieursopleiding krijgt vaak het verwijt, zowel van de studenten als van het beroepenveld, dat ze te eenzijdig voorbereidt op de technische kant van het ingenieursberoep en te weinig aandacht heeft voor de managementaspecten er van. En dat terwijl vele burgerlijke ingenieurs, na een inlooperperiode, zich uiteindelijk bezighouden met het beleid van hun bedrijf. Dit verwijt is ons inziens niet gerechtvaardigd: ook in de huidige programma's krijgen studenten een basis in bedrijfskunde en kunnen ze, in Maz, keuzevakken over management kiezen. Desondanks zal er in de toekomst, in samenwerking met de handelsschool Solvay van de Faculteit Economische wetenschappen meer aandacht besteed worden aan technologisch ondernemen. Vanaf 2010-2011 wordt immers bij de handelsingenieurs het profiel "Technologisch ondernemen" ('entrepreneurship') ingevoerd. Ook onze EIT studenten krijgen de mogelijkheid daaruit vakken te volgen.

Dit lijkt het dichtst bij een opvolging van deze aanbeveling te komen, maar is volgens de commissie te eng gefocust op economie- en managementaspecten, terwijl de aanbeveling naar de mening van de commissie beter breder kan worden geïnterpreteerd. Volgens de commissie verwees de vorige visitatiecommissie naar het

koppelen van de opleidingsonderdelen met de praktijk in de wereld en maatschappij buiten de universiteit in de brede zin. Dit kan op allerlei manieren worden gerealiseerd, zoals bijvoorbeeld door het inzetten van deeltijd-ZAP'ers uit de (industriële) praktijk die in colleges en bij de begeleiding van studenten kunnen zorgen voor het relateren van specifieke studieonderdelen aan de praktijk buiten de universiteit, inclusief ethische en maatschappelijke consequenties (denk bijvoorbeeld aan BP en het olielek). Dit resulteert volgens de commissie in een veel betere reflectie over het vakgebied dan alleen het toevoegen van economie en managementaspecten aan de opleiding.

De faculteit en de opleidingsverantwoordelijken hebben grondig gereflecteerd over en ingespeeld op de uitdagingen van de voorbije jaren, zijnde de invoering van de bachelor-masterstructuur en de veranderende industriële context, meent de commissie. Een heikel punt blijft de beperkte studenteninstroom en de eraan gekoppelde financieringsproblematiek die de opleiding kwetsbaar maken. Om het voortbestaan te garanderen, is de VUB van plan om vanaf 2012 samen met haar Franstalige zusteruniversiteit ULB, die op de naburige campus resideert, de masteropleiding te organiseren. Binnen deze samenwerking zullen zoveel mogelijk opleidingsonderdelen in het Engels worden aangeboden om de (inter)nationale aantrekkelijkheid van de opleiding te verhogen. De samenwerking zal eveneens leiden tot een efficiënter gebruik van de infrastructuur. De commissie steunt dit samenwerkingsinitiatief ten volle. Ze wenst wel te herhalen (*zie onderwerp 3*) dat deze operatie geen negatief effect mag hebben op het personeelsbestand.

Het zelfevaluatie rapport vond de commissie met betrekking tot sommige thema's erg summier, met name de Onderwerpen Kwaliteitszorg en Onderwijsrendement zijn weinig uitgewerkt. De gesprekken vormden er evenwel een goede aanvulling op en leidden tot een helder beeld over de opleiding.

De commissie beoordeelt het facet 'Maatregelen tot verbetering' als voldoende.

Facet 5.3. Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en beroepenveld

De commissie is van oordeel dat de studenten en het personeel goed betrokken worden bij de interne kwaliteitszorg. Ze zijn vertegenwoordigd in alle raden en commissies die binnen de FirW over onderwijsmateries gaan en hebben een goede inspraak bij besluitvorming, programmavernieuwingen en onderwijsbeoordelingen.

De studenten leveren in de eerste plaats een constructieve bijdrage via de onderwijsbeoordelingen, waarvan de resultaten worden besproken in de opleidingsraad. De commissie heeft tijdens haar bezoek bovendien vastgesteld dat de studenten hun vertegenwoordigers goed kennen en dat de communicatielijnen tussen studenten en lesgevers in het algemeen kort zijn.

De contacten met de alumni en het beroepenveld mogen naar de mening van de commissie geïntensiveerd worden. Ze suggereert om een klankbordgroep op te richten die op regelmatige basis reflecteert over de opleiding.

De commissie beoordeelt het facet 'Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en beroepenveld' als voldoende.

Algemene conclusie bij onderwerp 5: Interne kwaliteitszorg

Vermits de commissie de facetten 'Evaluatie van de resultaten', 'Maatregelen tot verbetering' en 'Betrokkenheid studenten, personeel, alumni en beroepenveld' als positief beoordeelt, evalueert zij het onderwerp 'Interne kwaliteitszorg' eveneens als positief.

Onderwerp 6 Resultaten

Facet 6.1. Gerealiseerd niveau

De commissie is van mening dat de masteropleiding haar doelstellingen zeer goed weet te realiseren. Dit blijkt uit de hoge kwaliteit van de examens en van de masterproeven. De alumni waar de commissie mee heeft gesproken, waren erg tevreden over de genoten opleiding. Ook de alumni-enquête, die de afgestudeerden van de laatste tien jaar bevroeg, leverde eenzelfde beeld op. De alumni waarderen de breedte van de opleiding, het analytisch inzicht en het kritisch vermogen dat de opleiding hen bijbracht. De opleiding besteedt volgens hen ook voldoende aandacht aan groepswork, mondelinge en schriftelijke communicatie, en aan organisatorische vaardigheden.

Meer aandacht mag er volgens de helft van de ondervraagde alumni gaan naar economische bagage en Franse taalvaardigheid.

De commissie meent dat de opleiding afgestudeerden van goede kwaliteit aflevert. De afgestudeerden vinden snel een baan, voornamelijk in industrie of onderzoek. Vertegenwoordigers van het beroepenveld, die in functie van de visitatie zijn bevraagd, drukken hun waardering uit voor de afgestudeerden van de opleiding.

De internationale studentenmobiliteit is vrij hoog, meent de commissie. Vooral de buitenlandse stages zijn populair: ongeveer de helft van de studenten tekent erop in. Het Erasmusprogramma is minder in trek en zou dus nog meer gestimuleerd mogen worden.

De commissie beoordeelt het facet 'Gerealiseerd niveau' als goed.

Facet 6.2. Onderwijsrendement

In de masteropleiding was het gemiddelde slaagpercentage in de periode 1999-2007 84% voor het eerste en 75% voor het tweede masterjaar . Gezien de hoge slaagcijfers en het vrijwel ontbreken van studie-uitval wordt er geen formeel onderzoek gedaan naar de oorzaken van niet-slagen of studie-uitval, meldt het zelfevaluatierapport. Elk geval van niet-slagen of studie-uitval wordt wel individueel bekeken. De commissie is van mening dat de slaagcijfers voor het tweede jaar in vergelijking met de andere Elektrotechniekopleidingen aan de lage kant zijn. Zoals reeds aangehaald in facet 2.9. vindt de commissie dat een analyse zich opdringt.

Van de afgestudeerden behaalt 85 procent het masterdiploma in de voorziene bachelor-masterstudieduur van 5 jaar. Ongeveer 11 procent doet er één jaar meer over en de overigen studeerden zeven jaar.

De commissie beoordeelt het facet 'Onderwijsrendement' als voldoende.

Algemene conclusie bij onderwerp 6: Resultaten

De commissie beoordeelt de facetten 'Gerealiseerd niveau' en 'Onderwijsrendement' als positief. Het onderwerp 'Resultaten' krijgt dus ook een positieve beoordeling.

Integraal oordeel van de visitatiecommissie

De commissie meent, zonder enige twijfel, dat er binnen de masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie aan de Vrije Universiteit Brussel voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

In het kader van het verbeterperspectief formuleert de commissie de volgende suggesties:

De commissie heeft volgende suggesties geformuleerd in het kader van het verbeterperspectief:

- de contacten met het beroepenveld intensiveren via een industriële klankbordgroep die op geregelde basis reflecteert over de opleiding;
- aan het cursusmateriaal de nodige zorg besteden;
- meer reflecteren over onderwijskundige vernieuwingen (e-learning,...), bijvoorbeeld via een forum waarop onderwijsideeën kunnen uitgewisseld worden;
- de kwaliteit van de stages beter bewaken;
- de Erasmusuitwisselingen meer stimuleren;
- er naar streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten gebeuren en de masterproef ook in het Engels te laten schrijven;
- het studierendement analyseren;
- meer aandacht besteden aan de internationalisering van het docentenkorps.

Als slot wenst de commissie te beklemtonen dat ze de geplande samenwerking met de ULB broodnodig acht voor de leefbaarheid van de opleiding maar dat dit gezinszins een vermindering van het academisch personeelsbestand mag inhouden.

IV



Universiteit Gent - Vrije Universiteit Brussel
Master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica
Master of Photonics Science and Engineering
Erasmus Mundus Master of Science in Photonics

Introduction

In this report the visitation panel (from now on the panel) presents its findings about the following programs: the master in de Ingenieurswetenschappen Fotonica (master Fotonica), the master of Photonics Science and Engineering (master Photonics), and the Erasmus Mundus Master of Science in Photonics (EM master Photonics). These master programs are organized by the faculties of Engineering Science of the Universiteit Gent (UGent) and the Vrije Universiteit Brussel (VUB). The panel Electrotechnical Engineering visited the programs from the 22th of February till the 24th of February 2010.

The master Fotonica is a Dutch-taught joint program offered by UGent and VUB, leading to a joint degree from both institutions.

The master Photonics is the English-taught version of the master Fotonica and is also a joint program offered by UGent and VUB, leading to a joint degree from both institutions.

The EM master Photonics is an international program offered by a consortium of five universities in the context of the Erasmus Mundus program of the European Union:

- UGent, Belgium
- VUB, Belgium
- Royal Institute of Technology (KTH), Sweden
- St-Andrews University, United Kingdom
- Heriot-Watt University, United Kingdom

The EM master Photonics leads to a double degree: each graduating student receives two degrees depending on the mobility track chosen. Students who have

studied at UGent and/or VUB receive the joint UGent-VUB degree Erasmus Mundus Master of Science in Photonics. Students who have studied in KTH receive the degree of Master of Science with a major in Photonics. Students who have studied at St-Andrews and/or Heriot-Watt receive the joint degree MSc Erasmus Mundus Masters in Photonics.

The UGent/VUB Program Board deals with all aspects of the Master Fotonica and the Master Photonics as well as with the implementational details of the EM Master Photonics at UGent and VUB. The Program Advisory Group (PAG) of the EM Master Photonics is the main governing body for the international master.

In the context of the Bachelor-Master reform, the UGent and the VUB started discussions to found a joint master program in photonics. Both the UGent and the VUB were building upon experience as they were offering the specializations Micro-electronics and Opto-electronics (UGent) and Photonics (VUB) in the regular curriculum leading to the degree of 'Burgerlijk Elektrotechnisch Ingenieur'. Between 2004 and 2007, this joint program was implemented to a large extent and tested as an option under the classical degrees 'Burgerlijk Elektrotechnisch Ingenieur' and 'Burgerlijk Natuurkundig Ingenieur', leading still to separate degrees at both universities. From 2007 onwards the new program Master Fotonica was launched as a proper joint master program. Already one year earlier, from 2006 onwards, the international Erasmus Mundus version of this master was set up after a successful application procedure for an Erasmus Mundus program of the European Union. During the academic-year 2008-2009 the UGent and the VUB decided to add an English-taught version of the master Fotonica named master Photonics. This adapted program is implemented from the academic year 2009-2010 onwards and includes compulsory mobility (3 semesters at UGent and one at VUB or vice versa). Given the Flemish legislation regarding the organization of higher education the Dutch-taught master Fotonica will continue to exist so that Dutch-speaking students have the choice between a Dutch-taught program and an English-taught program.

The panel obtained a clear view of the three programs enlisted above. The panel's findings are based on the self-evaluation report, the different meetings held during the in situ visit, the visits of the facilities, the consultation of the master's theses, study materials and examination examples and numerous other documents.

The findings of the panel count for all master programs unless mentioned otherwise. The panel has also, at the end of this report, formulated some recommendations for further improvement. One will find these recommendations also in each corresponding aspect.

Because two of the three programs are English-taught and because one of them involves international partners, the report is written in English.

Theme 1 Objectives

The self-evaluation report enlists the following learning outcomes (or program objectives) for all three of the master programs:

Knowledge oriented competence

- Master and apply advanced knowledge in the own field of engineering in case of complex problems;
- Apply Computer Aided Engineering (CAE) tools and sophisticated calculation- and communication-instruments in a creative and target-oriented way;
- Specify, design and test complex photonic components and systems;
- Understand and apply the properties of the most important optical materials;
- Thoroughly understand and apply several areas of specialization (to be chosen by the student) in the field of photonics;
- Be familiar with the basic elements of another master discipline which is relevant in combination with photonics;
- Be acquainted with the recent innovation trends in the domain of photonics;
- Have knowledge of the most important application areas of photonic materials, components and systems;
- Understand non-optical aspects of photonic systems, in particular electronic, mechanical and thermal aspects;
- Have insight in the most important fabrication methods for photonic components and systems;
- Have an elementary knowledge of the Dutch language (only for the EM Master Photonics).

Scientific competence

- Analyse complex problems and convert them into scientific questions;
- Perform research by means of scientific literature;
- Select and apply the proper models, methods and techniques;
- Develop and validate mathematical methods and models;
- Analyse own results and results of others in an objective manner;
- Perform scientific research in the field of photonics at a starter's level;
- Have an insight in the main evolutions of fundamental research in the field of photonics;
- Understand the context of technical or scientific papers in the field of photonics and further investigate unclear parts independently.

Intellectual competence

- Take up independent positions about complex situations and be able to defend this point of view;
- Use own knowledge in a creative, target-oriented and innovative way when it comes to re-research, conceptual design and production;
- Reflect on own way of thinking and acting and be aware of the own expertise;
- Be aware of ongoing evolutions in the field of interest, improve competence to expert level;
- Flexibility to adapt to changing professional circumstances;
- Exhibit eagerness to learn about fundamental scientific and technical fields which are closely related to photonics;
- Adapt flexibly to diverse European academic cultures (only for the EM Master Photonics)

Competence in cooperation and communication

- Ability to talk about the field of specialization – also in English;
- Project planning: ability to formulate objectives, report efficiently, keep track of end-goals and progress of the project;
- Ability to work in a team in a multi-disciplinary working-environment and beginning start to take the lead;
- Report on technical or scientific subjects orally, in writing and in graphics;
- Function as a member of an international team;
- Write and speak English fluently. Master technical and scientific terminology in English (only for the EM Master Photonics);
- Establish an international network in the field of photonics (only for the EM Master Photonics)

Societal competence

- Act in an ethical, professional and social way;
- Be aware of the most important corporate and legal aspects of own field of engineering;
- Interpret the historical evolution of the own field of engineering and its social relevance;
- Have an insight in the photonics industry and in the role of photonics in the scientific and technological evolution of society;
- Understand the safety standards specific for photonics engineering;
- Elementary insight in the structure and organization of Europe and its institutions (only for the EM Master Photonics)

Engineering competence (profession-specific competence)

- Master the complexity of technical systems by the use of system- and process models;
- Reconcile conflicting specializations and boundary conditions and transform them into high-quality, innovative concepts or processes;
- Transform incomplete, contradictory or redundant data into useful information;
- Dispose of enough knowledge and comprehension to control the results of complex calculations or make approximate estimates;
- Pay attention to the entire life-cycles of systems, machines and processes;

- Pay attention to energy-efficiency, environmental pressure, use of raw materials and labor costs;
- Pay attention to all aspects of reliability, safety and ergonomics;
- Insight in and awareness of the importance of entrepreneurship in society;
- Show assertiveness, drive for innovation and a sense for the creation of added value;
- Use photonic components and systems accurately;
- Choose the most appropriate design and test methods, including CAD methods, for photonic components and systems, understand their theoretical background and apply them accurately;
- Interpret the manuals of standard photonic instrumentation and work with this instrumentation;
- Submit and elaborate creative proposals to optimize the performance of photonic components and systems;
- Find original and innovative solutions for problems in photonics.

The self-evaluation reports states that the general objective of the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics is to 'address the societal need for engineers capable of developing innovative systems in which light is used as information or energy carrier.'

More specifically the objectives for the master *Fotonica/master Photonics* are:

- To be trained as an engineer who is duly capable – both on self-reliant basis and as a member of a team- to build, in an efficient and methodological manner, complex photonic systems, ranging from their conception, analysis, design, implementation up to the testing of such systems;
- To be trained as an engineer who has the required research attitudes and skills to contribute to the innovation in industry or scientific research in this discipline and who is capable of doing so by embracing a lifelong learning attitude;
- To be trained as an engineer who has the necessary social skills to assume people management positions.

For the *EM master Photonics* the objectives – agreed upon the five institutions – are phrased somewhat differently, but are largely the same:

- The acquisition of fundamental knowledge in the field of photonics and the ability to apply that knowledge in an methodological and effective way on the design, realization and the management of various technical systems based on the properties of light;
- The acquisition of the required skills in order to start independent fundamental as well as applied research in the field of photonics;
- The acquisition of a critical and problem solving attitude in the development of feasible solutions, keeping in mind the socio-economical and environmental aspects;
- The acquisition of the necessary communication skills in order to interact effectively both with peers and the broader public and to evolve towards leading roles.

Aspect 1.1. Level and orientation

The panel finds that the above objectives are in accordance with Article 58 of the Flemish Higher Education Act.

The panel states that the objectives are clearly formulated and situated on a master level.

The panel observes that the objectives of the programs are geared towards obtaining general competences on an advanced level, including analyzing complex problems and scientific results and project planning. The scientific and intellectual competences are equally clearly defined, and deal with optical methods and techniques, the design and realization of complex systems, the application of scientific paradigms and their limitations and the ability to work in a multidisciplinary environment. The objectives pay also substantial attention to the acquisition of advanced insights in the scientific-discipline knowledge and in the latest scientific developments in the field of Photonics. The objectives clearly put forward that students must have the ability to make an original contribution to a specific topic within the discipline and to achieve domain-specific skills with respect to design, analysis, synthesis, interpretation and implementation of photonic systems. A final set of competences relate to the capability of doing independent scientific research at a starter level and to the capability to apply the acquired scientific knowledge in an industrial environment.

The main method to make students, personnel and external stakeholders familiar with the objectives of the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics are the websites and the (electronic) course catalogues of both universities. The panel believes that both students and lecturers are familiar with the objectives of the master programs.

The panel assesses the aspect 'Level and orientation' as good for all programs.

Aspect 1.2. Domain-specific requirements

Photonics is a rather young interdisciplinary research-driven engineering discipline. Given the fact that there are not many European master programs in Photonics – and the fact that the existing ones are relatively young – there is not yet an established expectation pattern about a master program in the field of Photonics. VUB and UGent are members of 'Photonics 21', the European Photonics Community.¹ 'Photonics 21' is a voluntary association of industrial enterprises and other stakeholders in the field of photonics in Europe. It unites the majority of the leading Photonics industries and relevant R&D centres. 'Photonics 21' aims to establish Europe as a leader in the research, development and deployment of Photonics in five industrial areas (information and communication, lighting and displays, manufac-

¹ <http://www.photonics21.org/>

turing, life science and security) as well as in education and training. Its mission is the coordination of the research and development activities in Europe among all the contributing partners, from education to basic and applied research, and from development to manufacturing. The discipline-specific requirements of the objectives are clearly inspired by the many contacts the programs entertain with 'Photonics 21', according to the panel. The objectives are derived from the international scientific community and the needs of the industry and society at large. The discipline-specific requirements of the objectives do fit with the reference framework of the panel.

The program and the degree offered by the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics are unique in Belgium. Internationally, however, there is a considerable amount of master programs with a focus on photonics. The research driven Photonics programs organized by the UGent and the VUB focus on engineering, making mathematical abstractions of physical mechanisms and obtaining advanced skills. The panel states that all master programs have a clear profile and are of added value for the European educational landscape in photonics.

The panel assesses the aspect 'Discipline-specific requirements as good for all master programs.

General conclusion related to theme 1: Objectives

Both aspects are assessed as good by the panel for all programs, hence, subject one, 'Objectives' is assessed positive too for all programs.

Theme 2 Program

Description master Fotonica

The program, according to the self-evaluation report, consists of core photonics course modules (30-36 credits), advanced photonics course modules (16-24 credits), multidisciplinary course modules (minors, 18-24 credits), transferrable skills modules (6-12 credits) and a master's thesis (24-30 credits).

The core photonics courses (30-36 credits) are 'lasers', 'photonics laboratory', 'micropotonics', 'mathematics in photonics' (at UGent) or 'photonics' (at VUB), 'optical materials', 'sensors and microsystem electronics', 'optical communication systems', 'physics of technical processes', and 'recent trends in photonics'. The advanced photonics courses (16-24) are covering in depth specialised subjects in the field of photonics. Besides these photonics and advanced photonics courses each student has to choose a minor from a list so as to guarantee the multidisciplinary character of the program. Finally, 6 to 12 credits must be selected from 'socio-economic oriented' courses, which address transferable skills.

The students of the master Fotonica can register and study either at UGent or at VUB. The compulsory course modules of the first year are given by lecturers from both institutions and are taught in parallel in both places. In the first semester these course modules are taught in English at UGent and in Dutch at VUB. In the second semester it is the other way around. This mode of operation relates to the mobility scheme of the EM master Photonics as explained hereafter. The elective or advanced, photonics course modules are taught in English in one place only, either at the UGent or at the VUB. This means that the students need to travel between Ghent and Brussels. For some course modules a teleclassing system is used to reduce the travel burden.

Description master Photonics

The master Photonics is the English-taught variant of the Dutch-taught master Fotonica. The program is based on (almost) the same courses as the master Fotonica. There is one extra compulsory course: the Dutch language course. This is the same course as taken by the EM master Photonics students. The multidisciplinary minor of the master Fotonica is replaced by a 20 credits module to be chosen from the courses of the Engineering master programs of the faculty of Engineering at the UGent or the VUB. This was necessary because of the relatively limited number of English-taught courses in the various engineering master programs at the UGent and the VUB. In the first master year all students spend their first semester at UGent and the second semester at VUB. In this way, they follow the same mobility scheme as the first year students in the EM master Photonics, implying that all their courses are in English. In the second year, the students choose for a year at UGent or at VUB.

Description EM master Photonics

In the EM master Photonics, the students study in Belgium for either the first or the second master year. They study at one of the partner institutions for the other year. The UGent-VUB program is based on the same course modules as in the master Fotonica/Photonics and the students attend classes together with the students in the master Fotonica/Photonics. The students coming to Belgium for the first master year study at UGent during the first semester and at VUB during the second semester. In this way, their compulsory course program is entirely in English. The students coming to Belgium for their second year study either at UGent or at VUB, depending on their choice of master's thesis (except for a small number of elective course modules taken at the other location).

In the EM master Photonics, the students attend the Erasmus Mundus Photonics Summer Course, both in the first and in the second master year. They also follow the Dutch language course. The master's thesis in the EM master Photonics takes 30 credits.

Aspect 2.1. Correspondence between the objectives and the contents of the program

The panel is of the opinion that the contents of all the master programs are of a very high quality and that the learning outcomes (or program competences) are adequately translated in the different program contents and courses. It is clear, the panel states, that the programs enable the students to realize the objectives as put forward.

The core photonics course modules cover all the basic knowledge components at a master level. The advanced photonic course modules cover in depth highly specialised subjects in the field of photonics. Considerable attention is paid to the development of skills in all programs. In most courses part of the work is skill-oriented, be it through lab work or project work or CAD-work. In the compulsory part of the programs there is a course (Photonics Laboratory) which is purely skill-oriented and which builds on the knowledge components obtained throughout the theoretical course modules. In 'Microphotonics' there is a strong emphasis on the usage of CAD-tools for solving generic photonic design problems. The focus on skills is extended in the elective course modules, where again there are lab-oriented course modules such as a course which focuses on advanced lens system design and a course which focuses on optoelectronic component fabrication in clean rooms. Learning about the connection between the discipline of photonics and the industrial and societal needs happens in various ways but is most prominent in the compulsory second year course 'Recent trends in Photonics', in which a variety of guest speakers talk about innovation and R&D.

A special feature of the EM master Photonics is the Summer Course. This Summer Course is designed as a separate module of 3 credits in the first master year and is an integral part of the master's thesis examination procedure in the second year since the final presentation of the master's thesis takes place at the Summer Course. It is attended by all students, irrespective of their mobility scheme. The School's venue rotates between the five institutions. The panel finds this Summer Course one of the strongest points of this program, as it contains a rich and intense mix of learning experiences.

In the EM master Photonics, the international dimension is ubiquitous by its very nature. The program is offered by five institutions from three countries. The European students in the program in addition have the opportunity to spend one semester outside Europe in the context of the so-called Action 3 of the Erasmus Mundus Program. The student group and teaching staff is also very international.

In the master Fotonica and the master Photonics, the international dimension is clearly more modest but still prominent. Their international dimension stems from the fact that most photonic course modules are taught in English to a joint group of

students from the three master programs. This, together with the fact that the both Flemish and foreign students work together during the lab-sessions, is clearly of added value for the Flemish and foreign students, according to the panel. Furthermore, the students in the master Fotonica have the opportunity to do an Erasmus exchange abroad.

The fact that the students have the opportunity to do an internship is viewed very positively by the panel. The internship in photonics (elective, 4 credits), typically consists in a 6-week internship during the summer between both master years. The internship is taken by a relatively large number of students. For the summer of 2009, there were 9 students (6 from the master Fotonica and three from the EM master Photonics) doing an internship. It seems that the students are very pleased with the selected industrial partners and that their first encounter with R&D is a successful one. The international internships (as for example the IAESTE-stages) are valued too.

The panel concludes that the program competences are adequately realized throughout the course modules. The 'knowledge tree' (see also aspect 2.3.) is an excellent instrument to verify that all competences are addressed in the EM program. In general, the ECTS-fiches are well managed and the students know what is expected from them during their studies, the panel summarizes.

The panel assesses the aspect 'Relationship objectives contents' as good for all programs.

Aspect 2.2. Requirements for professional and academic orientation

The different programs focus much on fundamental knowledge development. This knowledge development is clearly research-driven, according to the panel. In-depth knowledge of photonics is provided by the core compulsory course modules followed by further specialization without giving up the indispensable in-depth knowledge development. The programs pay substantial attention to recent developments in the scientific field of photonics. The lecturers are requested annually to update their course materials as reflected in the ECTS -files. Not just courses stay in tune with recent trends, also the programs. In the academic year 2008-2009 the Program Board decided that it would be useful to review the set of advanced photonics courses to see whether the major sub-disciplines of photonics are still adequately covered. A course 'Biophotonics' was introduced and the course 'Non-linear optics and quantum optics' was split up and substantially enlarged. This process is continuing during the academic year 2009-2010 with the objective to start with a renewed set of elective course modules from 2010-2011 onwards.

Besides knowledge development (and the associated insights students obtain) the programs also address the development of research skills and attitudes. Many

course modules contribute to the development of research skills and attitudes, in particular in project work.

Last but not least, the panel believes that the programs match well with the professional world, that is the industry. Learning about the connection between the discipline of photonics and the societal and industrial needs occurs in various ways but is most prominent in the compulsory course 'Recent trends in photonics', in which a variety of guest speakers (both from academia and industry) talk about innovation and R&D. The advanced photonics course modules do also address various application-related topics. In the master Fotonica/Photonics the students spend 6 credits on socio-economic topics. Entrepreneurship, innovation, sustainable development, safety and ethics are major topics here. In the EM master Photonics the students attend the Erasmus Mundus Photonics Summer Course, both in the first and in the second master year. At each of this Summer Courses there is a component relating to the corporate and entrepreneurial aspects of photonics.

The panel assesses the 'Requirements for academic and professional orientation of the programs' as excellent for all programs.

Aspect 2.3. Consistency of the program

The panel finds that the contents of the programs have a coherent design. The initial emphasis on core photonics courses is followed by advanced photonics courses. There is a good balance between photonics and non-photonics knowledge and skills, between theory and practice, and between fundamental and applied topics.

Considerable effort has been spent to ensure that the compulsory core photonics course modules cover - with limited overlap - all the basic knowledge components and associated insights and skills of the discipline of photonics.

The so-called 'knowledge tree' is a key tool to monitor this in the EM master. Consistency is extremely important for the EM master, given that the program is organized by five institutions. A two-tier approach has been taken to guarantee the consistency of this program. Before the start of the EM master Photonics - and as a part of the original application for an EM master - the content of the core photonics courses (all in year one of the program) was defined at a rather general level. During the first couple of years the EM was organized, it appeared that this approach worked rather well. Nevertheless, some pitfalls were discovered as some students with a particular mobility scheme were missing knowledge and skills about particular topics. In effect, a second methodology was initiated whereby a 'knowledge tree' was developed for the core photonics courses in a much more detailed fashion.

On the basis of the self-evaluation report and the meetings held during the in situ visit, the panel concludes that all the programs are coherent, and that the contents are taught in a logical and sequential way. The students are familiar with the structure of the programs. The panel applauds the approach followed to secure the co-

herence of the EM master, through the development of the so-called 'knowledge tree'.

The panel assesses the 'Consistency of the program' as good for the master Fotonica and the master Photonics and as excellent for the EM master.

Aspect 2.4. Size of the program

The three two-year master programs amount for 60 ECTS-credits per year. In effect, the programs comply with the formal requirements regarding the 'Size of the program' as described in the Flemish Higher Education Act.

Aspect 2.5. Work load

Formally, according to the Flemish decree, one credit corresponds with minimum 25 and maximum 30 hours of study time. In the Faculty of Engineering of UGent, one credit is systematically translated into 30 hours of study time, while at VUB the study time for each module is calculated separately ranging between 25 and 30 hours per credit. To compare the study time effectively spent by students with the estimated study time, three sources are available: a study time measurement that is organized by the Department of Educational Affairs (UGent and VUB), as well as the regular student enquiries (see chapter 5) which are organized by the Education Quality Control Unit (UGent and VUB). The latter don't measure study times in detail, but do give students the opportunity to report strong deviations between the estimated and spent study time. If a course module deviates significantly from the study time as given in the course catalogue, it is very likely that the enquiry will reveal it. In this case, the Program Board and the person responsible for the course will be asked to take the necessary actions. Finally, the Program Board has also a relatively large number of student representatives (from both master years, from VUB and UGent, and both from the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics). Problems with work load or study time can be reported by the student representatives.

For the sake of this review, the student representatives carried out retrospective study time enquiries. Both the EM master Photonics students and the students from the masters Fotonica/Photonics were questioned.

Concerning the EM master Photonics the degree to which study time measurements are undertaken varies. At St-Andrews, quantitative spot-checks are carried out by which students are asked about their work load and how it is distributed among the different modules. There are also feedback sessions and student-staff councils where the work load is discussed thoroughly. At KTH, there is not a systematic monitoring of the work load, but some lecturers ask specifically for the work load through their course evaluations. No study time measurements are performed at Heriot-Watt.

The study time in the master Fotonica and the master Photonics is, according to the panel, well distributed among the semesters. For the first master year the effective study time counts 1776 hours, while the second master year counts for 1960 hours, which is well beyond the threshold (1500 to 1800 hours). This increase in study time (and work load) can probably be explained by the master's thesis, which motivates students to work more than for other courses. Many students start working on their dissertation already before the academic year starts. The survey shows that an overwhelming majority of students (86%) considers the ratio of work required to credits offered as balanced, while 14% considers the amount of work required too high for the number of credits offered.

To conclude, the panel believes that the effective and budgeted study times are in accordance with each other, reflecting 60 credits per year. In fact, all students said during the visit that the programs are feasible.

Within the EM master Photonics the average study time is 1856 hours in the first master year. This is slightly above the average of 1800 hours, but this fact can be explained by the somewhat less optimal background of some of the students (*see* 2.9.). The study time found in the second master year is 1760 hours. This is about 10% below the value for the students of the masters Fotonica and Photonics. This difference could be purely an estimation error. The study time enquiry shows also that the study time is equally divided over the 4 semesters. Again, the panel has not discovered any major problem regarding the study time or work load and concludes that the effective and budgeted study times are in accordance with each other, reflecting 60 credits per year.

The panel assesses the aspect 'Work load' as good for all programs.

Aspect 2.6. Program format

The main international evolution in educational matters is towards more project-based, skill-oriented and competence-based learning, while keeping a strong focus on theoretical understanding. This didactic concept has in recent years led to the following changes in the program of the photonics masters:

- Several course modules include a small project. Examples, specific for the masters Fotonica and Photonics are the mandatory course modules 'Microphotonics', 'Physics of technological processes' and the elective module 'High speed photonic components'. Examples from the partner institutions of the EM master Photonics are 'Displays and nonlinear optics' from St-Andrews, 'Nanophotonics' from Heriot-Watt and 'Optical networks' from KTH.
- There is a mandatory course module 'Photonics Laboratory' (in both the masters Fotonica/Photonics and the EM master Photonics) which gives the students a thorough hands-on-experience with different types of measurement equipment and measurement software.

- The elective course module 'Advanced photonics laboratory' (available at UGent and VUB and at some partner institutions of the EM master Photonics) consists entirely of practice oriented exercises and projects aimed at training the student to work independently in a laboratory environment or with advanced design software.
- Some elective course modules also include company visits (e.g. 'Microwave photonics' at KTH) or guest lectures by people from industry (e.g. 'Optical communication systems' at UGent/VUB, 'Displays and nonlinear optics' at St-Andrews)
- At UGent/VUB, there is also a dedicated course module about recent trends in photonics, in which students attend some presentations by visiting researchers or tutorial sessions at international conferences, but in which they are also required to make a presentation themselves about a timely research topic. They prepare this presentation on the basis of a limited research study and in this way get acquainted with literature search methods, and get training in presentation techniques.

In addition the EM students attend the compulsory Erasmus Mundus Photonics Summer Course at the end of the first year, and once more (as part of their master's thesis) at the end of the second year. The typical program of the Summer Course extends over 10 days and consists of master's thesis presentations, of lectures by international speakers and postdocs from the participating institutions, and of a number of mini-projects for students. The projects for the first year students are typically done in groups of four students. Such project work is based on reviewing unpublished papers, whereby one group is asked to defend the paper and another group is asked to criticize it. The project of the second year students is more related to their future career (a mock-up job interview).

Within the program of the masters Fotonica and Photonics, only a few courses (mainly compulsory modules from the first master year) consist exclusively of ex-cathedra and exercise classes.

The panel finds that for all the visited programs the didactic concept is in line with the objectives. The formats used are well in tune with the courses and the learning outcomes of these courses, since most courses incorporate several teaching and learning methods, whereby each method contributes to certain competences the students have to acquire. Classical ex-cathedra lectures are mainly used for the transfer of knowledge and insights, while exercise sessions are used to illustrate how this knowledge can be applied in a number of concrete examples. Both stimulate analytical thinking. Project work, lab sessions and computer exercises aim at training the synthetic thinking of the students and their practical skills. Group work also stimulates soft skills like being able to collaborate with others, reporting, ethics, and so on.

The quality of the teaching and learning materials and facilities is good, the panel states. The teaching and learning materials comprise a combination of lecture notes, international handbooks and PowerPoint presentations. For the latter, slides should be accompanied by supplementary material in text format to facilitate the learning process. Extensive use is made of the electronic environments Minerva (UGent) and PointCarré (VUB). Minerva and PointCarré allow the students to download documents, solve exercises, submit reports, participate in discussions and look at the agenda. These electronic environments, however, are not yet used as a real didactical tool, the panel remarks. Similar electronic learning environments exist at the EM partner universities too.

The panel assesses the aspect 'Program format' as good for all programs.

Aspect 2.7. Learning assessment

Within each university (UGent and VUB), the Faculty Council is responsible for the coordination and organization of the learning assessment. There are two exam periods per academic year as defined in the academic calendar. Exams in the first period are organized per semester and take place in January-February and in May-June. There is a second exam period organized for those students who failed during the first exam period, and which takes place in August-September.

In the EM master Photonics program, each university has full authority of the coordination and organization of the learning assessment. At UGent and VUB, the organization and coordination is exactly the same as for the masters Fotonica and Photonics. The only exception is the presentation and defence of the master's thesis (*see* 2.8.). At St-Andrews and Heriot-Watt, exams are organized centrally and the exact schedules for the first semester are known by November. There are two exam periods, in January and May. Re-examinations are held in August-September. At KTH, there are four course periods and therefore four exam periods. Each course has an exam at the end of the period in which it is taught and one re-exam in the next period. Students are free to choose which one to attend and can even participate in both (with the best grade being registered).

At UGent a rather large majority of exams are open book exams while at VUB most of the exams are closed book exams, both consisting of a theoretical and a practical part. The theory is often examined orally, but the students have the time to prepare their answers on paper. If the exam is a written exam only, the student always has the right to ask for an oral defence of the exam. For English-taught course modules, the exam will be in English. However Dutch speaking students can also answer the exam questions in Dutch. A significant part of the total score of many modules is given for project or lab work, scientific paper analysis and the making of summaries. The learning assessment of modules such as Photonics laboratory is entirely based on oral and written reporting. Concerning the EM master Photonics, the learning

assessment differs slightly among the different partner institutions. At KTH, St-Andrews and Heriot-Watt all exams are written and the final mark is often determined by the exam results as well as by the marks for home assignments or project reports. At KTH, a combination of both open book and closed book exams is used. At St-Andrews and Heriot-Watt, all exams are closed book exams. Again, laboratory modules are assessed entirely by written or oral reporting.

On the basis of the ECTS-fiches, the interviews during the visit and the exam questions and forms, the panel believes that the learning assessment is well attuned with the learning outcomes of the courses and the objectives of the different programs.

There is a a posteriori quality check regarding the learning assessment. At the UGent and the VUB, the teaching staff has a very large autonomy in composing and grading the exams and other evaluations. However, the academic staff must be capable to justify the exam questions and the exam results post factum. For UGent it is the Kwaliteitscel Onderwijs (KCO) and for VUB it is the Dienst Kwaliteitszorg en Accreditatie (DKA) which can take action if the student enquiries indicate a problem. Students can also consult the ombudsperson when he or she has a complaint related to the learning assessment. There is also a board of examiners to address possible problems concerning the learning assessments. No problems have been reported so far.

A similar situation exists at the partner institution KTH of the EM master Photonics. At St-Andrews and Heriot-Watt, however, all exams are checked on their fairness, level of difficulty, etc, in advance by an external examiner.

The panel believes that the students are well prepared for their learning assessments. Most students have a clear view of what is expected from them. The course modules descriptions in the course catalogue contain detailed information about the evaluation and examination formats. More details about the learning assessment and example questions are provided during the lectures. It is common practice among lecturers (also those from the EM master Photonics) to provide sample exam questions and to give details about how the different assessments are weighted in the final score. The student enquiry shows that the students are well informed about the exam procedures. For the EM master Photonics, the consortium agreement stipulates that the total result of a course as well as the final grade of the diploma, if applicable, is decided by the Program Advisory Group. As such, the consistency of the results and grades are monitored among the partner institutions.

The panel assesses the aspect 'Learning assessment' as good for all master programs.

Aspect 2.8. Master's thesis

The master's thesis counts for 24 credits in the program of the masters Fotonica and Photonics and for 30 credits in the EM master Photonics (where those 30 credits include participation in the Summer Course) and as such complies with the Flemish legislation. The master's thesis is scheduled in the final master year, however students usually engage in preparatory activities before the start of that academic year, they typically start with a literature study during the holiday period preceding the last academic year. Most students finish their master's thesis during or before the month of June of the final academic year. The few students who do not finish their master's thesis in June, usually can finish their master's thesis successfully in the second exam period in August-September. So far it has not occurred that a student had to spend an additional year because of his master's thesis. This is in compliance with the vision of the university board that the master's thesis should not implicitly add an extra year of studies.

The subject, or topic, of the master's thesis is chosen by the student from a relatively large list of photonics-related subjects offered by the different advisors (the professor with the overall responsibility for that topic). The topics are closely related to the research topics of the professors (advisors). With the master's thesis the student has to demonstrate that he can apply the acquired competences in a creative way, that he knows how to work independently and is able to take initiative, that he is able to interpret the results obtained in a critical way, to understand the strengths and weaknesses of the method pursued and to compare his approach with other relevant methods.

The number of students doing the master's thesis in a certain research group is typically much lower than the number of PhD students and post-docs in that research group. Hence students get all the guidance that they can expect. The progress of the master's thesis is discussed on a regular basis between the student, his direct supervisor and the advisor. Just before the Christmas holidays (UGent and VUB) and before the Easter holidays (VUB), students are asked to give a midterm presentation at a progress meeting attended by all the supervisors. Both the work progress and the plans for the next phase are discussed during this meeting. The master's thesis itself is usually proofread by the advisor or the supervisor before being submitted. Most, if not all master's theses, are supervised on a day-to-day basis by researchers such as PhD students and postgraduates, while the involvement of the other teaching staff consists of making regular or intermediate evaluations and proposing corrective actions.

The evaluation of the master's thesis is different for the masters Fotonica/Photonics and the EM master Photonics.

In the masters Fotonica/Photonics, each master's thesis is evaluated by a board of examiners, taking into account the advice of the guidance committee and using a predefined evaluation form. The guidance committee consists of the advisor and one or two PhD students or post-docs, who are intensively involved in the guidance

of the master's thesis during the academic year. The board of examiners is composed of the advisor and supervisor(s) and two commissioners. One of the commissioners must belong to a different research group than the master's thesis advisor. At VUB, in order to obtain an objective evaluation of all master's theses within the whole Faculty of Engineering there is one professor who chairs all master's thesis defences. The student needs to present his master's thesis orally before a public audience.

In the EM master Photonics, the final grades for the master's thesis are decided by consensus of the Program Advisory Group (PAG). This is done during the EM Photonics Summer Course, during which the students present their work to all students, all attending professors and researchers from the partner institutes and all present guest lecturers. The PAG members take into account the advice from the advisor (who can ask advice from other PhD students or post-docs involved in the guidance), but also the presentation itself as well as the replies to the questions that are asked during the presentation. The advice from the master's thesis advisors is collected by the EM support officer before the start of the Summer Course. A standard evaluation form is distributed to the advisors. Since not all dissertation advisors nor all supervisors are present at the Summer Course, there is always an earlier informal master's thesis presentation that takes place at the hosting institution of the student in the presence of the supervisor. This informal presentation is taken into account by the advisor to provide feedback to the evaluation committee (the PAG).

The panel consulted a number of master's theses and concludes that they portray a very high scientific quality, and often deal with very advanced topics. The panel finds that the guidance is excellent, without too much steering and thus leaving room for the student's creativity. The panel also finds the assessment of the master's theses very well organized. Given the complex situation of the EM master, the panel wants to felicitate all actors involved in this program regarding the transparent and uniform assessment of the master's thesis. The Summer Course is an excellent forum to present and evaluate the master's theses of the EM program.

The panel assesses the aspect 'Master's thesis' as good for the master Fotonica and the master Photonics and as excellent for the EM master Photonics.

Aspect 2.9. Admission requirements

Masters Fotonica and Photonics

The admission requirements are entirely based on the obtained degree of the incoming students. Students with a UGent degree of bachelor of Electrical Engineering, bachelor of Engineering Physics or a VUB degree of bachelor of Applied Sciences and Engineering (Electronics and Information Technology) or an equivalent degree from K.U.Leuven have automatic admission into the programs. Most of the

students in the programs belong to this category. There are a number of other degrees from other Flemish universities that grant automatic access as well.

Students with an equivalent degree from any other university will get admission if the Program Board judges the degree to be equivalent and if the candidate has a sufficient knowledge of the Dutch and English language.

Students with a degree of bachelor in Physics, or a degree of bachelor in Industrial Sciences-Electronics (or a number of other degrees) can enter the programs on condition of completing a preparatory program. The preparatory program includes a mandatory part of 30 credits and a maximum of 60 credits of elective modules, to be chosen from the bachelor programs of the Faculty of Engineering, depending on the background of the student.

There are typically 15 incoming students per year, in total for UGent and VUB together. At UGent 12 of the 17 incoming students (over the last two academic years) had a background in Electronics while at VUB all 16 incoming students have a background in Electronics and Information Technology. Nearly all students in both programs are Belgian.

EM master Photonics

The minimum graduate admission requirements are listed in the consortium agreement of the program:

- A bachelor's degree or recognised equivalent from an accredited institution (minimum 3 years full time study or 180 ECTS credits) in Electrical Engineering, Applied Physics, Physics, Materials Science or a related discipline. Students in their last year of such a bachelor program will however also be considered.
- Sufficient English language ability. Candidates from countries where English is not one of the official languages, must prove their knowledge of English, with a certificate or by proving that they have received their education in English.

Candidates are ranked according to the criteria given below:

- Obtained degrees
- Grades/marks
- English language ability
- Motivation statement

Any relevant publications, dissertation or project work, etc.

In addition candidates are asked to provide at least two letters of reference from persons who are well acquainted with their academic performance.

Candidates who have scored well on the above items will be briefly interviewed via telephone. They will be asked questions about their motivation, about their previous experience as well as their technical competences.

The ranking of the candidates is mainly used to determine which candidates get a scholarship. Not all candidates are ranked and those that aren't, are normally not admitted to the program.

Annually, about 20 students enter the EM master Photonics and are expected to receive a UGent-VUB degree two years later. About half of the incoming EM students have a Physics or Applied Physics background (master or bachelor), by about half has an Electronics background. The largest part of the starters (46 students) is Asian, 16 are African, 8 students are from the EU and 6 students are American.

The committee is of the opinion that the curriculum of the master Fotonica and the master Photonics is adequately aligned with the previous education of most of the incoming students (bachelor programs of Electrical Engineering, Engineering Physics and Applied Sciences and Engineering/Electronics and Information Technology). For students with another background, there is a preparatory program which is highly adaptable to the background of the individual students.

Concerning the EM master, the PAG has optimised year after year its procedures for the selection of the students. The panel believes that the current selection procedure is well functioning and manages effectively to make a shortlist of 60 students out of 200 to 300 applicants. In order to accommodate background differences two course modules have been included in the list of elective course modules: Photonics and Quantum Physics. These two elective courses allow the program to make sure that possible deficiencies in core disciplines are addressed. Hence, and together with a good learning guidance, the EM master manages to obtain good success rates. A very large majority of all incoming students graduate after two years without significant problems (see also chapter 6).

The credit system which is used at UGent and VUB, and which is also used for the EM master Photonics, allows students to select a flexible learning path. Students only have to take the necessary pre-requisites of each course module into account when they opt for such a flexible program. In reality however, nearly all students seem to follow a standard learning path.

The valorisation of previously acquired competences is normally done on an individual basis and is considered by the Program Board. So far there has only been one request from a student to take into account previously acquired competences.

The panel assesses the aspect 'Admission requirements' as good for all programs.

General conclusion related to theme 2: Program

All aspects are assessed as positive by the panel for all programs, hence, subject 2 'Program', is assessed positive too for all programs.

Theme 3 Personnel

The education in the master Fotonica and the master Photonics is mainly organized by the faculties of Engineering at UGent and VUB. For the EM master Photonics, there are in addition contributions from St-Andrews, from Heriot-Watt and from KTH.

The responsibility for the content and the organization of the courses is in the hands of the tenured faculty (further called ZAP). In some cases, the responsibility is shared with other tenured faculty or post-doc researchers. The lecturer can be assisted by other staff members of the faculty for the organization of the exercise sessions, laboratory work and projects:

- AAP: academic assistant staff (UGent)/teaching and research assistant (VUB)
- OAP/BAP: other academic staff (UGent)/research personnel (VUB)
- ATP: administrative and technical staff

At UGent, a single committee for AP/ATP-policy (AP includes ZAP, AAP and OAP) organizes the human resources management of the Faculty of Engineering. At VUB, two differently constituted committees take care of this for AP and ATP. These committees take into account:

- The educational load and the research output of the different departments;
- The motivated (five year) human resources policy plans of the departments and services;
- Strategic human resource policy plans.

On the basis of these elements, the committee writes down the faculty AP/ATP policy plan for the coming five years. Each year, this plan has to be accepted by the Faculty Council and by the University Board.

The policy plans for the tenured faculty (ZAP) can be summarized as follows:

- Developing strong research clusters with sufficient critical mass to be able to achieve an important role in the international research community and to obtain considerable research funding;
- Maintaining the expertise that is necessary to offer courses of high quality;
- Developing possibilities for valorization of research results.

The policy for the other academic staff (OAP at UGent/BAP at VUB) is determined by the professors of the research groups and the sponsoring institutes (EC, FWO, IWT, BOF, and industrial partners). The evaluation of these staff members is mainly based on their research. The involvement of the OAP/BAP in teaching is very limited (4 or 8 hours per week).

Appointments of AAP members are based on their master degree and grades. They are selected by a committee. For the core departments of the master Fotonica/master Photonics courses, AAP members have generally a master in engineering in electronics, photonics or applied physics or a master of science in physics or mathematics.

Vacancies for ZAP members are widely distributed, also internationally and must be published in the Belgian Official Journal (Belgisch Staatsblad). For every vacancy, the Faculty Council installs an ad-hoc selection committee, consisting of ZAP, OAP, ATP and students at UGent and of ZAP at VUB. The selection committee delivers a motivated proposal with a ranking of the candidates to the Faculty Council, which in turn delivers a proposal to the University Board who takes the final decision. At VUB, these appointments are limited to three years and are renewable after an evaluation (see hereafter). In the procedure of appointment of new ZAP members, the candidates are evaluated a first time on the basis of the submitted curricula. At UGent, the candidates that meet the required specifications are invited for an interview with the selection committee, in which they explain their vision and planning in the field of education, research and scientific services related to the vacancy. At VUB, an interview is also organized, but vision and planning are required in the written application and are evaluated accordingly. In order to evaluate the didactic qualities of the candidates, they are asked to give a lecture about a topic in the field of the vacancy.

Every year, both universities open a number of vacancies in the framework of the special research fund (Bijzonder Onderzoeksfonds BOF). These are mandates for a period of five years (renewable after evaluation) which are intended to attract researchers with an exceptional research curriculum. The candidates are selected by the University Research Council. The ZAP members that are appointed in the BOF framework have their primary task in research and can only contribute a limited amount of their time to education. Among the professors teaching in the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics, three ZAP members are appointed in the BOF framework.

At St-Andrews and Heriot-Watt, the appointment is mainly based on the research profile and the potential for grant income generation. Teaching quality is assessed on the basis of a research presentation that candidates are asked to give. The appointment panel typically consists of members of the School, The Principal's Office and 1 or 2 externals. At KTH, vacancies are opened on suggestion by the school and after approval by the president (rector). The open position is then publicly announced and followed by a reviewing/interview processing. This is all centrally administered by KTH.

The evaluation procedure of ZAP members at UGent and VUB is regulated by the status of academic personnel and is in accordance with the legislation regarding higher education. It has to be organized at least every five years. The evaluation must take into account:

- Merits and capabilities in education, taking into account student evaluations;
- Merits in research;
- Scientific services to society.

At UGent, ZAP members submit a two-yearly description of the planned activities, including the relative weight of education, research and scientific services. At VUB, every five years, at UGent, every two or four years, a report of the activities of the past period has to be submitted to the faculty. Every ZAP member obtains a final evaluation which can be insufficient, below average, sufficient or good/very good. The ZAP members that do not obtain the evaluation good/very good are not considered for promotion. At VUB, after an insufficient or below average evaluation, a remedy plan is installed and a new evaluation follows after two years. For the ZAP member who gets two consecutive insufficient evaluations, this may, and generally does, in agreement with the Flemish legislation, lead to a termination of their contract.

The procedures for promotion of ZAP members to the degree of full professor (hoogleraar) is analogous to the above mentioned evaluation procedure and is organized by the promotion committee of the faculty. This committee consists of ZAP, OAP, ATP and students of the faculty at UGent and of ZAP members at VUB. The criteria used for promotion are: publications in the previous five years, funded research projects, internal and external services, education record and evaluation of the education by the students. After comparing the files of the candidates, the committee submits a motivated proposal containing a list with the selected candidates. This list is discussed in the Faculty Council meeting and forwarded to the University Board.

For every course, a lecturer is proposed by the department that organizes the course and appointed by the faculty, after the advice of the photonics Program Board and at UGent the education quality control unit (KCO). The criteria for appointment are the expertise related to the subject, the didactic qualifications and a reasonable distribution of the load of the educational tasks. The departments provide personnel and logistic support to organize the courses for which its members are appointed. If a department decides not to organize a certain course in the future, the faculty tries to find a new lecturer in another department of the faculty or outside the faculty.

At St-Andrews and Heriot-Watt, the appointment of personnel for teaching activities is decided by the Academic Head of the individual department within the School of Engineering and Physical Sciences. The decision is however made with input from the relevant course director(s) and after discussion with the academic staff involved. The decision is based on a mixture of expertise and availability of academic staff members (taking into account other teaching and administrative duties and level of research activity).

At KTH, the professors in charge of a course module are proposed by the Director of Undergraduate Study (responsible for teaching in a department) and finally approved by the school GA group (the group of all study rectors headed by the school study rector).

All lecturers at UGent have the opportunity to take dedicated lecturer training sessions. These training sessions are mainly attended by recently appointed ZAP members. For the AAP members there are assistant training sessions organized by UGent.

At VUB, there are yearly workshops and lectures treating educational themes and training techniques. Most members of the academic staff participated at one or more of these workshops.

At all partner universities of the EM master Photonics, education training is mandatory for the new staff members.

Aspect 3.1. Quality of the staff

The panel finds that the discipline-specific expertise of the lecturers is good, especially because every lecturer does research in the discipline he teaches at one of the universities (including KTH, Heriot-Watts and St-Andrews). Research and education are closely linked and it is clear that the courses are research-driven. The students are also satisfied with the didactical expertise of the lecturers, as they told so during the in situ visit.

Regarding the educational professionalization, all staff-members (including ZAP-members and other academic staff members) have the opportunity to attend training sessions. The panel believes that all staff members should be encouraged to attend these sessions. The panel also recommends to develop a forum where staff members could share their educational experiences, ideas and visions. More efforts should be made to explore the potential of e-learning.

The research groups of the UGent and VUB are responsible for the practical organization and the staff policies of the education offered. All academic staff members were very pleased with the staff policies of the different research groups, including a fair distribution of the teaching duties among the different staff members. New assistants are well prepared for their teaching duties by their more experienced colleagues or ZAP-members. The OAP/BAP members who are involved in assisting lab courses, exercise sessions and project works have regular meetings with the responsible lecturers to discuss their teaching responsibilities and the progress of the students.

As a recommendation for further improvement the panel believes that regarding the still limited internationalization of the staff both at the UGent and at the VUB action should be undertaken. This applies to the vacancies for ZAP members, where the ad-hoc selection committee and the faculty council should involve members from outside the university, as well as to the procedures for promotion of ZAP members to a tenured position or to the level of full professor, where the promotion committee should be enlarged with members of international standing again not connected to the university. In addition, more efforts should be made to advertise the vacan-

cies on an international scale. Sabbatical leave must be encouraged by the involved faculties and all the programs must attract more foreign lecturers.

The panel assesses the aspect 'Quality of the staff' as good for all programs.

Aspect 3.2. Requirements of academic and professional orientation

After consulting the research output, the panel finds the quality of the research carried out within the different research groups to be very high. The academic staff of both the UGent and the VUB cover a wide spectrum of specializations such as components and systems for light generation and detection, displays and imaging, design of photonic integrated systems, microphotonics, optical communications and data processing, biosensors and biomedical photonics, including the mastery of the underlying physical concepts and of the key technological aspects. The research and teaching expertise of the international partners of the EM master Photonics also covers a wide range of topics, both theoretical and experimental, extending from nano and quantum photonics to advanced optical system applications.

At the UGent and VUB, academic staff members have numerous international contacts. Many ZAP members are involved in international projects sponsored by the European Commission or by foreign industrial partners. In particular European Research Training Networks and Integrated Training Networks have a strong impact on education and training of early stage researchers.

In the framework of the EM master Photonics, continuous interactions exist between ZAP members of the participating universities, and which have led to adaptations in the content of the courses.

Most ZAP members who are involved in teaching have a link with the professional environment in one way or another, and their research activity benefits from collaboration with industrial partners. The panel, however, recommends that the direct input from the industry in all programs should be increased.

At all partner institutions of the EM master Photonics there are several courses that include one or more lectures by people from industry.

The panel assesses the aspect 'Requirements of professional and academic orientation' as excellent for all programs.

Aspect 3.3. Quantity of the staff

Master Fotonica-Master Photonics

The general compulsory courses in the first and second year and the elective courses in photonics (together 20 course modules) of the program of the master Fotonica and the master Photonics are taught by 23 lecturers in charge (10 from UGent en 13 from VUB), including 15 ZAP members

(7 from UGent and 8 from VUB). Besides the ZAP members, the majority of the people (31) involved in the general compulsory courses are formed by OAP/BAP whose primary focus is research. They contribute mainly to the exercises, practical classes and student projects. Their input is normally limited to eight hours per week. In total, 57 academic people are involved in the compulsory courses.

EM master Photonics

The general compulsory courses in the first and second year and the elective courses in photonics (UGent and VUB) (together 23 modules) are taught by 21 lecturers, including 13 ZAP members (7 from UGent and 6 from VUB). In analogy with the masters Fotonica/Photonics, the majority of the people (28) involved in the general compulsory courses are formed by OAP/BAP. In total, 53 academic people are involved in the compulsory courses.

At KTH, 9 professors are involved in teaching in the EM master Photonics, whereas at St-Andrews and Heriot-Watt (together) 10 professors are involved in teaching.

In the academic year 2007-2008, the total number of students at UGent and VUB (including first and second year of the master Fotonica and the EM master Photonics (the master Photonics still didn't exist) was 39, this number increased to 41 in the academic year 2008-2009 (three programs). The number of about 40 students can be compared with the number of faculty staff (15) and the number of other academic staff (33, including AAP and OAP/BAP) that are involved in the general compulsory courses of the masters Fotonica/Photonics. For the EM master Photonics these numbers are 13 for the faculty staff and 30 for the other academic staff (at UGent and VUB).

At UGent and VUB, the vast majority of the OAP/BAP involved in the three master programs is younger than 30 as many are PhD students. The age of the ZAP members ranges from under 40 to over 60. At the partner institutions of the EM master Photonics, most of the staff members are in their 40's.

At UGent, on average, a lecturer spends 30% of his time on education, 50% on research and 20% on services.

At VUB, the average lecturing load is about 40 ECTS study points which corresponds to 10-15 hours spent weekly on education.

On average, the UGent-VUB lecturers of the masters Fotonica/Photonics and the EM master Photonics (general compulsory courses) spent 60% of the time on research.

The panel finds that at the UGent en the VUB the quantity of the staff is adequate. Due to the large numbers of OAP and BAP members all courses are taught by sufficient academic personnel. As well at the UGent as at the VUB, photonics is a research 'spearhead', which resulted in an increase of personnel. The panel finds that

the staff members are not overloaded with teaching duties, and that the work load is fairly distributed among education, research and services.

The panel assesses the aspect 'Quantity of the staff' for all programs as good.

General conclusion related to theme 3: Personnel

The panel assesses all aspects regarding the staff as positive for all programs, hence theme 3 is assessed positive too for all three programs.

Theme 4 Facilities and support

Aspect 4.1. Facilities

At UGent, most lectures and exercises are organized in the lecture halls of the Jozef Plateaustraat. All lecture halls are fully equipped (PC, fixed projector, screen, blackboard) and there is wireless access to the internet throughout the building. Some exercise sessions are organized in one of the five PC classrooms of the Plateaustraat or in the buildings of the St-Pietersnieuwstraat (Technicum), both in the centre of Ghent.

At VUB, all students have lectures, exercises and labs on the campus Etterbeek, mainly in buildings K, F, G, D and E. All teaching rooms, with the exception of the seminar rooms managed by the departments, are within the responsibility of Facility Management. This department is responsible for the use, equipment and the maintenance of the classrooms. The classrooms are fully equipped. In addition, the departments have their own seminar rooms which allows a flexible scheduling of classes for small groups.

At both universities, the laboratories are managed by the research groups and departments contributing to the master education. There is no clearly defined boundary between research and education parts of the laboratory spaces. The students can do some of their lab work in the same laboratories where research is done. The students prepare their lab at home or in a seminar room of the department.

At UGent, the students can use the cleanroom facilities of the research groups ELIS and INTEC on the campus of the Faculty of Engineering in Zwijnaarde. On this site, the Photonics Laboratory is organized and the students have access to the large cleanroom facilities for their work in the framework of the master's thesis.

Students at VUB get hands-on experience with high-tech laboratory equipment and software under guidance of a skilled researcher during exercises and their master's thesis. A dedicated class room with 6 optical benches and a large variety of opto-mechanical and opto-electronic components, lasers and characterization equipment is available for the practical classes (Photonics Laboratory course). At

the campus Jette, the research group TONA maintains a 66 m² cleanzone with ISO class 5 laminar flow boxes for dedicated optical characterization equipment. This laboratory can be used by the students.

From a survey among all the EM master Photonics students in 2009, it was found that St-Andrews, Heriot-Watt, KTH, UGent and VUB possesses well equipped and well managed labs.

The library of the Faculty of Engineering is located in the Plateau building (UGent) and in the central library-Campus Etterbeek (VUB). There is the student library (UGent) and the Centre for Study and Guidance (VUB) where students can consult the course material of the different courses and many reference books that are mentioned in the course catalogue. Students have also access to recent issues of a number of journals. In addition to the student library (UGent) and the Centre for Study and Guidance (VUB) the students can also use the libraries of the different departments, where more specialized literature and master and PhD theses are available.

The large reading room of the central library (UGent) is a popular place for self-study in a quiet environment. In addition, there is the reading room of the faculty library (UGent) and the Centre for Study and Guidance (VUB) and the libraries of the different departments.

From the survey among the EM master Photonics students, it is clear that students rate the library and other study environments (lecture halls, etc.) higher at St-Andrews, Heriot-Watt and KTH than at UGent and VUB, although these facilities are generally rated quite high.

All universities (KTH, Heriot-Watt, St-Andrews, UGent and VUB) have their own housing facilities, but this is not sufficient to accommodate all students requiring housing. However, all universities have a service to provide assistance in finding comfortable housing on the private market, within reach of the university. A SWOT analysis conducted by second year master students at the Summer Course of 2008 indicates that 90% of the students were happy with the housing facilities provided by KTH and Heriot-Watt, while about 60% of the students were happy with the housing facilities provided by VUB and St-Andrews. For UGent, this percentage dropped to 30%, but the university was aware of the problems and they have been remedied in the meantime. UGent has rented private apartments especially for EM students. The already above mentioned study among all EM students in 2009 shows that 48% of the students considered their accommodation to be good and 10% considered it to be very good. 28% were neutral and 15% of the students didn't consider their accommodation to be good enough.

The panel visited the facilities of the VUB and the UGent. The class rooms, labs, exercise rooms and libraries are well equipped. A student survey shows that this is

even more the case in the partner institutions of the EM master. Some housing issues are signalled by the students but both universities are addressing this problem thoroughly. To eliminate the burden of travelling between Ghent and Brussels, for some course modules a teleclassing system is used. The panel, however, observed that the teleclassing system still suffers from some technical problems (for instance the acoustics, the set-up of the class room) and that the lecturers must be well trained to use such a system in a more appropriate way.

The panel assesses the aspect 'Facilities' as good for all programs.

Aspect 4.2. Support

The research groups teaching in the master programs participate in SID-in's (study information days of the Flemish government) and information meetings. Through these channels early information about the masters Fotonica/Photonics is provided to students of the 5th and 6th grade of secondary education interested in science and engineering. UGent and VUB participate in the Flemish Science Week organised by Technopolis (the Flemish science centre at Mechelen) at the initiative of the Flemish government. In addition the Faculty of Engineering at VUB organises a camp in the fall where students come into contact with the master programs.

During their bachelor studies in electrical engineering or engineering physics, the students are informed about the master programs through special information sessions. The Photonics Program Board in collaboration with the student chapters organises a yearly 'Photonics Event' in Ghent or Brussels. In this event, the students can meet professionals of the photonics industry, look at different industrial activities in the field and listen to talks related to photonics by professionals.

There is a system in place to guide the influx of new students in the master programs because many students have different backgrounds.

- The faculty organizes an introduction day for all students who start their education at the Faculty of Engineering in the first master year.
- If incoming students have gaps in their knowledge, the problems should be identified at the start of the semester, so that additional direct training is possible.
- Foreign students can find the necessary information about studying on the website of the Department International Relations (UGent) and the International Relations and Mobility Office (VUB), in particular about the Erasmus exchange program. These departments also supply a guide which helps the foreign student with all aspects of studying in Ghent or Brussels, including administration and contact with the faculty. There are also different student organisations available: Erasmus student network, International Students Association, Students Welcome Club and the Chinese Students Association.

All partner institutions in the Erasmus Mundus consortium have an international office (both at central and faculty level). Here students are provided with all the

necessary information and material on the structure of the university, its academic programs and extra-curricular offerings. In addition, the PAG members of the EM master Photonics organise separate and local welcome and introduction events, typically just before the start of the academic year. Since the academic year 2009-2010, each first year EM master student is assigned 'a buddy', a Photonics PhD student that is the first contact person for the master student. Finally, the Erasmus Mundus project officer is available to assist the Erasmus Mundus students with different practical questions.

During their studies, the AP of the programs are the first in line for advice to students.

Students with psychological and/or social problems can find individual counselling at the ACS (UGent) or at the Study Advice Centre and University Health Centre (VUB).

At UGent, students with complaints about the education or examination can contact one of the two ombudspersons of the faculty. Also available is an institutional ombudsperson.

At VUB, in addition to the university ombudsperson, the Faculty Council appoints each year an ombudsperson to handle complaints regarding examination issues.

The panel observed that the students are well informed about the programs and that the student guidance is well functioning. The websites of the different programs are very detailed and offer foreign students all necessary information. Students attaining partner institutions are well received by the different universities. The distance between teachers and students is very small at both the UGent and the VUB. Students quickly overcome their initial restraint and are not reluctant to contact the academic staff whenever they encounter didactical problems concerning specific subject matters.

The panel assesses the aspect 'Support' for all programs as good.

General conclusion theme 4: Facilities and support

Given both aspects are assessed positively for all programs, theme 4 is assessed as positive too for all programs.

Theme 5 Internal quality assurance

For the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics, the Flemish regulations of the partners UGent and VUB are the same and hence the local quality assurance (QA) plans are very similar and easy to harmonise. For the EM master Photonics however, it is not feasible to harmonise the individual QA plans of all other participating universities. Each partner university has established a local QA plan, usually complying with existing educational quality assurance programs on a national scale. An additional QA plan, acting on a global level, is introduced to facilitate interfacing and interaction between the different local plans. In the following paragraphs, the QA programs at UGent and VUB will be explained, supplemented with the global level measures, where appropriate.

Quality assurance is a priority at both UGent and VUB, says the self evaluation report. The QA policy is based on a number of feedback mechanisms that involve several actors and measurement instruments. The central and most important actor is always a quality control unit (QCU), acting as the hub around which the QA mechanisms are running. It organises the quality measurement, processes the results and reports to the decision making actors, but also gives direct feedback to the teaching staff where appropriate.

At UGent, the Faculty Council has the final responsibility regarding education policy and QA policy, but as a rule consults the Education Quality Control Unit and the Program Boards before making any decisions.

At VUB, the Quality Control and Accreditation service acts university wide. The service is accountable and reports to the Central Academic Committee for Quality Assurance.

The UGent/VUB Program Board deals with all aspects of the master Fotonica and the master Photonics as well as with the implementation of the EM master Photonics at the UGent and the VUB. The program advisory group (PAG) of the EM master Photonics is the main governing body for the international master. Both boards have representatives of professors, teaching assistants and students and make proposals for all aspects of the master programs. These proposals are passed to the Faculty Councils for approval and eventually to the University Boards.

For the EM master Photonics, besides the PAG a Quality Assurance Committee (QAC) has been installed. This committee can monitor the added value offered by the Erasmus Mundus program (as compared with the individual programs at the different partners), be involved in the comparison of the core programs at different partners, advise on industrial relevance, knowledge and skill levels required by industry, etc. The QAC reports directly to the PAG, which takes the appropriate

measures to any reported problems or shortcomings and evaluates suggestions for improvements by the QAC.

At St-Andrews and Heriot-Watt, the universities invite external examiners to scrutinise the program and provide an external view. The external examiners are also asked to comment on the exam papers before they are being submitted to the students and are part of the examination committee that meets twice a year. External examiners also spot-check student work and review the feedback received from students. All of St-Andrews' and Heriot-Watt's programs and procedures are QAA (Quality Assurance Agency) compliant.

At KTH, the (Swedish) National Agency of Higher Education supervises, promotes and assesses the quality of institutions of higher education in various ways. The aim of assessments of the right to award degrees are based on the quality of the institution and its standard of education and research. Such assessments are made in response to requests from the institutions of higher education themselves. The Agency also performs national evaluations related to entire programs of education and subjects. Since 2001 the Agency performs recurrent and comprehensive subject and program evaluations. All programs of higher education are evaluated once every six years and the result is made available to students. The Agency also assesses the institution's right to establish areas of research and, where applicable, its right to university status, although decisions on such matters are taken by the government. The Agency examines quality management at institutions of higher education, i.e. the processes that result in quality at the local level.

Aspect 5.1. Evaluation of results

The quality assurance system relies on feedback loops wherein the existing situation is assessed, so that weak spots and other opportunities for improvement can be identified, yielding stimuli for remediation of the weaknesses or optimisation of the educational process either by the lecturers directly, or through intervention of the departments and Program Boards.

At present, there are three important instruments with which the education quality is actively measured:

- the educational evaluation survey
- the study year evaluation survey
- the study time measurement.

With the advent of the external curriculum audits, a fourth tool to assess the education quality has arisen: the preparation of the self-assessment report. One important feedback loop acts on a higher level and takes into account the outcomes of all measurement instruments: the curriculum monitoring.

The *educational evaluation survey* probes the efficiency and effectiveness of the organisation and implementation of the educational process. There is one questionnaire per course module/lecturer combination under evaluation, and it is devised such that its outcome is usable to give concrete feedback and indications to the lecturer involved, in order to allow him to make appropriate adjustments. Since a number of years, all surveys are conducted on-line at both universities. Filling the questionnaire is completely anonymous and only takes place after all phases of the course module under evaluation have been finished. All students or alumni that have taken the course module are allowed to participate in its evaluation. The educational evaluation survey is organized after each semester.

At UGent, every lecturer must be evaluated at least once every three years. The Faculty of Engineering has seen a participation degree consistently over 37% in the 10 most recently semesters, with an average value of 46%. The KCO processes the survey results, makes a summary for the lecturer, formulates a global assessment and – if needed- issues recommendations to the lecturer, the department or the Program Board. Each of these actors can respond to the recommendations and their answers are discussed in the KCO. A dossier is kept for every lecturer in which the general appreciation is recorded along with the most important data, allowing to follow the evolution of the education quality. The general appreciation is also made available to the ZAP evaluation and promotion committee that require it.

At VUB all course/lecturer combinations are systematically evaluated at the end of each semester. For the masters Fotonica/Photonics the participation degree during the last 4 semesters is over 70%, for the EM master Photonics between 30% and 50%. According to the regulations for academic personnel of VUB, the evaluation results are part of the academic dossier of the lecturer and this in the framework of appointments, promotions and periodical evaluations of the ZAP.

The evaluation and quality assessment of the individual course modules of the EM master Photonics is done locally using the existing assess mechanisms. At St-Andrews and Heriot-Watt, there is a ‘staff-student committee’ that meets twice per semester. The purpose of the committee is to voice concerns and provide feedback on lecture courses before they become an issue. Furthermore, all students are required to fill in a feedback form that is being carefully analysed by the relevant staff members. At KTH, lecturers are expected to organise evaluations of all their course modules after the examination in the form of questionnaires to be filled out and handed in by each individual student. A course module evaluation board is formed with student representatives in each course module being evaluated, and this board normally has two meetings per course module with the responsible lecturer to discuss any matter pertaining to the education. The results of the evaluations and the minutes of the last evaluation board are accounted for in compulsory course modules analyses written by each responsible lecturer and posted publicly on notice boards and on the KTH website. The evaluation process is monitored by the deans of undergraduate education.

For practical reasons, there is very little involvement of students of the EM master Photonics in the surveys and evaluations conducted by the faculties of Engineering of both UGent and VUB. The PAG has therefore decided to organise separate informal evaluations for the different modules of the EM master Photonics. Such evaluations have been performed at the first two Summer Courses. At the Summer Course of 2008, students of the second master year have been asked in addition to perform a SWOT analysis of the entire master program.

Both Flemish universities also organise study year evaluation surveys, which probe the quality of the offered education on a higher level than the individual course modules. At UGent, in 2005-2006 the first year of the master Fotonica was evaluated and the participation degree was 44% among the students originating from the master Electronics and 50% among the students originating from the master Applied Physics. At VUB, since the beginning of 2007, the study year evaluation is included as a sub-survey in the educational evaluation survey. Another sub-survey, 'education facilities' focuses on the context of the study program and the provision of services by some organisations.

At UGent, the Council of Educational Affairs organises *study time measurements* on a regular basis. The VUB survey also measures the effectively spent study time compared with the estimated study time as listed in the study program curriculum. In the EM master Photonics, study time enquiries have been organised by the students as already reported in 2.5.

The Program Board plays a key role in the curriculum monitoring, but other actors such as the Faculty Council, the Board of Governors and even political authorities can initiate program reforms. The permanent curriculum monitoring runs synchronously with the educational and study year evaluations. Twice per year, the Quality Control Unit (KCO at UGent or DKA at VUB) issues recommendations to the Program Board, based on the outcome of the evaluations. Of course, also the individual lecturers and the departments can formulate proposals. These inputs sometimes result in small adaptations of the curriculum.

The panel believes that all instruments, procedures and forums are present to guarantee the quality of the programs. Quality assurance policies are geared towards quality control and the quality improvement, according to the panel. The results of the surveys are analyzed in great detail with all stakeholders. A weak point is the low response at UGent. The program board should address this issue. Because of the limited number of students, a relatively high participation degree is needed before the results of the evaluation are significant (and lead to a general appreciation). Therefore, only few course modules have a significant evaluation result. The panel suggests to shorten the surveys and to focus more on problem detection. The

students should also be better informed about the results, analyses and follow-up of the surveys, the panel says. The electronic platforms are the best way to do so, according to the panel.

Besides the formal ways of quality control (student surveys) many lecturers organise independently informal surveys of their own course modules. The panel appreciates this very much.

The panel assesses the aspect 'Evaluation of results' as good for all programs.

Aspect 5.2. Improvement measures

The panel observes that the results of the surveys are thoroughly analyzed and giving way to improvement measures. The Program Board took for example some necessary measures to solve a number of mobility issues (poor accessibility of course material and student facilities at the other university) which were signaled by the students:

The following goals have been defined:

- to respond to an increasing need for highly skilled engineers with competences in photonics both for telecom and for non-telecom applications;
- to combine forces between existing photonics research groups on a Flemish and European scale, in order to reach the critical mass required to sustain a full featured master program;
- to allow for individual study tracks that go in depth in photonics, but at the same time cover a consistent set of topics in one of the neighboring specializations;
- to attract talented students interested in science and technology, and to inspire them to pursue a challenging career in research and development;
- (for the EM master): to attract top students from all over the world that want to establish a solid career in photonics.

Despite the fact that the programs are rather new, the panel believes that these goals are realistically defined and that the programs will realize them in the near future. The programs already attract a viable student population (typically around 15 incoming students per year for the master Fotonica/master Photonics in UGent and VUB combined, and around 15 to 20 students per year for the EM master Photonics), and the majority of the alumni have started a technical job, usually in R&D (see Chapter 6).

The future targets for the master programs do not differ significantly from the original targets described above. A number of objectives will be emphasized, based on the available assessment results:

- To strive to attract all interested students. This implies the elimination of any unnecessary threshold that could discourage students. As an example, issues related to the mobility requirement should be resolved as much as possible;

- To establish the reputation of a high quality program offering excellent opportunities for the future career. The careers of the alumni should be followed up and made visible to the students. Modern professional networking tools could be used as an instrument for structuring this information flow.
- The strength of the interuniversity cooperation should be exploited further. Research successes of one university should be visible also to the students of the other university;
- The quality of the language used during lectures must be guaranteed, especially if this is not the native language of the speaker.

The panel supports all these goals, and believes that they will further increase the quality of the programs.

The self-evaluation report was a very self-critical and informing but also very complex document. The different meetings held during the in situ visit were of great added value, and together with the self-evaluation report, very illuminating about the complexity of the different programs.

The panel assesses the aspect 'Improvement measures' as good for all programs.

Aspect 5.3. Involvement of personnel, students, alumni and the labour market

The panel finds that both lecturers and students are closely involved in the process of internal quality assurance. Both are well represented in the main bodies governing the different programs, and are involved in the decision making. Students are heard by surveys and their concerns are fully addressed in the Program Board.

The representatives of the students are well known by the other students and lecturers and students meet frequently.

The students of the EM master Photonics are participating through their involvement in the local Program Boards, one student is a member of the PAG. There are also many informal contacts between the teaching staff (or the PAG members) and the students to discuss any problems that might have occurred. Each year, the above mentioned Quality Assurance Committee visits the Summer School of the EM master Photonics and talks with students and professors, attends thesis presentations and deliberations, discusses with the PAG, etc.

The involvement of the alumni and of the professional field with the internal quality assurance is well organized, according to the panel. Representatives of these groups are well represented in the Advisory Board of the master Fotonica/master Photonics. A very important tool to ensure feedback from the labor market is the Photonics Event, which is organized yearly and offers a forum where students, alumni and industrial representatives can meet and exchange experiences.

Concerning the EM master Photonics, the Quality Assurance Committee always includes an industrial member, in order to involve the labour market in the evaluations and changes to the program. The master of science course at St-Andrews/Heriot-Watt has also got an industrial advisory committee that advises on industrial relevance and projects being conducted in industry.

The contacts with the alumni are pursued in two ways. First, there is a Facebook and LinkedIn group specific for the alumni from this master. And secondly, the EM master Photonics has also been selected to be a pilot group for the European Campus project managed by UNICA and Youth Agora. Contacts with the labour market (apart from local contacts and local events like the Photonics Event) are introduced at the Summer School.

The panel assesses the 'Involvement of personnel, students, alumni and the labour market' as good for all programs.

General conclusion related to theme 5: Internal quality assurance:

Given the positive assessments regarding the internal quality assurance for all programs, the panel assesses all programs as positive on theme 5.

Theme 6 Results

Aspect 6.1. Learning outcomes

On the basis of the meetings with the students, the surveys carried out, the quality of the master dissertations and an analysis of the exam forms and the study materials, the panel concludes that all programs exhibit sufficient generic quality features and that all programs realize their objectives. The questionnaires show that the alumni consider the general academic level of the master Fotonica, the master Photonics and the EM master Photonics as high. The necessary competences and skills are mastered in the course of the programs. There is a good balance between theoretical knowledge and practical skills. The programs contribute to the analytical insight, research skills, problem solving and independence in practicing professional functions and learning. The alumni are also satisfied about the attention given to recent developments in the field of photonics. The panel observed that all alumni were very satisfied with the program they have enjoyed.

The panel concludes that all graduates reach a high level of obtained competences. The Photonic industry is a rather new industry, constantly evolving, and very research-driven. The panel says that the bulk of the alumni will be of added value for further R&D in photonics, in research centres, in private enterprises or at universities. In fact, many graduates do enter a PhD program.

Typically, and per academic year, two UGent students and one VUB student in the master Fotonica participate in an Erasmus exchange abroad. The panel states that more students should experience such a stay abroad and that the program directors (or those responsible for Erasmus exchanges) should encourage the students more to do so.

The panel assesses the aspect 'Learning outcomes' as good for all programs.

Aspect 6.2. Study progress

Master Fotonica

2007 batch (21 students)

Of the 21 students registered in the first year of the master Fotonica, 14 received their degree after two years of study. These students were all coming from the standard bachelor-master programs from the UGent and VUB. The students who failed were either working part time and already had a degree of industrial engineer or had already previously strong delays in their study track. Another, somewhat elder foreign student, could not adapt to the academic level of the course.

2008 batch (14 students)

All students in the standard study program are on track, except one foreign student who failed in all his exams and the student mentioned above. Two students, one industrial engineer and one physicist, both having a job outside the university did not pass and did not register in 2009-2010.

EM master Photonics

Hereafter, only those students are mentioned who spent one year at UGent and/or VUB and another either at the Scottish universities or at KTH.

2006 batch (24 students, pass rate 87,5%)

Out of 24 students, 18 got their degree in time and 3 graduated with one year delay. They lost their fellowship after the first master or in the course of the second master year, but went on with their studies by their own means. The delay was essentially due to insufficient scientific background or lack of motivation leading to insufficient academic performance. Three other students definitively dropped out of the program. The reasons were financial problems, health problems and family responsibilities.

2007 batch (22 students, pass rate 91%)

Out of the 22 students who could have graduated at the end of 2008-2009, 18 got their degree in due time. Two students took a break for medical reasons but are back

into the program, currently in their second master year. Two non-EU students left the program because of insufficient scientific performances.

2008 batch (14 students + two early drop offs, pass rate probably 100%)

All these students will probably graduate at the end of the academic year 2009-2010. There were no failures in the first master year, probably because the selection procedure has been optimised. The two early drop-outs had financial or visa problems and decided to give up their registration to the program.

The target figure for success is 100%, with exception for the students with a degree of 'industrial engineer'. These students can enter directly in the program (at least if they have the proper specialisation). The mathematical background of these students is weaker than for the regular students entering the program. This often causes problems in an early stage of the program. A target success rate of 100% isn't realistic for this group but the ambition of the Program Board is to maximise it as much as possible by counselling these students intensively both in advance of enrolment and during the first phase of the program.

The panel is of the opinion that the success rate of the master Fotonica and the EM master Photonics is high. This is largely due to the high levels of motivation of the students, the intense study guidance offered, and the joint efforts of the lecturers to provide good education. Student progress is monitored each semester and problems appear to be identified. To reduce study failure, the panel advises the program managers to warn the students that a combination of study with work is not recommended. In fact, if students quit, it is mostly because of this study work combination.

Concerning the EM master Photonics, the PAG has developed policies to improve the success rate in two ways. On one hand it has optimised year after year its procedures for selection of the students entering the EM master Photonics. As a result of this, the students now entering the program have a higher and more uniform academic level than it was the case in the first years. Secondly, a lot of initiatives were taken to improve the study conditions of the international students and to facilitate their integration in the local environment.

Given the English-taught master Photonics is new, and there are no graduates yet, success rates are not available. Based on the results of the Dutch-taught master Fotonica, the panel believes that its success rates will be very similar.

The panel assesses the aspect 'Study progress' as good for all programs.

General conclusion related to theme 6: Results

Given the positive assessments of the aspects 6.1. and 6.2., the panel assesses theme 6, results as positive too.

General assessment by the panel

The panel concludes that the master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica is therefore positive.

The panel concludes that the master of Photonics Science and Engineering shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the master of Photonics Science and Engineering is therefore positive.

The panel concludes that the Erasmus Mundus master of Science in Photonics shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the Erasmus Mundus master of Science in Photonics is therefore positive.

Recommendations for further improvement: summary

- Make the offer of Photonics relevant courses similar for both the English and the Dutch master;
- Internationalize the staff by assuring that all vacancies for academic staff members are widely publicized internationally, and by involving internationally recognized scientists from outside the respective universities at all levels of the selection procedures;
- Make sabbatical leaves more attractive;
- Pay more attention to the housing of the foreign students;
- Continue to develop the teleclassing system;
- Enhance educational professionalization and innovation, by setting up fora for the exchange of experiences, ideas and visions;
- The professional field, that is the industry, should be consulted more and should have a larger input in the different courses;
- Stimulate stays abroad, like Erasmus exchanges.



Katholieke Universiteit Leuven

Bachelor in de Ingenieurswetenschappen:

Elektrotechniek

Master in de Ingenieurswetenschappen:

Elektrotechniek

Master of Engineering: Electrical Engineering

Woord vooraf

Dit deelrapport behandelt de opleidingen bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek en haar Engelstalige variant master of Engineering: Electrical Engineering. Ze worden georganiseerd door de Faculteit Ingenieurswetenschappen (FirW) van de Katholieke Universiteit Leuven. De visitatiecommissie Elektrotechniek bezocht de opleidingen van 19 tot en met 22 april 2010.

De bachelor- en de masteropleidingen Elektrotechniek vallen binnen de FirW onder de verantwoordelijkheid van de Permanente Onderwijscommissie Elektrotechniek (POC-E). Voor de eerste drie semesters van de bacheloropleiding, die gemeenschappelijk zijn voor alle ingenieursstudenten, is er evenwel een aparte POC. De bachelor is een driejarige opleiding die 180 studiepunten telt. De Nederlandstalige master is een tweejarige opleiding (120 SP) met keuze uit drie opties ('Multimedia en signaalverwerking', 'Telecommunicatie en telematica', en 'Geïntegreerde elektronica'). De Engelstalige master is eveneens een tweejarige opleiding die beperkter is in aanbod dan de Nederlandstalige master en geen opties aanbiedt.

Vanaf het academiejaar 2004-2005 werd de bachelor-masterstructuur stapsgewijs ingevoerd. De eerste masters in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek studeerden af aan het einde van het academiejaar 2008-2009. In diezelfde periode werden de eerste lessen in het Engels gedoceerd. Daaruit is de Engelstalige opleiding ontstaan, met de eerste afgestudeerden eveneens in het academiejaar 2008-2009.

Conform de wetgeving is ook de bacheloropleiding Elektrotechniek opgevat als een doorstroomopleiding van waaruit één of meerdere masteropleidingen kunnen

worden aangevat. De bacheloropleiding heeft als voornaamste doel de studenten voor te bereiden op de masteropleiding Elektrotechniek.

De commissie heeft een duidelijk beeld gekregen van de opleidingen Elektrotechniek aan de Katholieke Universiteit Leuven. Ze heeft haar oordeel gebaseerd op het zelfevaluatie-rapport, de ingekeken masterproeven en examenvragen, de gesprekken met de verschillende geledingen binnen de opleidingen, het bezoek aan de faciliteiten, en het overige ter inzage gelegde materiaal.

Onderstaande oordelen hebben betrekking op boven voornoemde opleidingen, inclusief de opties in de Nederlandstalige master Elektrotechniek, tenzij anders vermeld. De aanbevelingen in het kader van het verbeterperspectief en de aandachtspunten zijn opgesomd in een overzicht aan het einde van dit deelrapport maar zijn eveneens opgenomen in de beschrijving van de desbetreffende facetten.

Onderwerp 1 Doelstellingen van de opleiding

Het zelfevaluatie-rapport beschrijft de eindcompetenties voor de opleidingen Elektrotechniek als volgt:

De bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Academische gerichtheid: expertise in één of meerdere wetenschappelijke disciplines, wetenschappelijke benadering en onderzoek

De afgestudeerde bachelor in de ingenieurswetenschappen

- Is in staat om de verworven kennis en inzicht in de relevante basiscomponenten van de ingenieurswetenschappen (wiskunde, energie, materie, informatie) en in één of twee disciplines (naargelang de gekozen afstudeerrichting) toe te passen;
- Is in staat bestaande kennis op te zoeken en zelfstandig te verwerken;
- Is vertrouwd met de hulpmiddelen van de informatica, webtechnologie en het grafisch modelleren;
- Heeft een kritisch-wetenschappelijke houding verworven.

De afgestudeerde bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

- Heeft een basiskennis van de systeemtheorie, en in het bijzonder de competentie om deze toe te passen op elektrische netwerken en in een brede elektrotechnische context van hardware en signaalanalyse (systeemanalyse);
- Heeft inzicht in en de vaardigheid om te werken met elektrische energiesystemen en elektrische aandrijvingen, en omzetters;

- Heeft inzicht in de werking van de fundamentele elektronische componenten en is vertrouwd met de wijze waarop ze worden toegepast;
- Begrijpt de werking van de elementaire bouwblokken van zowel de digitale als de analoge elektronica, kan ermee werken, en heeft inzicht in de wijze waarop ze worden toegepast in complexe systemen zoals processoren;
- Heeft een inzicht in en de vaardigheid om te werken met digitale en analoge signalen zowel in een algemene context als voor telecommunicatie;
- Beheerst de basisprincipes en -technieken van het elektromagnetisme;
- Heeft afhankelijk van zijn persoonlijke keuze de basis verworven van één van de volgende disciplines: werktuigkunde, computerwetenschappen, materiaalkunde, technische verbreding of bedrijfsbeheer.

Professionele gerichtheid: probleemoplossend denken en ontwerpen

De afgestudeerde bachelor in de ingenieurswetenschappen

- Beheerst de analytische aanpak;
- Kan een redenering opbouwen in een afgelijnd praktisch kader;
- Heeft een multidisciplinaire achtergrond;
- Heeft ervaring met het probleemoplossingsproces en kan een gefundeerd oordeel vormen over voor- en nadelen van gegeven alternatieve oplossingen;
- Heeft een ontwerpkundige ingesteldheid verworven.

De afgestudeerde bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

- Kan elektrische en elektronische netwerken analyseren en berekenen;
- Kan elektronische componenten (diodes, transistoren, LED's) en technologieën selecteren en berekenen naargelang de toepassing;
- Kan de elementaire schakelingen uit zowel de digitale als de analoge elektronica ontwerpen en analyseren;
- Kan logische schakelingen ontwerpen en heeft daarvoor een basiskennis van een hardwarebeschrijvingstaal;
- Kan de elementaire elektrische machines (motoren, transformatoren, lichtinstallaties) specificeren en analyseren;
- Kan digitale filters analyseren en beschrijven en is vaardig met de verschillende transformaties die in het domein van de signaalverwerking worden gebruikt (Fourier, Laplace, Z-transformatie, continue en discreet);
- Heeft inzicht in de elementaire technieken van de analoge en de digitale communicatie, en kan ze beoordelen op basis van hun kwaliteiten;
- Heeft de vaardigheid om te werken met elektromagnetische velden en elektromagnetische golven;
- Kan lineaire dynamische systemen analyseren;
- Kan op een interdisciplinaire manier werken.

Algemene competenties

De afgestudeerde bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

- Heeft een basisvorming gehad in enkele humane wetenschappen (religie, economie, filosofie, bedrijfsleiding);
- Kan zelfstandig werken;
- Heeft ervaring in communicatie met collegastudenten en specialisten;
- Heeft ervaring met mondelinge, schriftelijke en multimediale rapportering;
- Werkt nauwgezet;
- Heeft ervaring met teamwerk, en in het segmenteren in een complex geheel in deeltaken;
- Is in staat basisvakliteratuur en technische handleidingen te lezen in meerdere talen;
- Heeft een inzicht in de maatschappelijke rol van elektrotechniek en -technologie in het algemeen
- Heeft een correcte attitude inzake bronnengebruik en pleegt geen plagiaat en fraude.

Masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

Academische gerichtheid: expertise in één of meerdere wetenschappelijke disciplines, wetenschappelijke benadering en onderzoek

De afgestudeerde master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek

- Heeft inzicht in het ontwerpen van digitale en analoge schakelingen, bouwblokken en platformen;
- Heeft inzicht in de technologische aspecten van telecommunicatie en in telecommunicatiesystemen;
- Heeft inzicht in de verschillende technologische mogelijkheden om toepassingen te implementeren (bv. Hardware/software);
- Heeft inzicht in de relatie tussen de toepassing, de wijze van implementeren en de prestaties van het geheel;
- Integreert de verworven kennis en is in staat om multidisciplinair te denken en te handelen (zowel overheen de disciplines van de elektrotechniek, als in relatie tot disciplines aangereikt in de bachelor, de nevenrichting in het bijzonder);
- Heeft de houding om waar nodig andere disciplines te betrekken bij het onderzoek;
- Kan op methodische wijze nieuwe kennis en inzichten ontwikkelen;
- Heeft tijdens de masterproef blijk gegeven van een kritisch- wetenschappelijke houding.

Professionele gerichtheid: probleemoplossend denken en ontwerpen

De afgestudeerde master in de Elektrotechniek

- Heeft een ruime ervaring in het gebruik van software-tools die in het domein van de Elektrotechniek gangbaar zijn;
- Kan digitale en analoge schakelingen, bouwblokken en platformen ontwerpen;

- Kan bouwblokken en systemen voor telecommunicatie ontwerpen;
- Kan voor uiteenlopende toepassingen het juiste elektronische platform (hardware/software) kiezen en de toepassing implementeren;
- Kan toepassingen herformuleren en evalueren vanuit het oogpunt van optimale implementatie (vermogengebruik, kost, ...) in een elektronisch platform; de beoogde toepassingen zijn vooral die in de telecommunicatie, de cryptografie, de audio- en beeldverwerking en de signaalverwerking;
- Beheerst de synthetische aanpak;
- Kan abstraherend en structurend denken;
- Kan complexiteit beheersen;
- Heeft expertise verworven in alle stappen van het probleemoplossingsproces;
- Kan zelfstandig de kennis en technologische stand van zaken verwerven die nodig is in het probleemoplossingsproces;
- Kan objectief positieve en negatieve aspecten van een oplossing afwegen zodat de meest realistische, efficiënte en effectieve oplossing voor een specifieke situatie wordt gerealiseerd;
- Kan kennis op een creatieve wijze toepassen;
- Is innoverend.

Algemene competenties

De afgestudeerde master in de Elektrotechniek

- Heeft een basisvorming gehad in meerdere humane wetenschappen;
- Heeft ervaring in interdisciplinaire communicatie met opdrachtgevers, collega's en ondergeschikten;
- Heeft ervaring met communicatie met leken en specialisten;
- Kan omgaan met deadlines;
- Heeft in de groepsopdrachten kennis gemaakt met aspecten van leidinggeven;
- Kan efficiënt in team werken;
- Is in staat om zelfstandig de ontwikkelingen in zijn domein bij te houden;
- Is in staat vakliteratuur en technische handleidingen op te sporen, te evalueren en zelfstandig te verwerken;
- Heeft zicht op de bredere (economische, juridische, sociologische, culturele, politieke, technisch-industriële context);
- Heeft een voldoende beheersing van het technische Engels
- Heeft een minimale kennis van het Nederlands en de Europese cultuur (voor de Engelstalige master)

Tot slot mag van een *afgestudeerde burgerlijk ingenieur: master in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek* verwacht worden dat hij getuigt van maatschappelijke en ethische verantwoordelijkheidszin, milieubewustzijn, professionele correctheid, leergierigheid, openheid voor nieuwe methodologie en ondernemingszin.

Master of Engineering: Electrical Engineering

Academic orientation: expertise in one or more scientific disciplines, scientific approaches and research

The graduate master of Engineering: Electrical Engineering

- Is able to design digital and analogue circuits, building blocks and platforms;
- Understands the technological aspects of telecommunication and telecommunication systems;
- Understands the several technological possibilities for the implementation of applications (in hardware or software);
- Understands the relation among the application, the way of implementation and the performance of the whole;
- Is able to unify the acquired knowledge and is able to reason and act multidisciplinary (concerning disciplines within the area of electrical engineering as well as concerning disciplines acquainted within the bachelor);
- Is willing to involve other disciplines in his research field;
- Is capable of developing new knowledge and insights in a methodological way;
- Showed a critical scientific attitude in his master's thesis.

Professional orientation: problem solving thinking and designing

The graduate master of Engineering: Electrical Engineering

- Has a broad experience in using software which is common in the area of Electrical Engineering;
- Is able to design digital and analogue circuits, building blocks and platforms;
- Is able to design building blocks and systems for telecommunication;
- Is able to select for various types of applications, the most suitable electronical platform (hardware/software) and is able to implement the application;
- Is able to reformulate and evaluate applications, with regard to an optimal implementation in an electronical platform (regarding power consumption, costs, etc.). Main application areas are telecommunication, cryptography, processing of audio and images and signal processing;
- Has a synthetic approach;
- Is able to think abstractly and in a structuring way;
- Is able to master complexity;
- Has expertise in all phases of the process of problem solving;
- Is able to independently acquire the knowledge and technological state of the art needed in the process of problem solving;
- Is able to balance the pros and cons of a solution in an objective way, in such a way that the most realistic, efficient and applicable solution for a specific application is selected;
- Is able to apply knowledge in a creative way;
- Is innovative.

General competences

The graduate master of Engineering: Electrical Engineering

- Has had a basic training in multiple humanities and social sciences;
- Has experience in interdisciplinary communication with principals, colleagues and subordinates;
- Has experience in communication with specialists as well as laymen
- Can handle deadlines;
- Got acquainted with management aspects through group assignments
- Can efficiently work in a team;
- Is capable of independently keeping up with new evolutions in his domain;
- Is capable of finding, evaluating and processing professional literature and technical manuals on his own;
- Has an insight into the wider (economical, legal, sociological, cultural, political, technical-industrial) context;
- Has a working knowledge of technical English;
- Has a minimal knowledge of Dutch and European culture.

Finally, one can expect that the graduate master of Engineering: Electrical Engineering shows

- A social and ethical sense of responsibility;
- Environmental awareness;
- Professional correctness;
- Inquisitiveness;
- An open mind for new technologies;
- Entrepreneurship.

Facet 1.1 Niveau en oriëntatie

De doelstellingen van zowel de bacheloropleiding als de beide masteropleidingen in de ingenieurswetenschappen Elektrotechniek zijn conform de vereisten die in het Structuurdecreet (artikel 58) worden gesteld, stelt de commissie vast. In de bacheloropleiding is er aandacht voor het verwerven van algemene competenties zoals kennis- en inzichtverwerving, het bijbrengen van een kritische houding, het kunnen werken in groep, communiceren, en informatieverwerving en -verwerking. Voor de masteropleidingen zijn die algemene competenties op een gevorderd niveau uitgewerkt: zelfstandig probleemoplossend denken, creatief en innovatief zijn, en het kunnen omgaan met complexiteit. De wetenschappelijke competenties zijn goed uitgewerkt in de doelstellingen van alle opleidingen, meent de commissie. In de bacheloropleiding zetten de wetenschappelijke competenties in op het leren lezen van basisvakliteratuur en technische handleidingen, bronnen correct leren gebruiken, het leren selecteren en berekenen van technologieën naargelang de toepassing, op het ontwikkelen van het conceptueel en analytisch denken, het opbouwen van redeneringen en het leren geven van gefundeerde oordelen over voor- en nadelen

van gegeven alternatieve oplossingen. In de masteropleidingen gaat het om het ontwikkelen op methodische wijze van nieuwe kennis en inzichten, het verwerven van expertise in alle stappen van het probleemoplossingsproces, het ontwerpen van onderzoek,

en het samenwerken in een interdisciplinaire omgeving.

Daarnaast is er uitgebreide aandacht voor het bijbrengen van de disciplinegerichte kennis, waarbij de nieuwste ontwikkelingen niet uit het oog worden verloren. Die disciplinegerichte basiskennis in het domein van de elektrotechniek wordt in de bacheloropleiding geënt op een vorming in de basiscomponenten van de ingenieurswetenschappen (wiskunde, energie en materie, informatie). In de masteropleiding worden de wetenschappelijk-disciplinaire kennis en vaardigheden verder gedefinieerd, met als doel afgestudeerden af te leveren die wetenschap creatief en innovatief kunnen toepassen om voor de maatschappij nuttige producten en/of diensten te ontwerpen, ontwikkelen en produceren, of over die activiteiten de leiding waar te nemen.

Over de doelstellingen van de opleidingen zouden de opleidingen beter dienen te communiceren, stelde de commissie vast. A posteriori blijken de studenten ze wel impliciet te kennen maar ze zouden er bij aanvang van de studies beter over geïnformeerd moeten worden.

De commissie beoordeelt het facet 'Niveau en oriëntatie' als goed voor alle opleidingen.

Facet 1.2. Domeinspecifieke eisen

De commissie meent dat de domeinspecifieke eisen in de doelstellingen goed zijn afgestemd op de eisen die worden gesteld door (buitenlandse) vakgenoten, inclusief haar eigen referentiekader. Bij het voorbereiden van de domeinspecifieke doelen speelden de internationale contacten van het docentenkorps een belangrijke rol. Daarnaast zijn de curricula van een aantal gelijkaardige Europese opleidingen bekeken, en werden de criteria die het Amerikaanse ingenieursaccreditatie-orgaan ABET hanteert, onder de loep genomen.

De doelstellingen van de opleidingen zijn getoetst aan de wensen en behoeften van het beroepenveld, meer bepaald aan de ICT-profielen die de Vlaamse werkgeversfederatie Agoria heeft uitgetekend. Een indirecte toetsing is er via de link die het docentenkorps heeft met de industrie. De commissie meent dat de afstemming tussen de opleidingen en het beroepenveld meer gestructureerd dient te worden en suggereert de oprichting van een professionele klankbordgroep die op geregelde basis reflecteert over de relatie opleiding-industrie.

De K.U.Leuven heeft ervoor geopteerd om een aantal opties die vroeger onder de noemer Elektrotechniek vielen, te combineren met expertises die deels in andere opleidingen aanwezig waren en ze vervolgens in nieuwe masteropleidingen onder te brengen. Zo zijn de masters in de Ingenieurswetenschappen: Energie, Biomedische

Technologie, Wiskundige Ingenieurstechnieken en Nanowetenschappen en Nanotechnologie ontstaan. De masteropleidingen in de Elektrotechniek profileren zich vooral op geïntegreerde elektronica, multimedia en signaalverwerking, en telecommunicatie en telematica. Voor de bacheloropleiding opteerde de K.U.Leuven ervoor om de studenten gefaseerd te laten kiezen via een breed eerste deel van de bachelor (B1) en een tweede deel (BII) dat gebouwd is rond twee ingenieursdisciplines (in dit geval elektrotechniek gecombineerd met een andere ingenieursdiscipline). De commissie ondersteunt dit brede karakter van de opleiding met toch een diepte in twee disciplines.

Ten opzichte van de masteropleiding in de industriële wetenschappen: Elektronica aan de hogescholen profileert de masteropleiding Elektrotechniek aan de K.U.Leuven zich als een opleiding met een diepgaand wetenschappelijk karakter. De hogeschoolopleidingen in de elektronica richten zich meer op de praktische aspecten van de techniek en op de praktijkgerichte toepassing ervan. De commissie meent dat de Leuvense masteropleidingen een duidelijk en scherp profiel hebben.

De commissie beoordeelt het facet 'Domeinspecifieke eisen' als goed voor alle opleidingen.

Algemene conclusie bij onderwerp 1: Doelstellingen van de opleiding

De facetten 'Niveau en oriëntatie' en 'Domeinspecifieke eisen' worden voor zowel de bacheloropleiding als de masteropleidingen als 'goed' beoordeeld. Derhalve krijgt het onderwerp 'Doelstellingen' een positieve beoordeling voor alle opleidingen.

Onderwerp 2 Programma

Beschrijving van het bachelorprogramma

Alle ingenieursstudenten van de faculteit volgen de eerste drie semesters van de bacheloropleiding eenzelfde programma. Het bestaat uit de componenten energie en materie (36 studiepunten), wiskunde (24 studiepunten), informatie (11 studiepunten), probleemoplossen en ontwerpen (12 studiepunten) en algemene vorming (7 studiepunten). Dit eerste deel (B1) neemt 90 studiepunten in beslag en neemt de drie eerste semesters van de opleiding in beslag.

Het tweede deel van de bacheloropleiding is meer domeinspecifiek. De student kiest twee technologiedomeinen: een hoofdrichting (36 studiepunten) en een nevenrichting (24 studiepunten). Daarnaast volgt hij een aantal opleidingsonderdelen die bepaald zijn door de combinatie hoofd- en nevenrichting: probleemoplossen en ontwerpen (P&O, 12 studiepunten) en ondersteunende basisopleidingsonderdelen (9 studiepunten). Tot slot is er algemene vorming (9 studiepunten) waaronder opleidingsonderdelen zijn opgenomen die niet tot de ingenieursdiscipline behoren (wijs-

begeerte, economie, ...). Dit tweede deel (BII) beslaat de laatste drie semesters van de opleiding en omvat ook 90 studiepunten.

In januari 2010, net voor het visitatiebezoek, is er een programmahervorming goedgekeurd. Voor BI is de belangrijkste wijziging het invoeren van een opleidingsonderdeel 'Elektrische Netwerken' en een opleidingsonderdeel 'Algemene Natuurkunde', die in het tweede semester al van start zijn gegaan. Voor BII is het aantal studiepunten van de nevenrichting opgetrokken tot 30 voor de nevenrichtingen Werktuigkunde, Computerwetenschappen, en Materiaalkunde. Dit moet een vlotte doorstroom naar de gelijknamige masteropleidingen garanderen. De nevenrichtingen Bedrijfsbeheer en Technische Verbreding worden gereduceerd tot 18 studiepunten. Daarnaast wordt er een nieuwe nevenrichting 'Levende materie' ingevoerd, die eveneens 18 studiepunten telt. Die hervorming in de nevenrichtingen gaat in het academiejaar 2010-2011 van start.

Beschrijving van het Nederlandstalige masterprogramma

Het programma bestaat uit een kern (21 studiepunten), een masterproef (24 studiepunten) en een gedeelte 'keuzevrijheid' (30 studiepunten). De kern omvat de opleidingsonderdelen 'analoge bouwblokken voor signaalverwerking', 'analoge en digitale communicatie en telecommunicatienetwerken', 'computerarchitecturen' en 'digitale signaalverwerking, deel 2'. Het pakket 'keuzevrijheid' bestaat uit algemeen vormende opleidingsonderdelen en optieverbreedende opleidingsonderdelen. De algemeen vormende opleidingsonderdelen worden gekozen uit een lijst van 21, de optieverbreedende keuze kan uit het universitaire aanbod genomen worden en omvat mogelijk een zomercursus, een 'Athensweek'¹ of een industriële stage.

Naast dit deel dat voor elke student op dezelfde manier is gestructureerd, is er een keuze uit drie opties (45 studiepunten): geïntegreerde elektronica, multimedia en signaalverwerking, en telecommunicatie en telematica. Elke optie bevat een opleidingsonderdeel 'Probleemoplossen en Ontwerpen' (P&O).

Beschrijving van het Engelstalige masterprogramma

Het Engelstalige programma biedt in tegenstelling tot het Nederlandstalige programma geen opties aan en het deel 'optieverbreiding' is ook beperkter. Ze bestaat uit opleidingsonderdelen die het Engelstalige equivalent zijn van de Nederlandstalige master. De kern van 21 studiepunten is dezelfde als de Nederlandstalige kern. Vervolgens is er het luik 'specialised technical education' (63 studiepunten) dat bestaat uit opleidingsonderdelen die in de drie opties van het Nederlandstalige programma voorkomen. In tegenstelling tot de Nederlandstalige studenten die een optiespecifieke 'P&O' hebben, kunnen de Engelstalige studenten kiezen uit één van de drie optiespecifieke 'P&O's'. Voor algemeen vormende en optieverbreedende

¹ Het Athensnetwerk bestaat uit negen Europese universiteiten en biedt de studenten twee maal per jaar de kans om zich gedurende één week te verdiepen in een 'field of excellence' van de leden. Alle masterstudenten kunnen deelnemen aan deze internationale uitwisseling.

opleidingsonderdelen zijn er 12 studiepunten voorzien, de masterproef neemt 24 studiepunten in beslag.

Facet 2.1. De relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma

Bachelorprogramma

De commissie meent dat het programma de opleidingscompetenties adequaat realiseert, zowel qua niveau als qua domeinspecifieke invulling. Het programma biedt de studenten absoluut de mogelijkheid om de geformuleerde eindkwalificaties te bereiken. De studenten krijgen in het eerste deel (BI) van de bacheloropleiding een gedegen basiswetenschappelijke vorming in wiskunde, energie en materie, en informatie. Het aspect natuurkunde (met inbegrip van opto-elektronica) kwam naar de mening van de commissie te weinig aan bod in het programma. De hierboven geschetste programmahervorming die de opleidingsonderdelen 'Algemene natuurkunde' (met optica) en 'Elektrische netwerken' invoert, remedieert hier evenwel aan.

Het tweede deel van de bacheloropleiding biedt de studenten de mogelijkheid om zich te verdiepen in twee ingenieursdisciplines. De verhoging van het aantal studiepunten van de nevenrichtingen Werktuigkunde, Computerwetenschappen en Materiaalkunde en de reductie van de studiepunten voor Bedrijfsbeheer, Technische Verbreding vindt de commissie een goede zaak. Op bachelorsniveau horen Bedrijfsbeheer en Technische Verbreding niet zoveel studiepunten in beslag te nemen, vindt de commissie.

De P&O-lijn in het bachelorprogramma heeft veel aandacht voor het trainen van onderzoeksvaardigheden, het leren samenwerken, communicatie, kennisintegratie, en het gebruik van ICT-werktuigen.

Die projectlijn verhoogt de attractiviteit van de opleiding, zeker in het eerste gedeelte waar vooral het bijbrengen van de basiswetenschappelijke kennis en vaardigheden centraal staat, en wordt geapprecieerd door de studenten, stelde de commissie vast. De maatschappelijke en ethische aspecten van de opleiding komen impliciet aan bod in diverse opleidingsonderdelen en zijn rechtstreeks gelieerd aan 'Wijsbegeerte' 'Religie, zingeving en levensbeschouwing' en 'Bedrijfskunde'. De internationale dimensie is in de bacheloropleiding beperkt tot het gebruik van internationale handboeken. Gezien Engels als de taal van de wetenschap wordt beschouwd en de studenten in de masteropleiding actief dienen te moeten communiceren in deze taal, is de commissie er voorstander van om buiten het curriculum om de studenten op een laagdrempelige manier een taalcursus aan te bieden, bijvoorbeeld via taal-labo's die 's middags plaatsvinden op de campus.

De commissie oordeelt tevens dat de eindkwalificaties adequaat vertaald zijn in leerdoelen. De studiefiches zijn over het algemeen goed ingevuld. De studenten kennen het programma en weten wat in het kader van de verschillende opleidingsonderdelen van hen verwacht wordt.

Masterprogramma's

De commissie is van mening dat beide masterprogramma's van een hoog niveau zijn en de opleidingscompetenties adequaat vertalen. Ze bieden de studenten absoluut de mogelijkheid om de geformuleerde doelstellingen te bereiken. De gemeenschappelijke kern brengt kennis en inzicht rond analoge elektronica, computerarchitecturen, communicatietechnieken en digitale signaalverwerking aan. De optie 'geïntegreerde elektronica' mikt sterk op het ontwerpen van hardware elektronica. Er wordt zowel op analoge als op digitale schakelingen als op grotere gehelen (systemen) gewerkt. Naast het pure ontwerpen komen ook een aantal elementen van technologie aan bod. De optie 'multimedia en signaalverwerking' combineert de technieken voor de verwerking, beveiliging en overdracht van signalen met de toepassing ervan in hardware. De optie 'telecommunicatie en signaalverwerking' draait rond telecommunicatie, met zowel netwerking als fysieke-laag aspecten. In de Engelstalige master is een selectie gemaakt van opleidingsonderdelen zodat de belangrijkste onderwerpen van de drie Nederlandstalige opties zijn samengebracht in het Engelstalige programma. Door dit gebrek aan specialisatie-opleidingsonderdelen ervaren de studenten het programma als minder attractief. De opleidingsverantwoordelijken zijn zich hiervan bewust en zijn van plan om meer opleidingsonderdelen in het Engels te gaan aanbieden (*zie verder*). De visitatiecommissie steunt de vraag van de studenten om meer gespecialiseerde opleidingsonderdelen te kunnen opnemen. Zij meent dat de Engelstalige studenten een even attractief programma moeten kunnen krijgen als hun Nederlandstalige collega's.

De competenties in probleemoplossend denken en ontwerpen komen in diverse opleidingsonderdelen aan bod en zijn optiespecifiek geïntegreerd in het opleidingsonderdeel P&O. Softwaretools, zoals bijvoorbeeld MATLAB en Spice worden in elke optie ingezet. De algemene competenties rond communicatie en werken met deadlines worden gerealiseerd, zowel in de masterproef als in de P&O's en in de diverse opleidingsonderdelen waar met opdrachten wordt gewerkt. De competenties rond maatschappelijke en ethische verantwoordelijkheidszin, milieubewustzijn, ondernemingszin en openheid voor nieuwe technologieën komen impliciet aan bod in de domeinspecifieke opleidingsonderdelen en worden expliciet aangeboden via het pakket van algemene vormende opleidingsonderdelen (met onder andere opleidingsonderdelen als 'milieuproblemen en -technieken', 'plichtenleer van de ingenieur', en 'initiatie tot ondernemen').

In de masteropleidingen is de internationale dimensie nadrukkelijker aanwezig dan in de bacheloropleiding. Internationale handboeken en wetenschappelijke publicaties worden als lesmateriaal ingezet, oefenzittingen en practica worden regelmatig verzorgd door de internationale onderzoekers van het departement Elektrotechniek, en in het gedeelte 'optieverbreiding' kan de Nederlandstalige student kiezen voor Engelstalige opleidingsonderdelen. Ook kunnen de studenten Erasmusuitwisselin-

gen, Athensuitwisselingen en stages in het buitenland volgen, al vindt de commissie (zie onderwerp 'Resultaten') dat de deelname aan de Erasmusuitwisselingen en stages nogal beperkt is.

Een aantal oefenzittingen en P&O's worden gezamenlijk in het Engels georganiseerd voor de Nederlandstalige masterstudenten en voor de studenten uit de Engelstalige masteropleiding. De opleidingsverantwoordelijken zijn van plan om het onderwijs nog meer gezamenlijk te organiseren voor beide taalgroepen. Een volledige fusie van beide programma's komt er evenwel niet: het eerste deel van beide opleidingen blijft apart omwille van de diversiteit van de instroom in het Engelstalige programma. Pas als die instroom op een gelijk niveau is gebracht, worden de beide studentengroepen meer gemengd. De commissie is van mening dat beide studentengroepen meer met elkaar in contact mogen komen en kan zich in de voorgestelde aanpak vinden.

Om de studenten te laten proeven van het professionele leven en een goede indruk te laten krijgen van hun carrièremogelijkheden, is een stage een probaat middel vindt de commissie. Het programma biedt de mogelijkheid om een industriële stage (6SP) of een 'bedrijfservaring' (3SP) op te doen. In de laatste drie academiejaren hebben 22 studenten een stage afgelegd en drie een bedrijfservaring opgedaan. Dat is ongeveer één student op vijf. De commissie vindt dat de opleidingsverantwoordelijken middels een veel striktere organisatie en een groter aanbod het opnemen van een stage dienen te stimuleren.

Ook voor deze masteropleidingen zijn de eindkwalificaties adequaat vertaald in leerdoelen. De studiefiches zijn over het algemeen goed ingevuld. De studenten kennen het programma en weten wat in het kader van de verschillende opleidingsonderdelen van hen verwacht wordt, constateerde de commissie.

De commissie beoordeelt het facet 'Relatie tussen de doelstellingen en de inhoud van het programma dan ook als goed.

Facet 2.2. De professionele en academische gerichtheid van het programma

In zowel de bacheloropleiding als in de beide masteropleidingen wordt veel aandacht besteed aan kennisontwikkeling en het aanleren van onderzoeksvaardigheden. In de *bacheloropleiding* krijgen de studenten in het eerste gedeelte een grondige vorming in wiskunde, energie en materie, en informatie. Op die basiswetenschappelijke vorming wordt in de laatste drie semesters een elektrotechnische vorming geënt. De basisvaardigheden van het onderzoek worden geïntegreerd aangereikt via het trapsgewijs opgebouwde P&O-traject, maar ook ingeoeffend tijdens de practica en oefenzittingen.

De kennisverwerving in de *masteropleidingen* is gespecialiseerd en geavanceerd. Het merendeel van de leeractiviteiten wordt gedreven door het onderzoek van de docenten, de kennisverwerving wordt gespekt met cases uit het eigen onderzoek, artikels uit internationale tijdschriften en conferentie proceedings. In de masteropleidingen

wordt de 'P&O'-lijn verder doorgetrokken. De onderwerpen liggen dicht bij het onderzoek dan in de bacheloropleiding, de werktuigen die gebruikt worden (software, hardware, meetopstellingen, ...) brengen deze P&O's dicht bij de dagelijkse praktijk van de ingenieur. In de masterproef dient de student zijn verworven onderzoekshouding met bijbehorende vaardigheden te demonstreren (zie *facet 2.8.*).

Alle programma's hebben oog voor de vaardigheden die het maatschappelijk en beroepsmatig functioneren ondersteunen, meent de commissie. In het bachelorprogramma ontwikkelen de studenten in de P&O-lijn hun technische vaardigheden, leren ze in team te werken, te plannen en mondeling en schriftelijk te rapporteren. Het verplichte opleidingsonderdeel 'Bedrijfskunde' geeft een inleiding in de bedrijfskundige bestuursbeslissingen en beheersbeslissingen waarmee een ingenieur geconfronteerd wordt. Via de nevenrichting Bedrijfsbeheer kan de student een bredere basis krijgen in de werking van een bedrijf. In de masterprogramma's komen maatschappelijke aspecten zoals verantwoordelijkheidszin, milieubewustzijn, professionele correctheid, openheid voor nieuwe technologieën en ondernemingszin expliciet aan bod in het pakket algemeen vormende opleidingsonderdelen maar ook de domeinspecifieke opleidingsonderdelen dragen bij tot het ontwikkelen van maatschappelijke competenties. De competenties rond werken met deadlines en communiceren worden gerealiseerd in het opleidingsonderdeel 'P&O', in de masterproef en in de diverse opleidingsonderdelen waar met opdrachten wordt gewerkt. Ten slotte is er de mogelijkheid om een stage of bedrijfservaring te volgen.

De commissie beoordeelt het facet 'Professionele en academische gerichtheid' voor alle programma's dan ook als goed.

Facet 2.3. De samenhang van het programma

De commissie meent dat alle programma's inhoudelijk goed samenhangen en logisch zijn opgebouwd. In het bachelorprogramma krijgen de studenten zoals hierboven reeds werd geschetst in het eerste gedeelte een degelijke vorming in de basisdisciplines van de ingenieurswetenschappen (wiskunde, energie en materie, informatie), in het tweede gedeelte wordt daarop de elektrotechnische vorming geënt, maar ook de nevenrichtingen materiaalkunde, werktuigkunde en computerwetenschappen steunen sterk op de vorming die in het eerste gedeelte is aangereikt. Het probleem oplossen en ontwerpen wordt stapsgewijs in een traject van toenemende complexiteit en zelfstandigheid opgebouwd in de P&O-lijn. In de Nederlandstalige masteropleiding wordt de domeinspecifieke vorming, die verdiept en gespecialiseerd is, na een domeinspecifiek kernpakket verder uitgewerkt in drie opties. Die opties brengen in essentie een pakket opleidingsonderdelen over elektronica, signaalverwerking en telecommunicatie, maar er is altijd een overlap. Naargelang de gekozen optie ligt de nadruk meer op elektronica, signaalverwerking of telecommunicatie maar altijd heeft de student een gedeelte van de drie disciplines in zijn pakket: 24 studiepunten zijn gemeenschappelijk voor alle studenten (21 SP van de

kernopleiding en 3 SP 'Programmeren voor real-time controle). In de Engelstalige masteropleiding is een selectie gemaakt van opleidingsonderdelen zodat de belangrijkste onderwerpen van de drie Nederlandstalige opties zijn samengebracht.

Uit het zelfevaluatierapport en de gesprekken met de studenten kon de commissie afleiden dat er een goede samenhang is tussen de opleidingsonderdelen van het bachelorprogramma en de beide masterprogramma's. De overgang van het bachelorprogramma naar de masterprogramma's verloopt naadloos. De studenten zijn goed op de hoogte en appreciëren de structuur van de programma's. De samenhang van de opleidingsonderdelen wordt bewaakt door de POC. Voor de bacheloropleiding en voor elke optie in de masteropleiding is er een student-coördinator bij wie studenten problemen inzake aansluiting en overlap kunnen detecteren en aanpakken. Die student-coördinatoren zijn lid van de POC.

De commissie beoordeelt het facet 'Samenhang' als goed voor alle opleidingen.

Facet 2.4. Studieomvang

De opleidingen voldoen aan de formele eisen met betrekking tot de studieomvang: de driejarige bacheloropleiding omvat 180 studiepunten en de tweejarige masteropleidingen (120 studiepunten) omvatten 60 studiepunten per jaar.

Facet 2.5. Studietijd

Volgens de Vlaamse decreetgever moet 1 studiepunten overeenkomen met ten minste 25 en ten hoogste 30 uren studietijd. Om de studietijd te bewaken, legt de faculteit richtlijnen op die het verband aangeven tussen het aantal uren contacttijd en de verwerkingstijd. De studietijd wordt zoveel mogelijk evenredig verdeeld over de verschillende semesters.

In de loop van het academiejaar 2007-2008 werd voor de bacheloropleiding een uitgebreide studietijdmeting uitgevoerd in de drie jaren door middel van tijdschrijven en kwalitatieve enquêtes via hearings. Zowel de gemiddelde studietijd per studiepunten, als de studietijd per opleidingsonderdeel (mits voldoende respons) als de spreiding van de studietijd over de semesters werd nagegaan. De gemiddelde gemeten studietijd ligt iets lager dan de begrote studietijd in de eerste twee bachelorjaren. De totale studietijd valt binnen de decretaal opgelegde grenzen. Voor de meeste opleidingsonderdelen is de studietijd lager dan de decretaal vastgelegde bovengrens (30 uren studietijd per studiepunten). Voor enkele algemeen vormende opleidingsonderdelen (Wijsbegeerte, Economie en Bedrijfskunde) bleek de studietijd zelfs veel te hoog begroot. De overschrijdingen van de bovengrens zijn beperkt in omvang, behalve voor Organische scheikunde, Materiaalkunde en Thermodynamica. De evaluatie van deze resultaten leidde tot een reductie met 1 studiepunten van de opleidingsonderdelen Wijsbegeerte en Economie. De reductie werd binnen het kader

van de al eerder genoemde programmahervorming ingevoerd in het academiejaar 2009-2010. Wat de spreiding van de studietijd betreft, tonen de metingen aan dat de studenten voornamelijk aan het einde van het semester aan verwerking van de leerstof toekomen.

De Nederlandstalige masteropleiding werd in het academiejaar 2008-2009 het onderwerp van een studietijdmeting. De studietijd werd gemeten via absoluut schatten achteraf en via kwalitatieve enquêtes via hearings. Omwille van de grote individuele verschillen in de programma's, zijn alleen de kernopleidingsonderdelen en de masterproef onder de loep genomen. Uit deze metingen blijkt dat de door de studenten geschatte studietijd voor de kernopleidingsonderdelen de decretale bovengrens niet overschrijdt maar eerder aan de ondergrens zit. Ook voor deze opleidingsonderdelen concentreert de studiedruk zich tijdens de blok- en examenperiodes, namelijk ongeveer 40 procent van de studietijd. De belasting van de masterproef is beduidend hoger en overschrijdt licht de decretale bovengrens. Uit de studie komt een grote standaardafwijking naar voor, niet alleen qua gemiddelde studiedruk maar ook qua tijd die aan de verschillende onderdelen wordt besteed.

In de Engelstalige masteropleiding werden nog geen studietijdmetingen uitgevoerd. Na de opstart van het programma was het aantal studenten onvoldoende om relevante resultaten te bekomen. Door de recente toename van het aantal studenten zal het de komende jaren wel mogelijk zijn om ook voor deze opleiding studietijdmetingen uit te voeren.

De commissie noteerde noch bij de bachelor- noch bij de masterstudenten klachten over de studiedruk of over verhouding studiepunten/studielast.

Op basis van de informatie uit het zelfevaluatierapport en de gesprekken concludeert de commissie dat de werkelijke studietijd voor de bachelor- en de Nederlandstalige masteropleiding aansluit bij de norm van 60 studiepunten per jaar. Op basis van het programma, dat vergelijkbaar is met het Nederlandstalige, en de gesprekken tijdens het visitatiebezoek meent de commissie dat de werkelijke studietijd van de Engelstalige masteropleiding ook overeenstemt met de norm van 60 studiepunten per jaar. De commissie acht alle programma's ook studeerbaar, zeker voor studenten die de studie in het eerste bachelorjaar aanvatten met de nodige (wiskundige) voorkennis. De studietijd is voor alle jaren ook goed gespreid over beide semesters.

De commissie beoordeelt het facet 'Studietijd' voor alle programma's als goed.

Facet 2.6. Afstemming tussen vormgeving en inhoud

De K.U.Leuven hanteert 'Begeleide Zelfstudie' als richtinggevend onderwijsconcept. Het concept bepaalt welke doelstellingen kenmerkend zijn voor universitair onderwijs en geeft ook aan hoe die doelstellingen gerealiseerd moeten worden. Voor de docent impliceert dit dat hij zijn leeromgeving coherent moet uitbouwen (studiemateriaal, inhoud, werkvormen, evaluaties, studenten). Hij dient te preciseren welke doelstellingen in het opleidingsonderdeel worden nagestreefd en hij dient de ondersteuning uit te bouwen die de studenten helpt bij het realiseren van die doelstellingen. Verder moet een evaluatiesysteem geïmplementeerd worden dat de docent in staat stelt te evalueren in welke mate de studenten de doelstellingen van het opleidingsonderdeel beheersen. De docent ontwikkelt zijn leeromgeving in overleg met de POC en rekening houdend met de kenmerken van de studenten. De commissie meent dat het concept te weinig sturend is en stelt zich de vraag welke meerwaarde het de opleidingen biedt.

In de opleidingen Elektrotechniek nemen hoorcolleges iets minder dan de helft van de contacturen (begeleidingsuren) in beslag. De resterende contacturen zijn in de bacheloropleiding ongeveer evenredig verdeeld tussen de categorie 'oefeningen en practica' (oefeningen, practica, huiswerk, excursies en projecten) enerzijds en de P&O-lijn anderzijds. In de masteropleidingen loopt het P&O-gedeelte (met inbegrip van de masterproef) op tot gemiddeld 50 % van de begeleidingsuren: 19 procent in het eerste jaar en 74 procent in het tweede jaar. Het aandeel oefeningen en practica daalt in het tweede masterjaar tot ongeveer 10%. De commissie is van mening dat de gebruikte werkvormen stroken met de doelstellingen van de opleiding en met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen. Zowel in de bachelor- als in de masteropleidingen worden de studenten gestimuleerd om op een actieve manier om te gaan met de leerstof maar dit valt in de praktijk hoofdzakelijk in het eerste bachelorjaar nog wel eens tegen, concludeert de commissie uit haar visitatiegesprekken. In het eerste jaar wordt die interactiviteit geremd door de grote studentengroepen. Ook blijkt dat nogal wat studenten onvoorbereid naar de oefeningensessies komen, wat niet efficiënt is, noch voor het academisch personeel noch voor de studenten die wel voorbereid zijn. Dit is een bekend probleem dat de aandacht heeft van de faculteit (zie facet 6.2., het project 'Van leerling naar student'). Mogelijke oplossingen volgens de commissie zijn het in rekening brengen van de deelname, peer pressure of het aantrekkelijker maken van de oefeningen. De 'P&O'-lijn wordt door de studenten als zeer aantrekkelijk ervaren, stelde de commissie vast. In die lijn is er veel aandacht voor het trainen van de communicatievaardigheden, het verwerven en verwerken van informatie, het ontwikkelen van de technische vaardigheden, voor teamwork en voor creativiteit. Ook over de practica zijn de studenten tevreden. Wel zouden er, zeker in de masteropleidingen, meer bedrijfsbezoeken mogen ingeroosterd worden. De studenten zijn hier vragende partij voor en het zou de link met het bedrijfsleven ten goede komen.

In de bacheloropleiding bestaat het onderwijs- en leer materiaal hoofdzakelijk uit cursussen aangevuld met materiaal dat gebruikt wordt tijdens de lessen (dia's, figuren, beeldmateriaal, ...). Het lesmateriaal in de bacheloropleiding is van goede kwaliteit, oordeelt de commissie. In de masteropleidingen maken sommige docenten alleen gebruik van slides. De commissie is van mening dat dit onvoldoende is. Slides dienen ondersteund te worden met tekstmateriaal. De commissie zag ook cursussen met copies van (internationale) handboeken zonder referenties naar die handboeken noch toestemming van de auteurs of uitgevers. Dit kan volgens haar absoluut niet en een dergelijke praktijk is volgens haar ook geen goed voorbeeld voor de studenten. Ze beveelt de opleidingsverantwoordelijken dan ook aan om meer zorg te besteden aan het lesmateriaal.

Het elektronisch leerplatform Toledo wordt goed gebruikt als discussieforum en als informatieplatform. Er wordt lesmateriaal op uitgewisseld, discussiefora opgericht en, via de elektronische vragentrommel, studiebegeleiding op aangeboden. Ook de practica-infrastructuur is in orde, meent de commissie. Alle faciliteiten en materiaal zijn aanwezig.

De commissie beoordeelt het facet 'Afstemming tussen vormgeving en inhoud' voor de bachelor- en voor de masteropleidingen als voldoende.

Facet 2.7. Beoordeling en toetsing

Vanaf 2001-2002 is het semesterexamensysteem in voege getreden aan de K.U.Leuven. Dit betekent dat op het einde van elk semester examens worden afgelegd, telkens over ongeveer de helft van de opleidingsonderdelen. Hierbij geldt een uitzondering voor de eerstejaars: die leggen in januari slechts vier van de tien formele examens af voor een totaal van 24 studiepunten. De semesterexamens zijn verplicht en definitief. Na afloop van de examenreeks worden de resultaten meegedeeld. De beraadslagingen van zowel de januari- als de junizittijd gebeuren eind juni. Vanaf het academiejaar 2010-2011 wordt de beslissing over het al dan niet slagen van een student nog enkel genomen aan het einde van een opleiding en tegelijk over de ganse opleiding (bachelor en master).

De praktische organisatie is in handen van de pedel en hulppedels. De pedel verzorgt de organisatie van de examens van de verplichte opleidingsonderdelen. Voor keuzeopleidingsonderdelen maakt de student zelf de afspraken met de docent, maar voor grotere groepen zorgen de ombudspersonen meestal voor een concrete planning. Vanaf 2010-2011 wordt universiteitsbreed de zogenaamde 'vervroegde examenplanning' ingevoerd. Dit houdt in dat de examenregeling aan studenten bij de aanvang van het academiejaar zal worden bekendgemaakt.

De keuze van de evaluatievorm gebeurt door de docent zelf en wordt besproken en/of goedgekeurd door de programmadirecteur en/of door de POC. De docenten delen bij het begin van elk semester de examenvorm mee, evenals de doelstellingen van

het opleidingsonderdeel die zullen getest worden. Ze geven ook aan hoe en op welke basis de quoterings gebeurt. Meestal wordt deze informatie bij het laatste contactmoment herhaald. De examenvorm en de doelstellingen staan ook beschreven in de studiefiches die beschikbaar zijn op het internet.

Aan de faculteit Ingenieurswetenschappen bestaat de standaard evaluatievorm uit een mondeling examen met een schriftelijke voorbereiding, afgenomen in groepen van maximaal 20 personen. De grote aantallen studenten in de eerste drie semesters van de bacheloropleiding nopen evenwel tot overwegend schriftelijke examens. Slechts een viertal opleidingsonderdelen wordt geëvalueerd volgens de standaard examenvorm. In de laatste drie semesters van de bacheloropleiding stijgt het aantal mondelinge examens naar 6 à 7, afhankelijk van de nevenrichting. In de masteropleidingen maakt, buiten de keuzeopleidingsonderdelen, slechts één opleidingsonderdeel gebruik van een schriftelijk examen. Docenten van keuzeopleidingsonderdelen verkiezen vaak schriftelijke examens om praktische redenen: hun vakken maken deel uit van meerdere opleidingsprogramma's en trekken grote aantallen studenten. Voor de P&O's bestaat de evaluatie uit een combinatie van permanente, mondelinge en schriftelijke evaluatie. De beoordeling gebeurt hoofdzakelijk op basis van het ingeleverde projectverslag. Dit schriftelijke verslag dient ook door het projectteam mondeling te worden verdedigd. Om een gedifferentieerde quoterings per teamlid te kunnen geven, mogen de begeleiders op basis van de inzet per teamlid een andere score geven. Verder wordt ook gebruik gemaakt van peer assessment. De resultaten van de peer assessments, gehouden op het einde van een semester, worden over het algemeen verrekend in het eindresultaat van de studenten. Peer assessments in de loop van het semester worden meestal niet verrekend maar zijn bedoeld om minder goed functionerende teams snel te kunnen bijsturen.

De commissie meent op basis van de studiefiches en de examens die ze kon inkijken dat de evaluaties stroken met de leerdoelen van de opleidingsonderdelen.

De kwaliteitsbewaking van het toetsgebeuren gebeurt a posteriori. De lesgevers hebben een grote autonomie in het samenstellen van evaluaties en in het beoordelen van de studenten. Post factum moeten ze wel verantwoording kunnen afleggen over de gestelde vragen en de beoordeling, ten eerste aan de POC mochten er problemen aan het licht komen tijdens de onderwijs-evaluaties, ten tweede aan de ombudspersonen die klachten van studenten onderzoeken en ten derde aan de examencommissie.

De studenten worden goed voorbereid op de examens, stelde de commissie vast. In de P&O-lijn is er veel aandacht voor tussentijdse feedback. Om de eerstejaarsstudenten beter te ondersteunen, zijn er tussentijdse toetsen voor Mechanica en Algebra of Analyse en Scheikunde in het eerste semester, en Elektriciteit en mag-

netisme of Thermodynamica en Kansrekenen en statistiek in het tweede semester. Slechts één week op voorhand wordt door loting bepaald over welk pakket opleidingsonderdelen een student zal ondervraagd worden. Omdat uit hearings bleek dat de Engelstalige masterstudenten het moeilijk hebben met een mondeling examen, is ook voor deze studenten sinds het academiejaar 2009-2010 een tussentijdse toets ingericht om hen met deze examenvorm vertrouwd te maken. Op Toledo zijn er ook voorbeeldexamens te vinden.

Uit het zelfevaluatierapport en uit de gesprekken met de studenten blijkt dat ze vertrouwd zijn met de exameneisen, constateert de commissie. De docenten stippen in de laatste les aan wat ze van de studenten verwachten tijdens het examen, de examens zijn representatief voor de leerstof en de quoterings is in orde. Specifiek met betrekking tot het gebruik van peer assessment wil de commissie erop wijzen dat deze evaluatievorm ook risico's inhoudt. Peer assessment reflecteert niet altijd de reële situatie. Als kwalitatief instrument is het volgens de commissie bruikbaar, als kwantitatief instrument daarom minder.

De commissie beoordeelt het facet 'Beoordeling en toetsing' voor alle opleidingen als goed.

Facet 2.8. De masterproef

De masterproef is 24 studiepunten waard en voldoet daarmee aan de decretale eis ter zake. De studenten kiezen een onderwerp in de loop van het tweede semester en vatten de werkzaamheden in het begin van het derde semester aan. Van de student wordt verwacht dat hij in zijn masterproef een oorspronkelijk stuk onderzoek uitvoert en daarover rapporteert. De tekst wordt in het Nederlands geschreven voor de Nederlandstalige masteropleiding en in het Engels voor de Engelstalige masteropleiding. De studenten dienen van hun masterproef ook een Engelstalig artikel te schrijven.

Om de vooruitgang van het werk te toetsen, wordt er aan het begin van het vierde semester een tussentijdse presentatie gehouden. Aan het einde van het vierde semester is er een eindvoorstelling waarin de masterproef wordt voorgesteld aan de promotor, de dagelijkse leiding, de assessoren en andere geïnteresseerden.

Het departement Elektrotechniek biedt de studenten een bundel met masterproefvoorstellen voor en organiseert een masterproefbeurs waar de studenten de aanbieders van onderwerpen kunnen spreken. Na het indienen van drie onderwerpen die hen interesseren, krijgen de studenten een onderwerp toegewezen, meestal hun eerste keuze. Masterproeven zijn doorgaans onderdelen van een groter onderzoeksproject dat op voorhand is getoetst voor wat betreft relevantie, haalbaarheid en kwaliteit van de onderzoeksgroep waarin het werk plaats heeft.

De promotor is de docent die verantwoordelijk is voor de masterproef. Hij doceert een opleidingsonderdeel dat gevolgd wordt in de kernopleiding of een optiespeci-

fieke opleidingsonderdeel van de master. Doctorassistenten of ZAP-leden uit andere faculteiten kunnen als copromotor optreden. De dagelijkse leiding berust bij één of twee AP-leden. Bijkomende dagelijkse leiding kan aangeduid worden als de masterproef geheel of gedeeltelijk wordt uitgevoerd in een bedrijf of laboratorium aan een andere universiteit.

Een masterproef wordt beoordeeld door de promotor, de dagelijkse leiding en assessoren. Die laatste plaatsen de beoordeling in een ruimere context. Ten minste één assessor komt uit de onderzoeksgroep waar de masterproef werd uitgevoerd, en ten minste één assessor wordt gekozen buiten de onderzoeksgroep waar de masterproef plaats vond. Onmiddellijk na de eindvoorstelling (*zie eerder*) houden de beoordelaars een korte deliberatie. De beoordeling gebeurt op basis van een standaardformulier en is gericht op de inhoud van het werk, de tekst en de mondelinge voorstelling. Masterproeven die in het kader van een Erasmusuitwisseling van een volledig academiejaar in het buitenland zijn uitgevoerd, worden in de onthaalinstelling verdedigd en beoordeeld. De credits worden door de K.U.Leuven overgenomen. Een student die geen volledig jaar doorbrengt in de onthaalinstelling, heeft nog wel een promotor, dagelijkse begeleiders en assessoren van de opleiding Elektrotechniek. Deze masterproeven worden in Leuven verdedigd en beoordeeld.

De commissie heeft een aantal masterproeven doorgenomen en concludeert dat deze werken over het algemeen van zeer goede wetenschappelijke kwaliteit zijn. Ze weerspiegelen het analytisch en zelfstandig probleemoplossend academisch vermogen van de studenten. De studenten worden goed geïnformeerd over de onderwerpen. De begeleiding is in orde zonder dat de studenten te veel bij het handje worden genomen en de beoordeling is correct en transparant. De commissie vindt het belangrijk dat de masterproeven binnen de voorziene termijn worden afgerond en de slaagcijfers in het tweede jaar tonen aan dat dit voor de overgrote meerderheid ook het geval is.

Naar de mening van de commissie mag het aanbod aan topics vanuit de industrie wel groter. Ten slotte is de commissie er voorstander van dat experimentele masterproeven tot in een prototypefase gebracht kunnen worden. Om dit mogelijk te maken, dient de klemtoon op de masterproef niet alleen in het vierde semester te liggen maar moet ook het derde semester al goed benut worden. De commissie vraagt dan ook om hier meer aandacht aan te besteden. Gezien het belang van het Engels als taal van de wetenschap, zoals ook erkend in de doelstellingen, beveelt de commissie tevens aan om er naar te streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten gebeuren en de proef ook in het Engels te laten schrijven.

De commissie beoordeelt het facet 'Masterproef' als goed.

Facet 2.9. Toelatingsvoorwaarden

De huidige toelatingsvoorwaarden voor een bachelor in de ingenieurswetenschappen zijn de generieke criteria die in het Vlaamse hoger onderwijs worden toegepast voor alle opleidingen. Dit betekent dat de studenten moeten beschikken over:

- een diploma van het secundair onderwijs
- *of* een bachelordiploma
- *of* een diploma van het hoger onderwijs voor sociale promotie
- *of* een diploma of getuigschrift dat als gelijkwaardig wordt erkend.

Tot en met het academiejaar 2003-2004 dienden de kandidaat-studenten evenwel nog een toelatingsexamen af te leggen vooraleer ze de opleiding burgerlijk ingenieur mochten aanvatten.

De instroomgegevens voor het eerste bachelorjaar hebben betrekking op de volledige bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen vermits de student pas in het tweede jaar voor de hoofdrichting Elektrotechniek kiest.

De starters in de bacheloropleiding burgerlijk ingenieur zijn quasi uitsluitend doorstromers uit het algemeen secundair onderwijs, en binnen het algemeen secundair onderwijs wordt er vooral gerekruteerd uit de sterke wiskunderichtingen. Sinds de afschaffing van het toelatingsexamen is het aantal studenten met ongeveer 15 procent gestegen: voor de afschaffing schommelde het aantal rond de 400, erna rond de 500 studenten in het eerste jaar.

De commissie stelt vast dat de opleiding op alle terreinen werkt aan een goede aansluiting met het secundair onderwijs en een vlotte overgang naar het hoger onderwijs. Op Vlaams niveau is er gestructureerd overleg met het secundair onderwijs. Voor zij de opleiding aanvatten, kunnen de studenten hun voorkennis testen via online zelftesten voor wiskunde, fysica en scheikunde. Ook kunnen ze deelnemen aan een zomercursus wiskunde. Tijdens de opleiding zijn er eind oktober de tussentijdse testen. Naast de inhoudelijke aansluiting, is er ook nog de studiebegeleiding (zie *facet 4.2.*), die goed is uitgebouwd. Al deze inspanningen krijgen het slaagpercentage, dat sinds de versoepeling en later de afschaffing van het toelatingsexamen van 75 naar 50 procent is gezakt, evenwel niet terug omhoog. Het blijvend lage slaagpercentage was een van de belangrijke argumenten voor het opstarten van het eerder genoemde onderwijsproject 'Van leerling naar student, 2009-2011), waarin er onderzoek gedaan wordt naar het studiegedrag van starters'. De selectie die vroeger voor de universiteitspoort gebeurde, gebeurt nu in het eerste jaar. De commissie betreurt dit en is van mening dat een bindend studieadvies hierin verandering zou kunnen brengen. Dit advies zou gegeven kunnen worden na het testen van een herhalingscursus wiskunde die in de eerste weken van het academiejaar wordt gegeven. Elders is een herhalingscursus wiskunde al in het eerste jaar ingebouwd en ze blijkt een goede voorspeller te zijn van de slaagkansen van de student op het einde van het eerste jaar. De commissie beseft evenwel dat het koppelen van een bindend advies aan zo'n test een zaak is die op politiek niveau moet geregeld worden.

De instroom in de master Elektrotechniek daalde de jongste jaren gevoelig (van 87 in 1999 tot 31 in 2008) omdat een aantal opties die vroeger binnen de master werden aangeboden, sinds enkele jaren als zelfstandige masteropleidingen (o.a. in nanotechnologie) worden aangeboden. De instroom bestaat hoofdzakelijk uit studenten uit de bachelor met als hoofd- of nevenrichting Elektrotechniek, voor wie een naadloze overgang is geprogrammeerd. Daarnaast kent de opleiding ook nog een belangrijke zij-instroom (25%) van masters in de industriële wetenschappen: elektronica. De opleiding speelt op deze zij-instroom goed in. De industrieel ingenieurs volgen een aangepast studieprogramma. Hun theoretische onderbouw wordt bijgespijkerd met een 'basispakket wetenschappen' ter waarde van 21 studiepunten en een selectie van 6 studiepunten aan bachelorsopleidingsonderdelen naargelang de specifieke noden van de student. Bepaalde P&O-opleidingsonderdelen vervallen voor deze groep van studenten omdat zij al over de praktische vaardigheden beschikken die erin worden aangeleerd. Driekwart van deze groep studenten haalt het einddiploma wat er volgens de commissie op wijst dat de aanpak werkt. Ze meent dan ook dat het programma zowel voor de doorstromers als de zij-instromers qua vorm en inhoud aansluit bij hun kwalificaties.

Bachelors in de industriële wetenschappen: elektrotechniek of masters in de industriële wetenschappen uit een niet-aanverwante richting worden toegelaten mits het volgen van een voorbereidingsprogramma van ongeveer 60 studiepunten. De laatste jaren zijn er evenwel geen aanvragen geweest voor het volgen van een dergelijk programma.

De kandidaat-studenten voor de Engelstalige masteropleiding worden beoordeeld op basis van verschillende criteria. Ze dienen minstens over een bachelordiploma in electrical engineering of een aanverwant studiegebied (zoals computer engineering) te beschikken. Daarnaast spelen ook een rol in de beoordeling: de reputatie van de instelling waar het bachelordiploma is gehaald, de individuele scores, referenties en de eigen motivering van de student. Uiteraard dienen de studenten ook hun kennis van het Engels te bewijzen. In 2007 startte het programma met 15 aanvragen, in 2009 waren het er al 71. Respectievelijk 8 en 41 kandidaten werden er aanvaard en respectievelijk 8 en 15 studenten startten effectief. Daarnaast sturen de Tsinghua universiteit (China) en de National Chiao-Tung universiteit (Taiwan) in het kader van een uitwisselingsprogramma met de K.U.Leuven elk jaar een aantal studenten naar Leuven om het masterprogramma te volgen. In 2007 waren dat er vijf, in 2009 14. De commissie stelde vast dat de docenten goed rekening houden met het beginniveau van de studenten en, indien nodig, extra les geven. De, weliswaar beperkte, rendementcijfers (zie *onderwerp 6*) leveren alvast een goed beeld op. Wel beveelt de commissie de opleidingsverantwoordelijken aan om de relatie toelatingsvoorwaarden-studierendement de komende jaren goed in het oog te houden.

Alle opleidingsprogramma's kunnen deeltijds worden gevolgd. De K.U.Leuven heeft ook een volledig uitgewerkte procedure voor het honoreren van eerder verworven competenties (EVC) en eerder verworven kwalificaties (EVK). Totnogtoe zijn er voor de Nederlandstalige masteropleiding Elektrotechniek slechts enkele dossiers ingediend.

De commissie beoordeelt het facet 'Toelatingsvoorwaarden' voor alle opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 2: Programma

De commissie beoordeelt alle facetten voor alle opleidingen als positief. Het onderwerp 'Programma' van alle opleidingen krijgt bijgevolg ook een positieve beoordeling.

Onderwerp 3 Inzet van personeel

Het onderwijs in de bacheloropleiding wordt gedragen door de hele faculteit Ingenieurswetenschappen, de masteropleidingen steunen op de docenten van het departement Elektrotechniek (ESAT).

Op basis van de strategische prioriteiten en de beschikbare middelen stelt het departement ESAT in samenspraak met de faculteit een lijst van vacatures op. Er wordt daarbij gestreefd naar een zo ruim mogelijke internationale verspreiding van de vacatureberichten. De kandidaten worden beoordeeld door de facultaire beoordelingscommissie, die bestaat uit (gewoon) hoogleraren, en geeft een advies aan het Bijzonder Groepsbestuur. Het advies van het Bijzonder Groepsbestuur wordt voorgelegd aan de Bijzondere Academische Raad die de uiteindelijke beslissing neemt. De beoordeling gebeurt op basis van onderzoek, onderwijs en maatschappelijke dienstverlening. Een eerste aanstelling als docent is meestal tijdelijk voor maximum drie jaar en elke toewijzing van een leeropdracht is voor vijf jaar. Dit moet de POC de mogelijkheid bieden het doceergedrag en de cursusinhoud te evalueren en eventueel bij te sturen.

De facultaire beoordelingscommissie adviseert ook de aanvragen voor benoeming (vast) en bevordering (ten vroegste drie jaar na de benoeming) van ZAP-leden, mede op basis van informatie van de programmadirecteur. Over de verlenging van de onderwijstaken adviseert het faculteitsbestuur, op voorstel van de programmadirecteur. Het benoemings- of bevorderingsdossier bestaat, naast de algemene gegevens, uit een activiteitenlijst van het onderzoek, een activiteitenlijst van het onderwijs, een activiteitenlijst van de maatschappelijke dienstverlening, de vijf belangrijkste publicaties, een zelfevaluatie over het onderwijs en de motivering om de aanvraag

in te dienen. De gegevens die voortkomen uit de docentenevaluaties worden steeds automatisch aan het dossier toegevoegd.

Vijfjaarlijks (en buiten de evaluaties in het kader van de benoeming of bevordering) vindt een evaluatie plaats van de wijze waarop elk lid van het academisch personeel zijn taak heeft vervuld in de voorbije periode. De evaluatie gebeurt echter reeds drie in plaats van vijf jaar na de eerste aanstelling, na de vaste benoeming of na elke bevordering. De evaluatiebeslissingen worden genomen door een Algemene Evaluatiecommissie per groep, op voorstel van facultaire evaluatiecommissies.

Het assiterend en bijzonder academisch personeel (AAP en BAP) wordt aangesteld op tijdelijke basis. Bij een eerste aanstelling in het AAP is een vacature verplicht. De vacatures worden opgesteld door de faculteit, c.q. het departement/de onderzoekseenheid. Voor BAP is er geen vacatureverplichting. Het AAP wordt met middelen uit de eerste geldstroom (de overheidsdotatie) gefinancierd. Elke twee jaar vindt een evaluatie plaats op basis van de onderwijsopdracht en de wetenschappelijke prestaties, waarbij de vorderingen van het doctoraat een doorslag geven. Pre- en postdoctoraal onderzoek wordt gefinancierd met competitief verworven onderzoeksprojecten en -mandaten: middelen van de tweede en derde geldstroom (onderzoeksfondsen: K.U.Leuven, FWO, IWT, ...). Naargelang het niveau van de aange-stelde onderzoekers en de regelgeving van de fondsen worden deze personeelsleden aangesteld als doctoraatsbursaal, wetenschappelijk medewerker of postdoctoraal onderzoeker (BAP).

De K.U.Leuven biedt haar medewerkers een waaier aan cursussen in onderwijsprofessionalisering aan. Uit een enquête blijkt dat 80 procent van de docenten in de opleidingen Elektrotechniek een opleiding voor docenten gevolgd.

Facet 3.1. Kwaliteit van het personeel

De vakdeskundigheid van de lesgevers is zeer goed meent de commissie en is ook gegarandeerd doordat de opleidingsonderdelen toegewezen worden aan lesgevers die onderzoek doen dat aansluit bij de onderwijsinhoud. Over de didactische kwaliteiten van de ZAP'ers lijken de studenten tevreden te zijn, stelde de commissie vast, maar die van het AAP laten bij sommigen te wensen over. Didactische trainingen blijken ook niet populair te zijn bij het AAP omdat het volgen van een opleiding niet wordt meegerekend in de onderwijstaak. Didactische trainingen zouden een onderdeel moeten zijn van de onderwijstaak van de doctoraatsstudenten en de didactische kwaliteiten van het assiterend personeel zouden vervolgens gestructureerd dienen opgevolgd te worden. Op onderwijskundig vlak is er een goed aanbod aan onderwijsprofessionalisering maar dit aanbod wordt onderbenut, constateert de commissie. Nochtans meent ze dat op dit terrein nog vooruitgang kan worden geboekt. Ze denkt bijvoorbeeld aan nieuwe e-learning technieken, zoals bv. het kennis nemen van de mogelijkheden van serious gaming voor training in methoden en

technieken. Een forum waar docenten onderwijsideeën kunnen uitwisselen zou al een stap in goede richting kunnen zijn. Extra aandacht mag er volgens haar ook gaan naar de beheersing van het Engels, want die laat volgens de studenten bij sommige AP-leden nog te wensen over.

De toewijzing van de onderwijstaken gebeurt door ESAT. Twee keer per jaar houden de hoogleraren van het departement een conclaaf om de onderzoeks- en onderwijsbelasting van de docenten te bekijken en bij over- of onderbelasting indien mogelijk bij te sturen. ESAT waakt er tevens over dat jonge docenten meer tijd krijgen voor onderzoek dan hun oudere collega's. Jonge docenten worden ook eerder ingeschakeld in opleidingsonderdelen in de hogere jaren. Er wordt getracht de onderwijstaken voor het AAP/BAP ongeacht het statuut via een poolsysteem evenredig te verdelen. Doordat ze met velen zijn, is de onderwijslast ook beperkt. Het personeelsbeleid dat het departement voert, wordt door alle AP-leden gewaardeerd. Het uitgangspunt is een billijke verdeling van de onderwijstaken onder iedereen. Nieuwe assistenten en bursalen starten hun onderwijstaken (P&O, practica) eerst onder een ervaren collega en voelen zich goed ondersteund.

In het kader van het verbeterperspectief is de commissie van mening dat aan de internationalisering van het academisch korps aan de K.U.Leuven nog meer aandacht mag besteed worden, onder meer via het opnemen van sabbaticals. Daarnaast viel het de commissie op dat vele ZAP-leden uit de eigen rangen komen. Ze vraagt de universiteit erover te waken dat haar aanwervingspolitiek hierin verandering brengt, bijvoorbeeld door sterker internationaal te werven.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwaliteit van het personeel' als goed voor alle opleidingen.

Facet 3.2. Eisen professionele en academische gerichtheid

De kwaliteit van het onderzoek van de verschillende onderzoeksgroepen binnen ESAT die bij de bachelor- en masteropleidingen Elektrotechniek betrokken zijn, is goed tot excellent concludeert de commissie op basis van de onderzoeksoutput die in het zelfevaluatie rapport werd opgenomen. Binnen het personeel is er een waaier aan specialisaties, onder meer in geïntegreerde digitale en analoge schakelingen, telecommunicatiesystemen, multimediatoepassingen, databeveiliging, en elektrische energie.

De internationale contacten met terugkoppeling naar het onderwijs kunnen op verschillende vlakken worden gesitueerd: de meerderheid van het ZAP heeft in het buitenland gewerkt, verscheidene ZAP'ers hebben bestuursfuncties in internationale professionele organisaties, er zijn de contacten via conferenties, studieverblijven en onderzoeksprojecten en verscheidene ZAP-leden organiseren ten slotte ook cursussen in het buitenland.

De kennis en het inzicht in de beroepspraktijk worden geleverd door de vele projecten met industriële partners en door het opzetten van spin-off bedrijven. Een aantal docenten heeft ook een industriële achtergrond. De rechtstreekse 'input' vanuit het beroepenveld mag naar de mening van de commissie nog opgedreven worden. Gast-professoren vanuit de industrie zijn er immers niet binnen het basiscurriculum van de opleidingen.

De commissie beoordeelt het facet 'Professionele en academische gerichtheid' als goed voor alle opleidingen.

Facet 3.3. Kwantiteit van het personeel

In totaal zijn er 79 ZAP-leden, 7 AAP-leden en 147 BAP-leden betrokken bij de bacheloropleiding. Voor de Nederlandstalige masteropleiding zijn dit 48 ZAP-leden, 1 AAP-lid en 73 BAP-leden. Voor de Engelstalige masteropleiding zijn het 26 ZAP-leden, 1 AAP-lid en 46 BAP leden². De onderzoeksbasis voor de opleidingen wordt geleverd door de onderzoeksafdelingen uit het departement ESAT. In totaal gaat het om 312 fte, waarvan 34,4 VTE ZAP, 1,9 VTE AAP en 275,5 VTE BAP.

In 2008-2009 waren er in de volledige bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen 659 studenten. In de Nederlandstalige masteropleiding waren er 62 studenten, in de Engelstalige masteropleiding 21. Omgerekend geeft dit een student/ZAP-ratio van 14 voor de bacheloropleiding, 1.3 voor de Nederlandstalige masteropleiding en 0.8 voor de Engelstalige masteropleiding. Het grote verschil is een gevolg van het feit dat het eerste jaar in de bacheloropleiding gemeenschappelijk is voor alle ingenieursstudenten en het onderwijs in grote groepen wordt gedoceerd.

Bij het ZAP is ongeveer driekwart tussen de 40 en 59 jaar oud. De verantwoordelijke lesgevers besteden gemiddeld één dag per week aan onderwijs. De onderwijs-tijdsbesteding van het AAP/BAP wordt, zoals eerder vermeld, via een poolsysteem gemanaged.

De commissie is van mening dat de personeelssituatie gezond is. Mede dankzij het grote aantal bursalen, zijn er in alle opleidingen genoeg wetenschappelijke stafleden in verhouding tot de studentenaantallen. Daarbij komt voor het eerste jaar ook nog de vakinhoudelijke ondersteuning die het monitoraat biedt en waarvan vele studenten gebruik maken. De academische personeelsleden zijn niet overbelast met onderwijstaken en de regels aangaande de tijdsbestedingen worden gerespecteerd.

De commissie beoordeelt het facet 'Kwantiteit van het personeel' voor alle opleidingen als goed.

² Voor het bepalen van deze cijfers ging het departement uit van een 'gemiddeld' programma.

Algemene conclusie bij onderwerp 3: Inzet van personeel

De commissie beoordeelt de facetten 'Kwaliteit van het personeel', 'Professionele en academische gerichtheid van het personeel' en 'Kwantiteit van het personeel' als positief voor alle opleidingen. Ze heeft bijgevolg ook een positief oordeel over het onderwerp 'Inzet van personeel' voor alle opleidingen.

Onderwerp 4 Voorzieningen

Facet 4.1. Materiële voorzieningen

Tijdens de eerste drie semesters worden de hoorcolleges in de grotere aula's van de Arenbergcampus gedoceerd. Oefeningen worden in kleinere groepen georganiseerd in aangepaste lokalen. Practica vinden plaats in practicalokalen die specifiek zijn ingericht voor practica van natuurkunde of scheikunde. Voor de P&O's werd een speciaal P&O-lokaal ingericht, waar ieder team een eigen eiland heeft om aan het project te werken.

Vanaf het vierde semester en in de masters gaan de meeste hoorcolleges, practica en oefeningen van de opleidingen door in het departement Elektrotechniek (eveneens op de Arenbergcampus). Het gebouw beschikt over auditoria, seminarielokalen, computerlokalen, een polyvalente ruimte en een studentenlabo. Masterproeven worden vaak uitgevoerd in de onderzoekslaboratoria van ESAT. De leslokalen en de opleidingsgerelateerde infrastructuur is in orde, stelde de commissie ter plekke vast. Wel is er op ESAT geen plaats voor studie- en groepswork en zijn de PC-lokalen krap bemeten, constateerde de commissie. Een uitbreiding van ESAT op de Campus Arenberg is evenwel gepland en ook nodig meent de commissie.

De bibliotheekvoorzieningen zijn uitstekend. De studenten doen vooral een beroep op de Campusbibliotheek Arenberg waar ze terecht kunnen voor het raadplegen en ontlenen van vakliteratuur. Daarnaast hebben de studenten, via IEEE Xplore, ook toegang tot alle tijdschriften en proceedings van conferenties en symposia van de vakorganisatie IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Tevens onderhouden de verschillende onderzoeksgroepen van ESAT ook gespecialiseerde werkbibliotheken die kunnen aangewend worden door studenten die hun masterproef voorbereiden.

De commissie beoordeelt het facet 'Materiële voorzieningen' voor de opleidingen als goed.

Facet 4.2. Studiebegeleiding

De informatieverstrekking voor potentiële studenten gebeurt op verschillende niveaus. Binnen de opleidingen Elektrotechniek is er een werkgroep 'studiebegeleiding' die een informatiebrochure uitgeeft en infodagen organiseert onder meer voor middelbare scholieren en voor bachelorstudenten (over de bachelorkeuze in het

tweede jaar en over de masterkeuze). Ook de onderwijspagina's op de website van ESAT worden door de werkgroep verzorgd.

Op facultair niveau is er de website 'Word ingenieur' en de facultaire infodag. Daarnaast zijn er ook de twee centrale infodagen van de K.U.Leuven waar de faculteit een stand bemant. Uiteraard biedt ook de centrale website van de K.U.Leuven informatie voor aspirant-studenten.

Buitenlandse studenten worden in de eerste week voor het academiejaar onthaald door de faculteit Ingenieurswetenschappen (in samenwerking met de studentenkring VTK) en door de Engelstalige masteropleiding ontvangen. Vervolgens organiseert de POC een infonamiddag waarop de studenten onder meer uitleg krijgen over de opleiding, het departement en de examencultuur. Tweedejaarsstudenten van de Engelstalige masteropleiding fungeren als buddy voor de eerstejaars.

Qua (studie)begeleiding is er voor de eerstejaars de (vakinhoudelijke) eerstelijns hulp die door het monitoraat van de faculteit wordt verzorgd. Op het monitoraat is er voor elk opleidingsonderdeel een vakspecialist aanwezig. De monitoren maken deel uit van de didactische teams en helpen bij de elektronische ondersteuning van hun opleidingsonderdeel: zij onderhouden de interactieve vragentrommels. Naast de dagdagelijkse begeleiding organiseert het monitoraat ook de online zelftesten voor kandidaat-studenten, de zomercursussen, het onthaal van de starters bij het begin van het academiejaar en de tussentijdse toetsen. Voor begeleiding bij de instroom en ook gedurende hun opleiding kunnen de studenten ook terecht bij de programmadirecteur, die wordt bijgestaan door de coördinatoren van de drie opleidingen en, binnen de Nederlandstalige masteropleiding, de optiecoördinatoren. Ook voor de inkomende studenten met het diploma industrieel ingenieur en voor de Erasmusstudenten werd een ZAP-lid als aanspreekpunt aangewezen.

Daarnaast kunnen de studenten met studieproblemen ook terecht bij de ombudspersonen van het departement: twee voor de bachelor Elektrotechniek, vier voor de Nederlandstalige masteropleiding en één voor de Engelstalige masteropleiding. De ombudspersonen van de bacheloropleiding fungeren tevens als studietrajectbegeleider. Op centraal niveau kunnen de studenten een beroep doen op de Dienst Studieadvies voor advies en begeleiding bij problemen inzake studie-aanpak. Met klachten over het examengebeuren kunnen de studenten terecht bij de examenombuds.

De commissie meent dat er een goed aanbod is inzake studie-informatie en studiebegeleiding. Het monitoraat is een goed geoliede machine die erg geapprecieerd wordt door de studenten. Binnen ESAT speelt het departementssecretariaat een niet te onderschatten rol als eerstelijns aanspreekpunt, constateerde de commissie. Ook de ombudspersonen zijn goed gekend. Het academisch personeel is vlot bereikbaar.

In de masterjaren is het contact tussen de studenten en de lesgevers echt laagdrempelig, stelde de commissie vast.

De commissie beoordeelt het facet 'Studiebegeleiding' voor alle opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 4: Voorzieningen

Vermits de commissie de facetten 'Materiële voorzieningen' en 'Studiebegeleiding' voor alle opleidingen als positief beoordeelt, evalueert zij het onderwerp 'Voorzieningen' bijgevolg ook als positief voor alle opleidingen.

Onderwerp 5 Interne kwaliteitszorg

Op centraal niveau wordt de kwaliteitszorg van het onderwijs in handen genomen door de Academische Raad. De Onderwijsraad (OWR) verleent adviezen aan de Academische Raad over onderwijsaangelegenheden en moedigt initiatieven aan om de kwaliteit van het onderwijs aan de K.U.Leuven te bevorderen. De Faculteitsraad legt de beleidsopties van de faculteit m.b.t. onderwijs vast en legt ze ter goedkeuring voor aan de algemene bestuursraad of aan de Groepsraad.

Op het niveau van de opleiding is de Permanente Onderwijscommissie (POC) de belangrijkste actor in de kwaliteitszorg. Iedere opleiding heeft een POC, geleid door een programmadirecteur en bestaande uit docenten, assistenten en studenten. De POC rapporteert aan het Faculteitsbestuur, dat, ten minste voor ingrijpende wijzigingen, de goedkeuring van de Faculteitsraad vraagt. De Faculteit legt de voorstellen meestal ter bekrachtiging voor aan het Groepsbestuur of rechtstreeks aan de Academische Raad via het College van Bestuur. De opleidingen Elektrotechniek worden gestuurd door de POC Elektrotechniek, voor de eerste drie gemeenschappelijke semesters van de bacheloropleiding is er een aparte POC.

Facet 5.1. Evaluatie resultaten

De kwaliteitsbewaking van het onderwijs gebeurt op curriculum- en op opleidingsonderdelenniveau.

Ter voorbereiding van de externe evaluatie (visitatie) worden alle opleidingen aan de K.U.Leuven achtjaarlijks op curriculumniveau geëvalueerd. Daarnaast wordt tussen twee visitaties in een stand van zaken opgemaakt van elke opleiding (het balansmoment) en worden curricula op tweejaarlijkse basis bevroegd bij de alumni. Hoewel de achtjaarlijkse evaluatie voor alle opleidingen eenzelfde patroon kent, beslist de POC over de concrete aanpak en invulling.

De afzonderlijke opleidingsonderdelen worden via elektronische weg bevestigd. Elke opleidingsonderdeel wordt ten minste om de twee jaar geëvalueerd. Telkens na afloop van de tweede examenperiode wordt de toepassing opengesteld voor studenten tot het begin van het volgende academiejaar. Iedere faculteit stelt zelf de vragenlijsten samen zodat kan rekening gehouden worden met de eigenheid van het onderwijs. In een eerste fase krijgt de docent inzage in de evaluatieresultaten van de opleidingsonderdelen waarbij hij betrokken is. Hij kan ze voorzien van commentaar waarna de resultaten worden vrijgegeven aan de programmadirecteur. Deze laatste bespreekt de resultaten in een subcommissie van de POC. De subcommissie maakt een algemene inschatting van de geleverde onderwijskwaliteit van elke docent door een eindwaardering uit te spreken die betrekking heeft op alle opleidingsonderdelen samen die door de betrokkene worden verzorgd. In laatste instantie krijgt de decaan inzage in de evaluatieresultaten. Uiteindelijk stroomt een eindrapport, bestaande uit de gemiddelde scores, de interpretaties en de eindwaardering door naar het personeelsdossier van de docenten. Wat de opvolging van de evaluatie van de opleidingsonderdelen betreft, dragen in eerste instantie de POC en de individuele docenten de hoofdverantwoordelijkheid. De eerste dergelijke evaluatie van opleidingsonderdelen binnen de opleidingen Elektrotechniek vond plaats in het academiejaar 2007-2008.

Naast de voornoemde evaluaties kan een POC of kunnen individuele docenten zelf het initiatief nemen om een opleiding, respectievelijk een opleidingsonderdeel, te evalueren. Deze evaluaties zijn in essentie gericht op kwaliteitsverbetering en de resultaten ervan stromen niet automatisch door naar het onderwijsdossier van de betrokkenen.

Het monitoraat organiseert na elk semester gesprekken met de reeksverantwoordelijken van de eerste bachelorfase (algemene richting en architectuur). Deze gesprekken zijn eveneens gericht op een snelle probleemdetectie en -remediëring.

In overleg met de faculteit is overeengekomen om afwisselend met de evaluatie ter kwaliteitsgarantie een evaluatie voor kwaliteitsverbetering te organiseren in samenwerking met de studentenvereniging VTK. Er wordt gewerkt met open vragen in een format van een online forum. Deze evaluatie is voor de eerste keer georganiseerd in 2006-2007 op een beperkte schaal. In 2009-2010 staat een volgende editie geprogrammeerd.

In het kader van het zelfevaluatieproces nemen de opleidingen Elektrotechniek ook deel aan een karakteriseringsoefening van de academische ingenieursopleidingen via het zogenaamde ACQA-systeem dat gehanteerd wordt door de Technische Universiteiten van Nederland.

Ten slotte maakte de faculteit ook een evaluatie van de invoering van het bachelor-mastersysteem.

De commissie meent dat alle instrumenten en fora er zijn om het kwaliteitszorgbeleid vorm te geven. De resultaten van de enquêtes worden op een ernstige manier verwerkt, besproken en beoordeeld met alle geledingen. Een georganiseerde feedback is er niet, iedereen kan wel de verslagen lezen. Belangrijke zaken worden door studentenvertegenwoordigers naar de achterban gecommuniceerd.

Naast de formele instrumenten maken beginnende docenten of docenten die een (nieuw) opleidingsonderdeel voor de eerste keer geven zelf gebruik van de mogelijkheid om hun onderwijs te laten evalueren. De commissie heeft hier een grote waardering voor.

De commissie beoordeelt het facet 'Evaluatie van de resultaten' als goed voor alle opleidingen.

Facet 5.2. Maatregelen tot verbetering

De commissie stelt vast dat met de uitkomsten van de evaluaties terdege rekening wordt gehouden. De evaluaties van de jongste jaren brachten overigens geen grote problemen aan het licht. Aan de opvolging van de aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie wordt in het zelfevaluatie-rapport uitvoerig aandacht besteed, wat de commissie waardeert. Vele punten zijn samen met de invoering van de bachelor-masterstructuur aangepakt, maar aan sommige aanbevelingen dient nog gewerkt te worden. Zo is de commissie van mening dat de stage nog altijd beter kan uitgewerkt en gestimuleerd worden. De suggestie van de vorige visitatiecommissie om in het algemene onderwijsprofiel meer aandacht te geven aan de wereld buiten de Elektrotechniek, met name aan de positie van de Elektrotechniek in de maatschappij, is volgens de commissie niet voldoende opgevolgd. In het zelfevaluatie-rapport wordt de opvolging van dit punt als volgt beschreven:

De masteropleiding biedt vele mogelijkheden voor keuze-OPO's buiten het domein van de elektrotechniek en zelfs buiten het domein van de ingenieurswetenschappen in zijn geheel. Dus OPO's van alle faculteiten aan de universiteit kunnen gekozen worden als keuzevak (tenminste als de student de juiste voorkennis heeft). Tevens leggen vele docenten in hun lessen voldoende klemtoon op de maatschappelijke en economische context en impact van de gedoeerde materie.

Er wordt hierin verwezen naar de vele keuzemogelijkheden die in het programma zijn ingebouwd, zoals het volgen van OPO's van andere faculteiten. Volgens de commissie verwees de vorige visitatiecommissie echter naar het koppelen van de opleidingsonderdelen met de praktijk in de maatschappij buiten de universiteit. Dit kan op allerlei manieren worden gerealiseerd, zoals bijvoorbeeld door het inzetten van deeltijd-ZAP'ers uit de (industriële) praktijk die in colleges en bij de begeleiding van studenten kunnen zorgen voor relateren van specifieke studie-onderdelen aan de praktijk buiten de universiteit, inclusief ethische en maatschappelijke con-

sequenties (denk bijvoorbeeld aan BP en het olielek). Dit resulteert volgens de commissie in een veel betere reflectie over het vakgebied dan bijvoorbeeld het toevoegen van een keuzevak wijsbegeerte.

Ten slotte dienen ook de mogelijkheden voor het personeel om een sabbatical op te nemen of voor de studenten om op uitwisseling te gaan (*zie onderwerp 6*), nog beter ondersteund te worden.

Met betrekking tot de toekomstplannen, vindt de commissie de programmahervorming van de bacheloropleiding die in januari 2010 is goedgekeurd (*zie onderwerp 2*) een goede zaak, net als het plan om de Engelstalige en de Nederlandstalige masteropleiding deels te laten samenvallen. Zoals hierboven al aangegeven, vraagt ze om bijzondere aandacht te besteden aan het verder uitbouwen van en het verhogen van de attractiviteit van de stage.

Het zelfevaluatierapport vindt de commissie een complex en soms te gedetailleerd document. De gesprekken tijdens het bezoek vormden er evenwel een goede aanvulling op.

De commissie beoordeelt het facet 'Maatregelen tot verbetering' als goed voor alle opleidingen.

Facet 5.3. Betrokkenheid studenten, medewerkers, alumni en beroepenveld

De commissie is van oordeel dat de studenten en de medewerkers goed betrokken worden bij het interne kwaliteitszorggebeuren. Ze zijn vertegenwoordigd in alle raden en commissies die binnen de universiteit over onderwijsmateries gaan en hebben een goede inspraak bij de besluitvorming, programmavernieuwingen en onderwijsbeoordelingen.

De studentenvertegenwoordiging in de POC Elektrotechniek participeert actief aan de POC-vergaderingen en, zo stelde de commissie vast, weet zeer goed wat er leeft onder de studenten.

Alleen dient, zoals hierboven geschetst in facet 5.1., de feedback over de acties die gekoppeld zijn aan de studentenevaluaties beter georganiseerd te worden.

De contacten met de afgestudeerden zijn goed. De alumni worden tweemaal per jaar gevraagd, ESAT heeft ook een alumni-nieuwsbrief, sommige onderzoeksafdelingen organiseren ook regelmatig alumni-events en op faculteitsniveau hebben alumni uit de opleiding Elektrotechniek zitting in de facultaire Senaat. De Senaat reflecteert op geregelde basis over de faculteit en haar opleidingen.

De band met het beroepenveld kan volgens de commissie wel nog versterkt worden. De commissie is voorstander van een formele band via een industriële adviesgroep die op geregelde basis reflecteert over de programma's Elektrotechniek.

De commissie beoordeelt het facet 'betrokkenheid van medewerkers, studenten, alumni en beroepenveld' voor alle opleidingen als goed.

Algemene conclusie bij onderwerp 5: Interne kwaliteitszorg

Vermits de commissie de facetten 'Evaluatie van de resultaten', 'Maatregelen tot verbetering' en 'Betrokkenheid studenten, personeel, alumni en beroepenveld' als positief beoordeelt voor alle opleidingen, evalueert zij het onderwerp 'Interne kwaliteitszorg' eveneens als positief voor alle opleidingen.

Onderwerp 6 Resultaten

Facet 6.1. Gerealiseerd niveau

Op basis van de gesprekken met alle betrokkenen, de hearings met de studenten die in functie van deze visitatie werden uitgevoerd, de analyse van de examens en leermiddelen en de vlotte doorstroom naar de masteropleiding meent de commissie te mogen concluderen dat de bacheloropleiding haar doelstellingen goed realiseert. De studenten die de bacheloropleiding hebben afgerond, hebben een stevige basiswetenschappelijke en ingenieurstechnische bagage meegekregen. Ook de beoogde vorming in elektrotechniek is gerealiseerd. De P&O-lijn, de practica en de groepswerken maken dat de afgestudeerde bachelors ook op praktisch vlak goed beslagen zijn. De studenten appreciëren de brede wetenschappelijke kennis en inzichten die ze opdoen, de interessante practica en de projectlijn.

Ook de masteropleidingen weten hun doelstellingen goed te realiseren. Dit blijkt uit de hoge kwaliteit van de examens en van de masterproeven. De alumni waar de commissie mee heeft gesproken, waren erg tevreden over de genoten opleiding. Ook de alumni-enquête, die de afgestudeerden in de periode 2004-2008 bevroeg, levert eenzelfde beeld op. De alumni vinden dat de opleiding een goed evenwicht heeft gevonden tussen breedte en elektrotechnische specialisatie en waarderen de goede theoretische kennis die ze opdeden. De aangeleerde intellectuele basisvaardigheden (denk- en redeneervermogen), het bekwaam zijn in rapporteren en de wetenschappelijke ingenieursbenadering worden als zeer belangrijk ervaren. Bij de zwakke punten wordt vooral verwezen naar een tekort aan praktijk. De alumni willen ook graag meer masterproeven in samenwerking met de industrie en ze vinden dat de stage een belangrijker plaats mag krijgen in de opleiding.

De commissie meent dat de opleidingen afgestudeerden van goede kwaliteit aflevert. Uit de alumni-enquête blijkt dat 80 procent past in het profiel van wetenschapper, onderzoeker of ontwerper. 29 procent werkt aan een doctoraat, 11 procent volgt een bijkomende opleiding. De afgestudeerden komen terecht in een waaier van sectoren, waaronder telecommunicatie, multimedia, micro-electronica, ICT, de finan-

ciële sector, consultancy, de automobiel- en luchtvaartindustrie, de energiesector, en de medische sector.

De deelname van de studenten uit de Nederlandstalige masteropleiding aan Erasmusprogramma's vindt de commissie te beperkt en ze beveelt de opleidingsverantwoordelijken dan ook aan om de Erasmusuitwisselingen nog meer te stimuleren. Uit de gesprekken met de studenten bleek dat ze wel geïnteresseerd zijn maar dat de procedurele en administratieve drempel te hoog ligt.

De commissie waardeert het facet 'Gerealiseerd niveau' als goed voor alle opleidingen.

Facet 6.2. Onderwijsrendement

De versoepeling in 2001 en later de afschaffing in 2004 van het toelatingsexamen tonen zich in een stijgende instroom die evenwel niet wordt gevolgd door een stijgende uitstroom. De instroom steeg de afgelopen tien jaar geleidelijk van 272 generatiestudenten in 1999-2000 tot 420 studenten in 2008-2009. Het slaagpercentage kende een eenmalige piek van 74 procent in 2000-2001 maar zakte naar 50 procent na het wegvallen van de toelatingsproef. De opleiding en de faculteit streeft ernaar om het slaagpercentage minstens op het huidige niveau te houden. Met dit doel voor ogen loopt er sinds het academiejaar 2009-2010 een project 'Van leerling tot student' dat ernaar streeft om de studenten zo vlug mogelijk te activeren en efficiënter te laten gebruik maken van hun studietijd. De studietijdmetingen geven immers aan dat starters duidelijk minder en minder efficiënte studie-inspanningen leveren dan ouderejaars en dat dit verschil het meest uitgesproken is in het eerste semester. In het tweede bachelorjaar ligt het slaagpercentage met gemiddeld 85 procent al heel wat hoger dan in het eerste jaar. In het tweede jaar kiest sinds de invoering van de hoofd- en nevenrichtingen in 2005-2006 gemiddeld 14 procent voor de hoofdrichting Elektrotechniek. Het slaagpercentage in het derde jaar van de bacheloropleiding ligt gemiddeld hoger dan 90 procent, met een vrij grote stabiliteit.

In de Nederlandstalige masteropleiding liggen de slaagcijfers in beide jaren gemiddeld boven de 90 procent, eveneens met een vrij grote stabiliteit. Alleen het academiejaar 2008-2009 springt er met een slaagpercentage van 71 procent uit. In theorie zouden alle bachelorstudenten die doorstromen naar de vervolgmaster moeten kunnen slagen, maar kunnen slagen is in de praktijk geen garantie om te slagen, constateert de opleiding. Bovendien stroomt een belangrijk aantal studenten in de masteropleiding in vanuit een master industriële wetenschappen. Deze studenten hebben een wat lagere slaagkans en dit beïnvloedt uiteraard het globale slaagcijfer. Slaagcijfers boven de 90 procent zijn evenwel het streefdoel.

Van de afgestudeerden behaalt 79 procent het bachelor-masterdiploma in de voorziene studieduur van 5 jaar. Ongeveer 15 procent doet er één jaar meer over en de

overigen studeerden zeven of acht jaar. Van de instromende masters in de industriële wetenschappen (zij-instromers) behaalt 75 procent het eindexamen.

In de Engelstalige masteropleiding, die startte in 2007-2008, studeerden de zes studenten die full-time waren ingeschreven in de voorziene studiekeerperiode van 2 jaar af.

De commissie meent dat het onderwijsrendement zeker vanaf het tweede bachelorjaar goed is. Het onderwijsrendement van de generatiestudenten acht ze, in vergelijking met de andere bacheloropleidingen in de Elektrotechniek, in orde. De opleidingsverantwoordelijken leveren inspanningen om het slaagpercentage in het eerste jaar te handhaven en hebben actief ingespeeld op de gewijzigde instroom via zomercursussen wiskunde, online zelftesten en via een intensief studiebegeleidingsaanbod. Zoals eerder geformuleerd in facet 2.9. zou de commissie het appreciëren, mocht er vrij snel in het eerste semester een bindend studieadvies gegeven kunnen worden, gekoppeld aan een herhalingscursus wiskunde die tot het programma behoort.

De studievoortgang van de afgestudeerden in de Nederlandstalige masteropleiding, zowel van de door- als van de zij-instromers is goed. Het rendement van de Engelstalige masteropleiding acht de commissie op basis van de beperkte gegevens goed. Zoals gestipuleerd in facet 2.9. beveelt ze de opleidingsverantwoordelijken wel aan om de relatie toelatingsvoorwaarden-studierendement de komende jaren nauwgezet op te volgen.

De commissie beoordeelt het facet 'Onderwijsrendement' als goed voor alle opleidingen.

Algemene conclusie bij onderwerp 6: Resultaten

De commissie beoordeelt de facetten 'Gerealiseerd niveau' en 'Onderwijsrendement' als positief voor alle opleidingen. Het onderwerp 'Resultaten' wordt bijgevolg ook als positief beoordeeld voor alle opleidingen.

Integraal oordeel van de visitatiecommissie

De commissie heeft geen enkele twijfel dat er binnen de bacheloropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de K.U.Leuven voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

De commissie heeft geen enkele twijfel dat er binnen de masteropleiding in de ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek aan de K.U.Leuven voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

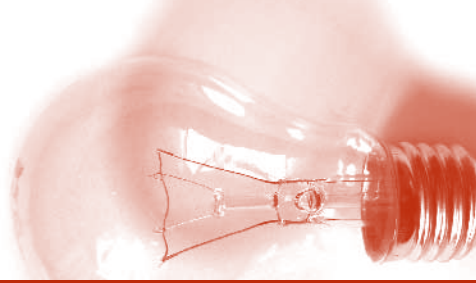
De commissie heeft geen enkele twijfel dat er binnen de masteropleiding Engineering: Electrical Engineering voldoende generieke kwaliteitswaarborgen aanwezig zijn en heeft aldus een positief eindoordeel over de opleiding.

Samenvatting van de aanbevelingen van de visitatiecommissie, in het kader van het verbeterperspectief

De commissie heeft volgende suggesties geformuleerd in het kader van het verbeterperspectief:

- er naar streven de verdediging van de masterproef in het Engels te laten doorgaan en de proef ook in het Engels te laten schrijven;
- een bindend studie-advies invoeren na een herhalingsopleidingsonderdeel wiskunde;
- meer aandacht besteden aan de onderwijskundige training van en de beheersing van het Engels van de docenten;
- extracurriculair laagdrempelige taallabo's aanbieden aan de bachelorstudenten;
- meer industriële betrokkenheid bij het onderwijs;
- gericht communiceren aan de studenten over de acties die gekoppeld zijn aan de opleidingsonderdelen- en curriculumevaluaties;
- de stage verder uitbouwen en de attractiviteit ervan verhogen;
- de Erasmusuitwisselingen nog meer stimuleren;
- meer aandacht besteden aan de internationalisering van het academisch korps;
- het cursusmateriaal beter verzorgen;
- de relatie toelatingsvoorwaarden-studierendement van de Engelstalige masteropleiding goed in het oog houden.

VI



Katholieke Universiteit Leuven

Master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie
Master of Nanoscience and Nanotechnology
Erasmus Mundus Master of Nanoscience and
Nanotechnology

Introduction

In accordance with its mission, the assessment panel (henceforth: the panel) presents the evaluation of the Dutch taught master in de *Nanowetenschappen en Nanotechnologie*, the English language equivalent of this master, *the master of Nanoscience and Nanotechnology and the Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology* (EMM-Nano) in this report. All these master programs are organized and coordinated by the faculty of Engineering of the K.U.Leuven. The panel Electrical Engineering visited the program from the 19th till the 22nd of April 2010. The Dutch master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie is organized entirely at the K.U.Leuven and leads to a Dutch master degree.

The master of Nanoscience and Nanotechnology, which is to be considered as the English language equivalent of the former program, is also organized entirely at the K.U.Leuven and leads to an English master degree.

The Erasmus Mundus Master of Nanoscience and Nanotechnology is a common integrated education program, organized by a consortium of five universities in the context of the Erasmus Mundus program of the European Union:

- K.U.Leuven (Belgium), which acts as the coordinator
- Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg (Sweden)
- Technische Universität Dresden (Germany)
- Technische Universiteit Delft (The Netherlands)
- Universiteit Leiden (The Netherlands)

The 'local' master programs are offered as a common two-year master program (120 credits) between the faculties of Engineering, Sciences and Bioscience Engineering. The coordinating faculty is the faculty of Engineering. The masters are managed by a POC (Permanente Onderwijs Commissie or Education Committee). Both masters have three graduating options (afstudeerrichtingen), which correspond to the specializations of the three contributing faculties. The *graduating options* are 'engineering' or 'burgerlijk ingenieur', 'natural sciences' or 'natuurwetenschappen' and 'bioscience engineering' or 'bio-ingenieur'.

The two-year Erasmus Mundus program (120 credits) is an integrated European program, which is managed by a common management structure between the five organizing universities. For the management of the EMM-Nano program three main bodies are in place: the Academic Steering Committee, the Executive Board and the local Education Committee. The EMM-Nano program has *four majors*: nanoscience, nanotechnology, biophysics and bionanotechnology.

The two local master programs were created during the bachelor-master reform of 2007. The Dutch master was created as a program reform of the former option Nanotechnology of the Electrical Engineering education. That option was created under the name 'Fysische elektronica', and was one of the seven specialization options of Electrical Engineering. The English master program started also 2007, and is almost an exact mirror program, but with English as the teaching language and thus leading to an English master degree.

The EMM-Nano was implemented in 2005, well before the start of the two local master programs. It offers a European common curriculum. Since the academic year 2009-2010 all students attending this EMM program start their first year at the K.U.Leuven. In the second year, they follow a specialization in one of the partner universities. In April 2009, the K.U.Leuven has submitted a new application proposal to extend the program for a period of 5 years, starting in the academic year 2010-2011. During this period the Dutch universities (Delft and Leiden) will no longer participate in the program. On the other hand Joseph Fournier University of Grenoble (France) will join the consortium.

The panel obtained a clear view of the quality of the education of the programs Nanoscience and Nanotechnology. The panel's findings are based on the self-evaluation report, the different meetings during the visit, the visits at the facilities, the consultation of master's theses, study materials and examination forms, and numerous other documents.

The findings of the panel count for the three programs as a whole, including the graduating options or majors in the different programs, unless mentioned other-

wise. The panel has also formulated some recommendations for further improvement.

Because two of the three assessed programs are English-taught and because one of them involves international partners, the report is written in English.

Theme 1 Objectives

The self-evaluation report describes the following general objectives of the programs:

The general objective of these science and technology oriented educational programs is to provide students with the fundamental knowledge and necessary practical skills and attitudes necessary for their role as academically formed professionals in nanoscience and nanotechnology, and this in a strong international context. This includes preparing them for a professional career in an technical-industrial environment and in scientific research. Graduate students from the master programs should be well prepared for both continued research in nanoscience, and an non-academic career in the rapidly emerging nanotechnology industry. The graduates will also be part of the important and challenging task of transforming today's nanoscience into tomorrow's nanotechnology. They will have to combine groundbreaking findings within physics, chemistry, biology, biotechnology, electronics, and material science and to put them into practice in useful products. This evidently requires a new type of engineers and scientists.

The role of professionals in nanoscience and nanotechnology has two inherent aspects, reflecting on the programs. Firstly, there is the scientific aspect, which is more oriented towards a fundamental understanding. Secondly, there is the engineering aspect, which is more oriented towards the application of science. Both roles can be described as follows:

Scientific role:

Observation, identification, description, experimental investigation, and theoretical explanation of natural phenomena, in order to understand and appreciate the natural environment and the processes that shape it.

Engineering role:

Application of science in a creative and innovative way, in order to design and produce useful products and/or services for society or assuming leadership over these activities.

The overall objective of the programs is to provide every student with both a broad common multidisciplinary basis and a personalized top-level specialization in a certain area of nanoscience or nanotechnology. The multidisciplinary basis resides in a basic training in knowledge and skills of the different disciplines of nanoscience, from quantum mechanics to bioscience, as well as in the fabrication of nanoscale structures and devices, in order to be able to collaborate with, understand, and more importantly, to inspire professionals from different disciplines to join forces in this task. Students will be trained to make their own contribution to the field by becoming a master specialized in a certain field of nanoscience and nanotechnology. The integration of the various scientific and technological disciplines gives the students the training needed for innovative contributions leading to an influence on the economic activities of the coming decades. Moreover, in combining both aspects the educational framework of the programs fits in the world-wide growing convergence between the different basic sciences, and between science, technology and engineering in general.

For the Erasmus Mundus Master program some specific additional general objectives can be defined as follows:

- to provide a top quality multidisciplinary international master program in the emerging field of nanoscience and nanotechnology;
- to fuel the existing European R&D collaboration and strengthen our efforts for more European integration;
- to provide excellence in education in a field of strategic importance for Europe and in line with European R&D activities;
- to enhance the profile and visibility of the European Union in the field of nanoscience and nanotechnology education.

Within science and technology one can define the following five competence fields which the students should possess at the end of the program.

1. Mastery of general principles of the discipline and expertise in one or more scientific sub-disciplines at an advanced academic level

Because nanoscience and nanotechnology is a multidisciplinary field, this means that students will

- obtain mastery of the general principles in physics, chemistry, electronics and biology that play a role at the nanometer scale;
- gain insight in the materials, fabrication and other experimental techniques that can be used on the nanoscale and their limitations;
- develop skills in the field of theoretical analysis, fabrication, simulation and modelling.

At the same time in-depth knowledge of at least one specialization area within the field of nanoscience and nanotechnology is acquired, such that the international research literature can be understood and that novel applications and products can

be developed. Broadening knowledge on the other areas outside the own specialization is necessary as well to ensure a broad view of the students to the total field of nanoscience and nanotechnology.

2. A scientific research-based approach to reality

The programs will impart the students a systematic scientific approach, a critical attitude and insight into the very nature of science and technology. The students learn to critically analyze existing theories, models or interpretations in the field of nanoscience and nanotechnology. They gain skills to develop, apply and validate scientific models and obtain insight in the scientific practice (research methods, publication systems, importance of scientific integrity), in such a way that they can actively participate to research in the field of nanoscience and nanotechnology in general, and in their field of specialization in particular. They are able to develop a vision on future needs and strategy in this domain. And they will gain thorough experience with research in the field of nanoscience and full awareness of the applicability of research in technological developments.

3. Problem solving and design skills and attitudes

The education gives the students sufficient opportunities to learn how to formulate a problem, to collect information and process it autonomously (analyse, judge and select), to formulate a solution of a solution methodology, to implement and workout the solution and to evaluate and report the result. They should acquire the capability of understanding a wide variety of problems, to integrate knowledge from different scientific disciplines and be able to formulate these problems at an abstract level.

Moreover the students will be taught to break new ground, explore and implement new technical solutions. Design and development implies the competence of solving multidisciplinary problems, for which the number of solutions is infinite and never ideal. From this point of view synthesis and heuristic thinking are more important than analysis or large factual knowledge. For an academically trained engineer or scientist the economical aspect is an additional dimension.

4. Team work and communication

In view of the complexity of the modern technology and its societal context research and development can often only take place in larger teams. This is especially true for the tasks fulfilled by academically trained engineers and scientists in an industrial context. As a result the graduate students should possess the necessary skills in human relations and interdisciplinary communication.

In the programs the students learn the capability of working in an interdisciplinary team of experts and communicating in both written and oral English about their own research results. They obtain the capability of presenting and communicating their results to diverse audiences. They will have the ability to adapt to the background and interest of the audience.

5. Intellectual competences

Science and technology are rapidly changing disciplines, and especially in the field of nanoscience and nanotechnology the speed of the developments is extremely high. Moreover nanoscience and nanotechnology are relatively new subjects, and as such they are accompanied by many uncertainties as to their impact on modern society. Graduates should have the necessary skills to cope with this dynamism. They will have to function within a context of social, economical and environmental boundary conditions and also in an international context. They should be aware of the ethical, societal and ecological responsibility and act on it. They should have the capability of developing and defending opinions in this area, based on objective argumentations.

Students need to be aware of the challenges, risks, and promises of nanotechnological developments and to contribute to finding answers to open questions. In the master the students will learn to reflect autonomously on a variation of different problems related to nanoscience and nanotechnology.

The expected learning outcomes are:

Academic orientation: expertise in one or more scientific disciplines, scientific approach and research

At the end of the programs the students

- will possess a thorough knowledge of material physics, devices and technologies for nanoelectronic applications and a clear view on the evolution of this applications for the future;
- will have a good understanding of the physics, the chemistry and biochemistry at the nanometer scale;
- will understand the electronic, optical, mechanical, thermodynamic qualities of metals, semiconductors and insulators;
- will understand the physics and the technology for building nanoelectronic and optoelectronic systems, electronic and optical interconnection technology for high speed and high pincount, packaging technology, thermal management in electronic systems and systems-in-a-package;
- will understand the structure, stability, folding and conformational dynamics of nanostructured biomolecules and their industrial applications;
- will have insight into the chemical methods to prepare and characterize nanostructured materials and supramolecular systems (molecular devices) and into the properties of these materials and systems;
- will have insight into the new mesoscopic properties that appear when the size of a system becomes comparable to characteristic physical length scales, and understand how mesoscopic effects can be manipulated and controlled;
- are specialized in one of the following domains: nanoelectronic device implementation, nanoelectronic design, nanophysics, nanochemistry, bionanotechnology;

- are capable to integrate the acquired knowledge and think and act across the boundaries of the underlying disciplines (physics, electronics, chemistry, biology);
- have the proficiency in translating this knowledge into useful technological applications;
- will have an understanding of the formation of complex macro systems which are unique in their operations and possessing new functionalities;
- can develop new knowledge and insights in a methodological way;
- have shown evidence of a critical scientific attitude during the master's thesis;
- possess the correct attitudes to continuously adapt in an knowledge based society and to learn new technologies (life long learning).

Professional orientation: problem solving and design

At the end of the programs the students will possess

- a thorough knowledge of the methods used in technological problem solving and design;
- extensive analytical and synthetic problem-solving skills;
- the ability to acquire knowledge of the state-of-the-art in applied technological issues related to nanoscience and nanotechnology;
- the expertise to combine the various disciplines of nanoscience and nanotechnology to solve problems and design new products;
- the capability to control complexity and to formulate problems in a structured way and at an abstract level;
- capability to be innovative;
- capability to formulate knowledge for re-use;
- sufficient scientific background to undertake research;
- the ability to assimilate new concepts, methodologies and research results in the discipline and apply them in research or a business setting.

General skills

At the end of the programs the students will possess

- insight in the larger societal context of science and technology in general and nanoscience and nanotechnology in particular;
- the ability to critically view the scientists and engineer's role in society;
- the necessary preparation for an education of 3th cycle (PhD) or master post master;
- capability to work in teams;
- capability to cope with deadlines;
- reporting and presentation skills;
- experience in communication with experts and non-experts;
- experience to work and interact in an international context;

- leadership and management capacities as a result of skills in communicating knowledge, social capacities and an understanding of the ethical, social and economic context;
- the competences necessary to manage small research/development teams.

Additional objectives and learning outcomes for the graduating options (afstudeerrichtingen) master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie en master of Nanoscience and nanotechnology:

Graduating option 'engineering' or 'burgerlijk ingenieur'

In this option, in addition to the general aims, the program also aims at instilling a problem-solving attitude towards the practice of nanotechnology, with a strong focus on nanoelectronics. Upon completion of the program, students have a deep understanding of the state-of-the-art methods and technologies in nanoelectronics, either from the point of view of device implementation, or from the point of view of system and circuit design. They will be aware of their reasonable expectations, have practical experience in solving nanoelectronic device or design-related problems and be acquainted with a number of advanced areas within the field.

From the point of view of device implementation they will

- understand the models and technology used to design electronic and optoelectronic devices;
- know how to design devices that can be used for micro-electromechanical systems (MEMS) and sensor applications;
- have a thorough understanding of what limits or enables the high-frequency performance of nanoelectronic devices and circuits and of microwave techniques;
- have a good insight in the various analysis and characterization techniques that can be used to understand the properties of nanoelectronic devices;
- be aware of the importance of reliability, yield and manufacturing aspects of micro- and nanoelectronic components and of the techniques to address and optimize them.

From the point of view of nanoelectronic system and circuit design they will

- know how to design complex digital CMOS circuits, such as a processor, including the layout organization, and estimation of chip real estate area and power consumption;
- have obtained insight in the operation of simple analog electronic circuits based on realistic circuit models of transistors, and aiming to understand and design more complex analog integrated circuits;
- have obtained a detailed insight in the structure of modern computer systems, and be able to select the best available commercial computer system for a certain application.

Graduation option 'natural sciences' or 'natuurwetenschappen'

This option corresponds to the more scientific oriented subfield of nanoscience and nanotechnology, with a strong focus on nanophysics and nanochemistry. Students entering this option typically have a bachelor in science, although this is not a requirement to flow into this option. Students choosing this option do not receive a professional title.

In this option, in addition to the general aims, the program also aims at a more fundamental understanding of the physics or chemistry at the nanometer scale. Upon completion of the program, students have acquired a deep understanding of the methods and scientific skills developed and applied in either nanophysics or nanochemistry. They will be aware of their reasonable expectations, have practical experience in solving nanophysics or nanochemistry related problems and be acquainted with a number of advanced areas within these fields.

From the point of view of nanophysics they will

- be able to calculate the materials behaviour at nanometer scale by solving the appropriate (or equivalent) Schrödinger equation and understand the limitations and applicability of this method;
- have an understanding of advanced method electronic transport properties in semiconductors and metals regarding electrical and thermal transport and how they influence the behaviour of advanced nanodevices;
- have an insight into the possibilities and limitations of scanning probe microscopy techniques to analyze surfaces with nanometer resolution and to use these techniques to manipulate and modify structures at atomic or molecular level;
- have an understanding of the physics underlying both the nuclear and electron magnetic resonance (MR^o spectroscopy, starting from first principles;
- be able to understand the various aspects of light-solid state interactions and the many applications in nanoscience and nanotechnology (e.g. excitons, plasmonics, photonic crystals, etc.)

From the point of view of nanochemistry they will

- have an insight into the quantummechanical description of nanomaterials based on specific molecular building blocks;
- have knowledge on how the interaction of electromagnetic radiation with matter can be exploited to elucidate its nanostructure;
- be able to choose the most suitable electrochemical technique for any particular application in nanotechnology and knows how to start practically an experiment of an electrochemical problem and how to evaluate the outcome of such an analysis;
- be capable to relate photophysical and photochemical properties of synthetic and biological systems to their supra- and nanomolecular structure and understand the applications based on these properties, such as OLED's, xerography and lithography;

- have a detailed knowledge of and insight into the physico-chemical properties of polymers.

Graduating option 'bioscience engineering' or 'bio-ingénieur'

This option corresponds to the more biotechnology oriented subfield of nanoscience and nanotechnology. Students entering in this option typically have a bachelor in bio-engineering, although this is not a requirement to flow into this option. Students that choose this option receive the professional title of 'bio-engineer' or 'bio-ingénieur', when they graduate.

In this option, in addition to the general aims, the program also aims at instilling a problem-solving attitude towards the practice of bionanotechnology. Upon completion of the program, students have a deep understanding of the methods and technologies developed and applied in bionanotechnology. They will be aware of their reasonable expectations, have practical experience in solving bionanotechnology related problems and be acquainted with a number of advanced areas within the field. More specifically they will

- have a good understanding on basic principles of chemical sensors, bio-analytical systems and biosensors and how to apply them in bioelectronic systems;
- have an insight in the relation between structure and function of biological macromolecules and complexes and knowledge of the analytical techniques for the characterization of static and dynamic properties of subcellular components;
- have insight into transport of energy, mass and momentum in biosystems at the micro- and nanoscopic scale, skills to use numerical techniques to solve these problems and to design micro-analysis systems, bio-MEMS and lab-on-chip systems;
- understand how the principles of biology can be used to build biomachines and to inspire biomimetic design across many fields of engineering.

For the majors of the EMM-Nano the following additional learning outcomes are defined:

major option 'nanotechnology'

This option corresponds to the more technology oriented subfield of nanoscience and nanotechnology. The students who graduate from this option will have a good and specialized knowledge and insight into fabrication and analysis methods of nano-objects of electronic materials;

have specialized knowledge of modern nanoscale thin-film technology, characterization techniques and emerging thin film materials and applications;

have obtained a good insight and an overview of the areas of current active research in one or more of the advanced nanotechnology related domains, such as quantum electronics, quantum optics, etc.

major option 'nanoscience'

This option corresponds to the more science oriented subfield of nanoscience and nanotechnology. The students who graduate from this option will have obtained a good insight and an overview of the areas of current active research in some of the physics related domains of nanoscience, such as superconductivity, low T physics, advanced mesoscopic and solid state physics, quantum engineering, etc.

major option 'biophysics'

This option corresponds to the more biophysics oriented subfield of nanoscience and nanotechnology. The students who graduate from this option will have obtained a good insight and an overview of the areas of current active research in some of the biophysics related domains of nanoscience, such as molecular biophysics, biomolecular machines, supramolecular chemistry, proteomics, etc.

major option 'bionanotechnology'

This option corresponds to the more bionanotechnology oriented subfield of nanoscience and nanotechnology. The students who will graduate from this option will be able to realize complex natural nanostructures for technical applications and understand how nanotechnological methods can be used in biology; have obtained a good insight and an overview of the areas of current active research in a few of the other domains of the field of nanoscience and nanotechnology.

Aspect 1.1. Level and orientation

The panel finds that the objectives, as formulated above, are in accordance with the Flemish Higher Education Act. The panel states that the objectives focus on general and general academic competences at an advanced level, including the capability to work in teams and to cope with deadlines, reporting and presentation skills and developing experience in communication with experts and non-experts. The objectives focus also in length on a number of scientific competences at an advanced level, such as developing a systematic scientific approach and a critical research attitude, acquiring an in-depth overview of existing theories and models, participating actively in the knowledge development processes, formulating research goals and determining trajectories to achieve these goals. The scientific-disciplinary component of the objectives is very detailed and ambitious, according to the panel. The goal is to give every student a broad, multidisciplinary scientific training combined with a personalized top-level specialization in a certain area of nanoscience or nanotechnology. The programs aim that every graduate is acquainted with recent developments in one of the subdisciplines of nanoscience or nanotechnology and that they are able to conduct research independently.

The objectives of the local master programs are communicated to the students, staff members and other actors through various channels, at program level, faculty and

university level. The main instrument for the communication of the EMM-Nano program objectives is the master's program website.

The panel recommends that the objectives of the programs should be communicated more effectively towards the different actors.

The panel assesses the aspect 'Level and orientation' as good for all three programs.

Aspect 1.2. Domain-specific requirements

The panel observes that the domain-specific requirements of the objectives are in tune with those of the relevant (international) academic community and the reference framework of the panel. Although no international benchmarks exist to design a nanoscience or nanotechnology master, the programs have consulted a number of international studies to develop the existing curricula. In order to design the programs, a number of similar European master programs have been taken in close scrutiny.

Both nanoscience and nanotechnology are young disciplines, which are developing fast and have numerous industrial applications. To be familiar with the industry, as well as to make the programs more visible, an Industrial Advisory Board will be launched soon. This board will be composed of representatives of European and non-European companies that are active in the field of nanoscience and nanotechnology. It will advise the programs on the professional orientation of the curricula on a periodic basis in order to keep the objectives of the programs constantly updated according to the changing trends in the industry. The panel welcomes the creation of such an advisory board and think it will contribute significantly to the quality of the programs.

In Flanders, the local K.U.Leuven programs and the EMM-Nano program are the only regular master programs in nanoscience and nanotechnology. In Europe there are several programs in nanoscience and/or nanotechnology. The programs offered by the K.U.Leuven are on the one hand characterized by a horizontal multidisciplinary approach to offer an as broad as possible range of nano-related topics and on the other hand with a vertical specialization in one or two subdisciplines. The panel concludes that the programs have a unique profile and that they are of high added value for the Flemish higher education landscape.

The panel assesses the aspect 'Domain-specific requirements' as good for all three programs.

General conclusion related to theme 1: Objectives

The aspects 'Level and orientation' and 'Domain-specific requirements' are evaluated as good for all programs; hence the theme 'Objectives' is assessed positively for all programs.

Theme 2 Program

Local programs

The local English-taught and Dutch-taught programs contain the following program units (and modules):

- The introductory program units (up to 15 credits, 6 modules) introduce the students to disciplines in which they have had no or little training during their bachelor education. Depending on their background, the students can choose from a list of 6 available modules. If a student doesn't need any or all of the introductory modules, he may use the remaining credits to take more elective modules from the broadening program units.
- The non-technical program units (9-12 credits) are imparting non-technical skills to the students in domains such as management, economics, languages, quality management, ethics, psychology, etc. All students have to follow 9 to 12 credits from an extensive list of modules, which they can select based on their own interests.
- The core program units (36 credits, 8 modules) contain first of all 6 compulsory modules focusing on thorough basic education within the main disciplines of the master: nanophysics, nanochemistry, nanoelectronics and nanobiochemistry. Next, all students have to follow one out of two available practical modules where they learn to carry out some practical experimental work, which takes place in small teams. Also part of the core program units is the Lecture Series on Nanoscience and Nanotechnology.
- The specific program units (15 credits) are modules of the graduating option selected by the students. Dependent on their graduation option the students select a cluster of modules, out of which then they follow all modules compulsory. For the graduating option Engineering they can choose either Cluster 1 Device implementation or Cluster 2 Electronics 1. For the graduating option Natural Sciences they can choose Cluster 5 Nanochemistry or Cluster 6 Nanophysics; and for the graduating option Bioscience engineering the students follow Cluster 4 Bio-nanotechnology.
- The broadening program units (12-30 study points) allow the students to choose modules from the other options of the master, which allow them to broaden their scope beyond the chosen specialization. Students can choose modules from all the specific clusters other than their own, and from 3 extra clusters (Cluster 3

Electronics 2, Cluster 7 Materials and Cluster 8 Biological systems). They can also choose to do an industrial internship on a nanoscience or nanotechnology related topic at a nanotechnology company or research institute. This takes place in the summer period between year 1 and year 2 of the program.

- The master's thesis (30 study points)

The EMM-Nano

The practical design of the EMM-Nano program is very similar to that one of the local programs, but shows some important differences. One of the differences is the mobility scheme. In the first year all students study at the coordinating institution (K.U.Leuven), where they follow a set of introductory program units (up to 12 credits), a common block of core program units (33 credits) and non-technical program units (9 credits), and already a profiling block of elective program units (6-18 credits) which prepares them for their specialization area. There are four specialization areas or 'majors': Nanoscience, Nanotechnology, Biophysics and Bio-nanotechnology. During the first year students also spend 1 week during the spring at one of the partner locations, this in order to receive a practical cleanroom training and to participate in the masters common Spring Workshop, where all EMM-Nano students participate. This EMM-Nano Spring Workshop is a joint event of the master program where all students attending program meet with the teaching staff.

The introductory program units are the same as that of the local masters. The non-technical program units are imparting non-technical skills to the students, just like in the local programs. The list of program units to choose from is more limited than for the students attending the 'local' programs. For this program a language and cultural program unit in Dutch is compulsory for all the students. The core program units are identical to that of the local programs, except for the program unit on Advanced Nanoelectronic components, which is now offered as an elective program unit. The specific program units consist of modules of the specializing option (the so-called majors) selected by the students with the same purpose as in the local programs, that is to deepen the students competences. The students can choose 6-18 credits of elective profiling program units in the first year at the K.U.Leuven from Nanoscience, Nanotechnology and Biophysics and Bionanotechnology.

In the second year the students follow a compulsory set of specializing program units (15 credits) depending on their chosen specialization area, combined with a set of elective broadening program units (15 credits, students can choose from a large set of program units offered at the second year university), and do their master's thesis research project (30 study points). The majors Nanoscience and Nanotechnology are offered by Delft/Leiden and Chalmers, the major Biophysics is offered by Delft/Leiden and Dresden and the major Biotechnology is offered by Dresden. From

the academic year 2010-2011 both Dutch universities will no longer be member of the consortium. On the other hand JFU Grenoble will join the program, and the majors of the program will be slightly rearranged and optimized.

Aspect 2.1. Correspondence between the objectives and the contents of the program

The panel finds that all programs show a very high quality, and that the program contents are an adequate translation of the objectives of the different programs. It is clear that the programs offer the students the opportunity to reach the formulated objectives. The contents of the three programs reflect the objectives of a modern and future-oriented broad multidisciplinary training in the various fields (subdisciplines) of nanoscience and nanotechnology (nanophysics, nanochemistry, nanoelectronics, nanobioscience), combined with a specialization in at least one of these fields.

The students, the panel says, get a thorough basic training in the main subdisciplines of the masters: nanophysics, nanochemistry, nanoelectronics and nanobiochemistry. Next all students have to follow one out of two available practical program units (Project work Nanoscience or Practical design for nanoelectronics) where they learn to carry out some practical experimental work, which takes place in small teams. Students appreciate the Lecture Series on Nanoscience and Nanotechnology very much, which is a series of seminars given by national and international guest speakers from K.U.Leuven, the EMM-Nano partner universities, other universities or from the industry. Both technical as well as non-technical seminars, e.g. on societal, legal or ethical aspects of nanotechnology are included. The core program units deliver the basic knowledge and insight, skills and attitudes to prepare the students for their specialization in one of the sub-disciplines which are grouped in clusters (local masters) or majors (EMM-Nano program).

A special feature of the EMM-Nano is the common Spring workshop where the second-year master students have the opportunity to present their master thesis and the first-year master students get informed about the program of the second year at the different partner institutions. This workshop is one of the highlight events where all students in the EMM-Nano meet each other, and the teaching staff in a truly international atmosphere. The panel states that workshop is one of the strong points of the EMM-Nano.

In the EMM-Nano program, the international dimension is self-evident. The program structure is international and offered by five institutions from four countries. The student group and teaching staff is international too.

In the local masters, the international dimension is more modest but is still prominent in several ways. The main international dimension stems from the fact that most course modules are taught in English to a joint group of students from the three masters. The panel believes that it is of great added value for all students that they follow the (practical) courses together. Furthermore, the students have the opportunity to do an Erasmus exchange or an Athens course¹.

In order to get the students acquainted with the industrial field, and to give them an idea about their further career opportunities, students have the opportunity to do an internship. Students of the local programs can replace 6 credits of the broadening program unit by an industrial internship. Those internships take place during the summer weeks between the two master years and have a duration of minimum 6 weeks. For the EMM-Nano no internships are foreseen. Since the internships became possible (2006) the number of students that has decided to do one has been quite low so far. For the student generation 2006-2008 one out of 5 local students did an internship. For the generation 2007-2009 (first year of the new master) none of the local students did an internship. For the generation 2008-2010 4 out of 24 students are doing an internship. The panel observes that to carry out an internship is not very popular among students, and that the number of credits to obtain with such an internship is rather marginal. Also the fact that such an internship involves unpaid labor and is organized during the summer makes it not very attractive, according to the panel. The panel also believes that a 6 week internship is too short for many corporations to be of added value for them. Also the fact that the 'nano-programs' are not very well known by the industry and that doing an internship is not encouraged by the faculty contribute to its poor success, according to the panel. Moreover, students have to contact corporations themselves to do an internship, which is not very easy in times of economic crisis. . The panel insists that the programs must entertain closer bonds with the industry. Internships are of crucial importance to do so, says the panel. It is the Industrial Advisory Board which must take the necessary actions, according to the panel. The panel also finds that events (like the one organized in 2009) which establishes links between the different Belgian actors involved in nanoscience and nanotechnology should be organized annually.

As said before, the 'local' masters entail three specialization clusters or 'graduating options' which result in three different degrees (diplomas) which unfortunately give also way to a 'degree and positioning' problem, according to the panel. On the one hand, students enrolling from a bachelor in engineering do not consider it to be fair that students enrolling from a non-engineering bachelor would receive an engineering master degree with the title of burgerlijk ingenieur. On the other hand, students enrolling from a bachelor in engineering do not receive an engineering

¹ | Athens is a network of 9 European universities and offers students twice per year the possibility to follow a one week course in a 'field of excellence' of the various network partners.

master degree with the title of burgerlijk ingenieur if they follow an option that does not grant an engineering degree. For this reason, students with a bachelor in engineering feel obliged to choose those clusters that lead to a master's degree in engineering, as otherwise they would lose the title of burgerlijk ingenieur. The three different degrees thus give the impression that the nano-masters envelop three different 'afstudeerrichtingen', with three different sets of learning outcomes, which is not good for the positioning of masters. The panel finds that this degree and positioning problem must be addressed in depth, but does not want to give any suggestions at this point.

Another point of attention, according to the panel, is the balance between the electrotechnics courses and the bioscience courses. The panel notes that the programs originated from the Electrotechnical engineering department, and that this is still reflected throughout the current programs. Indeed, the totality of the courses offered in clusters 2 (Electronics 1) and 3 (Electronics 2) are also included in the compulsory course program leading to the master's degree in Electrical Engineering, (master in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek) with the option "integrated electronics". The fact that, with exception of the students with a bachelor in Natural sciences who choose mostly for the graduating option in Engineering, the students choose their specialisation cluster in a direction which corresponds to their previous training (i.e. clusters 1,2 or 3 for students with a bachelor in Electrical Engineering, and cluster 4 for students with a bachelor in Bio-engineering), also indicates that further efforts are needed at the program level to bring together the different disciplines that make up the fields of nanosciences and nanotechnologies in a coherent and equilibrated manner.

The panel concludes that the objectives of the programs are well translated in the learning outcomes of the different modules. Thanks to the large choice of elective courses offered outside the main specialisation direction, the multi-disciplinary character of the educational program is well represented, allowing the students to get a broad exposure to the field of nanosciences and nanotechnologies. The ECTS-fiches are kept up to date, and offer the students the necessary information about the courses, clusters and programs. As such, the panel concludes, the students have a clear view of what is expected from them.

The panel assesses the aspect 'correspondence between the objectives and the contents of the program' as good for all programs.

Aspect 2.2. Requirements for professional and academic orientation

All programs pay much attention to developing knowledge and insight. The programs offer the students a broad scientific formation and thorough technological knowledge and insight in the field of nanoscience and nanotechnology. For that purpose the programs use a broad training in the basic underlying principles of nanoscience and nanotechnology in the lectures in the first year, followed by an in-depth training in the field of one of the subdisciplines, mostly in the second year. The programs provide an introduction to recent research and developments as well as have a clear link with international developments in the discipline. This is realized by the specific program units of the specialization cluster/major, as well as by the Lecture Series Nanoscience and Nanotechnology.

Problem solving training and the acquisition of skills leading to a research attitude are of central importance to the programs. Students exercise problem solving skills in the modules related to practical work (Project work Nanoscience or Practical design for Nanoelectronics); in several modules students are trained to read recent research literature, and to interpret, analyze and synthesize the results. The master thesis must show that the student has obtained the necessary research skills and attitudes.

The panel finds that all programs support the professional functioning of the graduates. Several program units provide a link with the kind of problems that are being handled in industry today. Some of the modules deal with manufacturability and reliability issues that are very relevant for industrial applications. Also some of the lecturers of the Lecture Series are speakers from the nanotechnology industry, who give their view on the development of their field of expertise or the industrial perspective on nanotechnology in general. The students learn to work in a team, acquire social, communicative and reporting skills during the two compulsory practical program units. The thesis is very important for the general and professional competences of the students. For the thesis a high level of autonomy, creativity and sense of initiative is expected. The student has to develop a work plan and realize it within the constraints of time and available resources. He also learns to communicate, report and defend his results both verbally and in written form. Also the internship is a good opportunity to obtain professional skills.

As a recommendation for further improvement the panel suggests that the programs must pay more attention to the economic, social, ethical and juridical context of the professional field of nanoscience and nanotechnology. The students told the panel during the meeting that they find this one of the major lacunas of the curricula.

The panel assesses the aspect 'Requirements for professional and academic orientation' as good for all programs.

Aspect 2.3. Consistency of the program

The panel observed, after consulting the self-evaluation report, that the consistency of the program is good. During the meetings with the different stakeholders of the programs it became clear that the programs are well designed and their coherence is well monitored. For obvious reasons all introductory program units are programmed in the first semester. Some courses are even taught at a higher speed in the first 6 weeks of the semester. For the EMM-Nano program all core program units are programmed in the first year of the master in order to give the students the necessary basic knowledge and skills for the specialization units and for the master's thesis. This is the same for the local programs, except for two courses (Advanced nanoelectronic components and Mesoscopic physics) which are programmed in semester 3. The two practical program units are programmed in semester 2, whereas the master's thesis is programmed in the semesters 3 and/or 4.

For the local programs the specialization and broadening program units are spread between year 1 and year 2. The master's thesis is spread over year 2 of the programs. For the EMM-Nano program the specialization program units are composed of elective (profiling) program units that are taught in the first year in Leuven and the compulsory program units that are entirely programmed in year two at the partner universities. In this case all broadening program units as well as the master's thesis are programmed in year 2 as well.

Horizontally care has been taken that every year contains a variety of activities and topics: introductory program units, the practical program unit, the Lecture Series and the core program unit in the first year, and the specialization program unit, broadening program units and the master's thesis in the second year. Some of the core program units are more related to practical engineering aspects, others are more related to fundamental scientific aspects.

Regarding the coherence of the local programs, there are regularly discussions among lecturers and between lecturers and students, both in the context of the POC and outside it, to monitor potential overlap between program units and to identify potential gaps. For the EM program the coherence of the program is maintained, monitored and discussed in the Academic Steering Committee and in the Executive Board of the program. Special attention was paid to the coherence of the EMM-Nano program, more specifically to avoid overlap of the program units from different partners.

The panel assesses the aspect 'Consistency of the program' as good for all programs.

Aspect 2.4. Size of the program

The three two-year master programs amount to 60 ECTS-credits per year. In effect, the programs comply with the formal requirements regarding the 'Size of the program' as described in the Flemish Higher Education Act.

Aspect 2.5. Work load

The Flemish Higher Education Act states that the volume of a study year 'must be at least 1500 and at most 1800 hours'. The legislator stipulates that students should invest a minimum of 25 hours and a maximum of 30 hours for each credit. For the EMM-Nano master partner institutes also about 30 hours workload for 1 credit is assumed.

The faculty of Engineering uses some guidelines to relate the number of credits for each learning activity (lecturers, lab sessions, exercises, ...) to the allowed study time the students can spend on that activity. These guidelines are, however, not uniform for the two other faculties involved in the programs, and of course are also not valid for the partner universities of the EMM-Nano program.

In order to check if the estimations of the total study load per credit are also confirmed in reality, study time measurements are carried out. The measurements were limited to the program units which have a sufficiently high number of students: the introductory courses and the core program units. The non-technical, specialization and broadening program units do not have sufficient students to allow a statistically relevant time measurement. The method used was that of absolute estimation afterwards, questionnaires on paper were used. Besides, feedback from the students about the study time was also asked in a questionnaire. The same trends are observed for the EMM-Nano students and the local students. The study load of the first semester of the first year is perceived as too high, which is probably due to the combination of the introductory program units running in parallel with the core program units. The students say also that the 3 credits program units are generally more difficult than the 3 credits suggest. This is counterbalanced by some 6 credits program units which are generally easier than the credits suggest. The results have been discussed at the POC. Teachers of the 6 credits core courses were asked to adapt their course content to make the study time compatible with the budgeted ones, thereby effectively increasing the work load for students. The panel recommends that the work load of all program units should effectively correspond with the number of credits given.

The students told the panel that the first semester of the first master-year is characterized by a heavy work load, mainly because of the many 3 credit introductory courses. The work load also varies strongly depending on the background of the students and the chosen major or option. Because the programs are still very much

electrotechnics-oriented, students without an electrotechnical background face a significantly higher work load, especially if they choose within the local programs, the cluster modules which lead to the title of burgerlijk ingenieur.

The panel concludes that the actual study time and work load is in accordance with the standard of 60 credits per year, that the workload is rather well distributed, and that the programs can be completed within two years.

The panel assesses the aspect 'Work load' as good for all three programs

Aspect 2.6. Program format

The K.U.Leuven concept of 'Guided Independent Learning' defines the responsibilities of students and lecturers and how these evolve through successive program stages. Students are expected to take responsibility for their own learning but are given guidance by lecturers. As the program progresses, students should become more autonomous. Lecturers are jointly responsible for supporting the learning process. Each lecturer is responsible for setting specific objectives and developing a learning environment and an assessment system for the program units he teaches. In doing so, lecturers can take into account the program's overall goal and intended learning outcomes, as reflected in the curriculum. Intended learning outcomes, content, instructional formats, assessment types and support should not only be integrated at the level of the individual program units, but also at the program level. The same holds for the EM program but the approach varies slightly according to the educational traditions and concepts of each university. The panel comments that the educational concept is not used as a guiding tool for the development of the programs, and the program format more particularly, and as such, of little added value for the different programs.

In the Nanoscience and Nanotechnology programmes about half of the contact hours are spent on the master's thesis, about 30 percent on (interactive) lectures and the remaining hours on presentations (13 percent), project work (4 percent) and seminars (2 percent). The panel finds the teaching approaches in accordance with the objectives of the respective programs, as with the learning goals of the courses. Based on its interviews *in situ*, the panel concludes that students are stimulated to deal actively with the subject matter. Students consider the Lecture Series as very attractive. The panel nonetheless agrees with the students' opinion that there is still too little practice in the first year (even though it respects the organisational difficulties). Company visits might also be incorporated. The students support this and it could reinforce the ties with the industrial field.

Concerning the course notes, the commission noted that these are for the most part of high quality, with reservations about course notes consisting of slide presentations without sufficiently detailed explanatory texts, and about the lack of adequate

references in some of the documents. The commission saw course notes which essentially are 'cut and paste' copies of textbooks without referencing the source nor mentioning the permission of the author or editor. Such a practice, according to the commission, is not acceptable and is not a good example for the students. Students also voiced complaints about the fact that the study materials often appeared too late on the Toledo electronic platform to allow time for printing and personal preparation.

The e-learning platform Toledo is properly used as a discussion forum and information platform. Similar electronic learning environments exist at the EMM-Nano partner universities. Also the infrastructure for practicals is adequate according to the panel. All facilities and material are present.

Given the inter-faculty character of the programs and the fact that they in part consist of already existing courses, it is not easy for students to compose a proper timetable without overlap. The panel asks the educational committee to put more attention to the quality of the timetables.

The panel assesses the aspect 'Program format' as sufficient for all programs.

Aspect 2.7. Learning assessment

In 2001-2002, the semester examination system was introduced at K.U.Leuven. This means that final exams are taken at the end of each semester, each exam session covering about half of the program units. These end-of-semester exams are compulsory and final. There is a third examination session in August-September for those program units that the students failed during the semester session and has to retake. Exams can only take place during these official exam sessions (one in January, one in June and one in August-September). At the end of each exam session, exam results were made available to the students. The deliberations take place and decisions are taken at the end of the program.

In the EMM-Nano program until the academic year 2008-2009 the deliberation and decisions on pass/fail were taken by the local examination boards of the two universities where the students followed the program units. From the academic year 2010-2011 on, all students will be evaluated at the end of the EMM-Nano program by a common examination board which uses common pass/fail criteria. This board will meet three times per year: at the beginning of July, middle of September and at the end of October.

At K.U.Leuven the exam schedule for the regular semester sessions is made by the master secretariat. The schedule is made available to the students a few weeks before the start of the exam sessions. For the exams in August and September the students have to make individual appointments with the teachers.

From 2010-2011 onwards, the so-called 'early exam schedule' will be introduced university-wide. This implies that exam schedules will be made available to students at the start of the academic year.

In the EMM-Nano program the examination of each program unit is organized by the institution hosting the student according to the local rules. At Chalmers, three examination periods per academic year are arranged for each compulsory program unit, of which one should be in August. The examination schedules are stated on the Student Portal. At TU Delft, exams are scheduled by a central university service. The academic year is divided into two semesters, and each semester is divided into two educational periods. Exams can take place at the end of each educational period, and in between, according to the wishes of the responsible instructors. Retakes can be requested individually by students. In this case, the responsible instructor decides to honour this request or not. Normal retakes are scheduled for August. At Leiden University, exams are organized similarly, except that the specific time-schedules for lectures and exams are composed by the coordinators and other staff. At TU Dresden, the examinations usually take place at the end of each semester during a two-week period. The examination period of the winter term is in February, the examination period of the summer term in July. The examination schedule is taken care of by the central Examination Office. Usually the dates of the examinations are fixed at the beginning of each semester. A failed exam can be repeated twice. The first repetition examination has to be taken within one year. Should the examination be again evaluated as failed, the second repetition has to be taken during the next examination session.

At K.U.Leuven the choice of the evaluation format is made by the teachers, and discussed and approved by the program director and/or the POC. In principle, the teachers are expected to inform the students at the start of the program unit about the evaluation format and about the objectives that will be tested on the exam. They also indicate how and on which basis the scoring will be made. The POC consider it as a good practice if model questions are discussed in the class with the students. The evaluation formats are also described in the syllabi, available on the internet. It is advised to repeat this information at the last contact moment. For the EMM-Nano students that are following the program at one of the partner universities the information on evaluation formats of the program units is available in the Erasmus Mundus program book on the K.U.Leuven website, but also on the websites of the respective universities.

For the local programs the dominant evaluation format is the oral examination format (50%), followed by the written (21%), the mixed format (combination of oral and written format, 21%) and the permanent evaluation (8%). The latter is the case for the practical program units and the master's thesis. The permanent evaluation is mainly based on a written end report, combined with a final presentation and an

assessment of the work during the project, in some cases in a public session. For the EMM-Nano program the oral, written and mixed evaluation formats are more or less equally distributed. The weight of the permanent evaluation is about the same as for the local programs.

Based on the ECTS sheets and the exams that have been looked at, the panel finds the evaluation in all programs in accordance with the educational learning goals.

The quality control of the evaluation is a posteriori. The K.U.Leuven teachers have a large autonomy in composing evaluations and assessing students. Post factum however they have to be able to justify the questions that were posed and the assessment, at first to the POC (in case problems have been arising), secondly to the ombudspersons investigating the students' complaints, and thirdly to the examination committee. For the EMM-Nano program the Board and the Steering Committee are responsible for the quality assurance of the evaluation. The quality assurance mechanisms at the partner universities are similar to that of the K.U.Leuven.

The panel found that students are well prepared for the examinations. Both the self evaluation report as the interviews with the students point out that the latter are familiar with the examination requirements. In the last lecture the teachers mention what they expect from the students during the examination. The examinations are representative for the subject matter and the marking is adequate. The panel appreciates that in the Erasmus Mundus course a common examination committee will deliberate the students on the basis of common standards.

Regarding improvements to be made, the panel suggests (similar to the recommendation given for the Elektrotechniek program) to organize an interim examination to make the foreign students familiar with oral examinations.

The panel assesses the aspect 'Learning assessment' as good for all programs.

Aspect 2.8. Master's thesis

The master's thesis comprises 30 ECTS and is therefore in agreement with the regulations of the accreditation framework. The master's thesis is programmed in the second year (semester 3 and/or 4). At TU Dresden the master's thesis takes place in semester 4 only, because the specializing and broadening program units are all concentrated in semester 3. The students are expected to carry out original research and report about it. The reporting of the thesis consists of 4 parts:

- A midterm presentation (for the K.U.Leuven local programs)
- A final thesis report (all programs)
- A publishable summary (for the K.U.Leuven local programs, language English)
- A final presentation (all programs, language of the degree)

At K.U.Leuven the students select the topic at the end of the first master year. All research groups that are active in nanoscience and nanotechnology are proposing topics, which are submitted to and collected by the program director, indexed and made available at the website in semester 2. Students can also propose their own topics if they find a promoter that is willing to support the thesis. In principle students from the graduating option Engineering select a topic that is proposed by a promoter from the faculty of Engineering Science, students from the graduating option Natural Sciences select a topic that is proposed by a promoter from the faculty of Science and students from the graduating option Bioscience Engineering select a topic that is proposed by a promoter from the faculty of Bio-engineering Science. In practice, however, students can select a thesis that is proposed by a promoter which does not belong to the chosen graduation option if the topic is also supported by a co-promoter from the faculty of the student's graduation option or if the POC approves and agrees that the topic contains enough aspects of the graduating option. In principle only lecturers that are teaching a program unit of the nanoscience and nanotechnology program can act as a promoter, but again ZAP-members who are not a lecturer of the program can act as a promoter after explicit approval by the POC.

The students are requested to send 3 possible topics to the master secretariat in order of their preference. The program director assigns the topics to the students. In doing this he tries to respect the preferences of the students. For every master's thesis a promoter and one or more daily supervisors are identified. Usually, the daily supervisor is one of the researchers, PhD students or postdoctoral staff of the promoter. Typically the topic fits in the research project of the daily supervisor or there is at least a close link.

The evaluation of the master's thesis is done by an evaluation committee composed by the promoter, the daily supervisor and 2 assessors of which at least one from outside the research Group where the thesis takes place. The thesis is evaluated on three aspects: quality of the work, quality of the written report and quality of the final presentation.

The preparation, supervision and evaluation differ slightly depending on the second year location for the Erasmus Mundus students. For the EMM-Nano program each master's thesis has a promoter at the hosting university and an external examiner at the coordinating university (K.U.Leuven). The thesis is defended and evaluated at the host institution according to the local rules of the university where the thesis was carried out and is evaluated by an examination committee composed according to the local rules of the university, but with input from the external K.U.Leuven examiner. The obtained score for the thesis is determined based on a weighted average of the individual scores of the members of the thesis evaluation committee. At the EMM-Nano Spring Workshop in May, the master's theses are presented to all the EMM-Nano students.

The panel has read some master's theses and finds these of very good scientific quality, reflecting the students' analytical and independent problem-solving capacity. Students are well informed about the subjects. The counselling is adequate, without patronizing the students too much. The assessment is correct and transparent. Particularly for the EMM-Nano master, and because of the complex situation, the panel wants to express its appreciation for the uniform and transparent assessment. The Spring Workshop is also an excellent forum to present the master's theses. The panel finds it important that the master's theses are concluded within the foreseen time limit. Although the statistical output is limited, this seems to be the case.

Given the importance of English as a scientific language (as recognized in the objectives), the panel recommends also to organize both the writing and the defence of the master's thesis in English.

The panel assesses the aspect 'Master's thesis' as good for all programs.

Aspect 2.9. Admission requirements

Both the Dutch and the English master's programme are directly accessible for students with a Flemish degree in the following disciplines:

- bachelor engineering sciences: major Chemical technology, all minors;
- bachelor engineering sciences: major Computer sciences with minor Elektrotechniek;
- bachelor engineering sciences: major Elektrotechniek, all minors;
- bachelor engineering sciences: major Material sciences, all minors;
- bachelor engineering sciences: major Werktuigkunde, minors Chemical technology, Elektrotechniek or Material sciences;
- bachelor wetenschappen in Fysica;
- bachelor wetenschappen in Chemie;
- bachelor wetenschappen in Biochemie en biotechnologie;
- bachelor wetenschappen in Biologie;
- bachelor Bio-ingenieurswetenschappen.

Students with a bachelor degree industrial engineering in a related discipline (chemical engineering, electromechanical engineering, electronic engineering) or a master's degree industrial engineering in a non-related discipline must first follow a preparatory program of one year (60 ECTS). This program contains courses from the bachelor program engineering sciences, the introductory units and elective courses from the master Nanosciences and Nanotechnology. The individual program is composed in accordance with the program director.

Students with a master's degree of industrial engineering in a related discipline (cf. supra) follow an adapted master's program. These students follow a number

of courses from the bachelor's program of engineering sciences, in exchange for a number of non-technical and enlarging elective courses.

Foreign students who want to follow the English-language master's program are evaluated on the basis of their credentials by the program director. In every case they have to dispose of one of the following bachelor degrees:

- bachelor of Engineering;
- bachelor of Physics;
- bachelor of Chemistry;
- bachelor of Biochemistry;
- bachelor of Electrical Engineering;
- bachelor of Material Science;
- bachelor of Bioscience Engineering.

Candidates must also have the necessary knowledge of English language.

For the EMM-Nano program the consortium uses common selection criteria. Only very good students with a bachelor's degree in Physics, Chemistry, Biochemistry, Electrical Engineering or Material Science and a proven thorough background in mathematics and physics or chemistry are admitted. Of course these candidates should also master the English language.

The Dutch-language master's program counted during the last three academic years (2007-2008 (only the first master's year), 2008-2009, 2009-2010) respectively 14, 29 and 31 students. In the same period the students' number of the English-language master's program amounted to respectively 7 (only the first master's year), 15 and 25 students. The Erasmus Mundus program, which started in the academic year 2005-2006, counted during the last five academic years respectively 20 (only the first master's year), 37, 35, 43 and 49 students.

The Dutch-language trajectory has hitherto only been followed by students with a bachelor's degree obtained at the K.U.Leuven. The majority has a bachelor's degree in engineering sciences: Elektrotechniek. The reason for this, according to the self evaluation report, is the still strong focus of the program on nano-electronics, the fact of the master being a spin-off of the master's program engineering sciences: Elektrotechniek and because of the program not being known enough among the students of the Sciences and Bio-engineering sciences faculties.

The English-language trajectory has hitherto mainly been followed by foreign students, except for a few students with a K.U.Leuven background. Here also most of the students have a background in Electrical Engineering.

The background of the students in the Erasmus Mundus program is more diverse. The majority has a bachelor's degree in Physics, Physics Engineering (Applied Physics) or Electrical Engineering. Of the students with a background in Electrical Engineering an important part comes from the bachelor's program of the same name at the K.U.Leuven. Some students also start the program with a master's degree in Physics, Applied Physics, Electrical Engineering and Chemistry.

In total only two students with a background in industrial engineering sciences entered one of the programs.

The student intake criteria for the Dutch-speaking program are, as appears from the (limited) success rate data, well defined, while the introductory courses of the program anticipate well on the diversity of preliminary trainings. The students, especially those with no background in Electrical engineering, have to make big efforts in the first semester in order to reach the same level. They do succeed herein, partly because of a good tutoring by the academic staff.

The success rate of the students in the EMM-Nano program show that the students' selection is adequate. The Executive Board manages the selection. Candidature files are assessed by each consortium partner. On the basis of a total average score and after a discussion within the Executive Board, the candidates are selected. The common year at the K.U.Leuven, including the introductory courses, brings all students towards an equal level. Together with the dedication of the students and the good administrative and substantial support this produces a good success rate.

The rather limited success rate for the (foreign) students in the English-language master (see theme 6) provide for the time being a less favourable image compared to the two other master's programs. The panel recommends the programs to monitor the relation between selection criteria and success rate.

The local programs can be followed both fulltime and halftime. The EMM-Nano program has to be followed fulltime. The K.U.Leuven had a fully developed procedure for the recognition of earlier obtained competences (EVC) and earlier obtained qualifications (EVK). The self evaluation report does however not mention the application of this procedure in the master's programs of Nanosciences and Nanotechnology.

The panel assesses the aspect 'Admission requirements' as good for the local Dutch program and for the EMM-Nano program and as 'sufficient' for the local English program.

General conclusion related to theme 2: Program

All aspects are assessed as positive by the panel for all programs, hence, theme 2 'Program', is assessed positive too for all programs.

Theme 3 Personnel

The local master programs are organized by the Science, Engineering and Bio-science Engineering faculties of the K.U.Leuven and are not linked to one single (research) department. The POC of the Nanoscience and Nanotechnology master programs advises the participating faculties and departments about the human resource needs of the programs.

On the basis of the strategic priorities and the available means every department, in coordination with the faculty to which it belongs, puts together a list of vacancies. The vacancies are spread as international as possible. The candidates are assessed by the faculty assessment committee, containing (ordinary) professors and at least one external academic bearing the title of professor, and advises the Bijzonder Groepsbestuur. The advice of the Bijzonder Groepsbestuur is presented to the Bijzondere Academische Raad, which takes the final decision. The assessment takes place on the basis of research, education and social services. A first appointment as teacher is mostly temporary for maximum three years and every assignment of a teaching commitment is for five years. This should offer the POC's that are involved the possibility to evaluate and possibly adjust the teaching skills and course contents.

The faculty assessment committee advises also on the requests for appointment (fixed) and promotion (at least three years after the appointment) of ZAP-members, partly on the basis of information of the program director. The faculty board advises on the prolongation of the educational tasks, on the proposal of the program manager(s). The appointment or promotion file contains, apart from the general data, a list of activities regarding research, a list of activities regarding education, a list of activities regarding social services, the five most important publications, a self evaluation on the education and the motivation for submitting the application. The data stemming from the teaching evaluations are always automatically added to the file.

Every five years (and apart from the evaluations as part of appointment or promotion) an evaluation takes place on how each member of the academic staff has fulfilled its task in the past period. The evaluation however takes already place three instead of five years after the first appointment, after the fixed assignment or after each promotion. The evaluation decisions are taken by a General Evaluation Committee per group, on the proposal of faculty evaluation committees.

The assisting and additional academic staff (AAP en BAP) is appointed on temporary basis. For a first appointment in the AAP a vacancy is obliged. The vacancies are issued by the faculty, c.q. the department/research unit. For BAP staff there is no such vacancy requirement. The AAP is financed with means from the first flow

of funds (the government donation). Each two years an evaluation takes place on the basis of the education assignment and the scientific performances, the progress made in the doctorate being decisive in this respect. Pre- and postdoctoral research are financed with competitively obtained research projects and mandates: means of the second and third flow of funds (research funds: K.U.Leuven, FWO, IWT, ...). According to the level of the appointed researchers and the regulation of the funds these staff members are appointed as PhD scholarship, scientific assistant or post-doctoral researcher (BAP).

The K.U.Leuven offers its employees a number of courses in educational professionalization.

For the EMM-Nano program the teaching and supporting staff are provided by the contributing universities, following their own human resources policy. In the same way as the POC for the local programs, the Executive Board and the Steering Committee are advising the partners about the human resource needs for the program, but the decisions on personnel issues and assignments are taken by the partner universities. At each of the partner institutions there is an academic as well as an administrative local coordinator, who is responsible for the management of the program at the local level and for issues regarding the interface between their institute and the rest of the consortium.

The basis of the human resources policy of the faculties of Leiden and TU Delft is the tenure-track-system. In this system three competence profiles are used: assistant professor, associate professor and full professor. These profiles determine the appointment, evaluation and career decisions. Competences are personal qualities in terms of knowledge, skills and attitudes. In the tenure-track-system the competences of the teacher play an important role for his or her career opportunities. In this system 'excellent research and good teaching' has the same value as 'excellent teaching and good research'. The evaluation of the competences of the teaching staff is discussed on an annual basis in the Personnel Reviews with the leading personnel (department chair, research director, program director or responsible professor. Chalmers follows its own University Appointment Regulations for Teaching and Research Faculty. Scientific and pedagogical skills are required for each academic position. Promotion requires, in addition to fulfilling the formal scientific and pedagogical qualifications, that one has complied with Chalmers strategies with regard to responsibility and involvement, respect for others and equality of treatment.

At TU Dresden, the requirements foreseen by the Saxon law on Higher Education for the appointment of professors assure that an adequate qualification exists. Requirements are especially a successfully completed study course of higher education, a pedagogical qualification and didactical knowledge as well as the aptitude to conduct scientific work. The competency in teaching and research is evaluated. The profile of the candidates and especially their experience in teaching are essential criteria for the selection and appointment procedure. In the framework of this

procedure, the candidates are asked for a teaching concept, which influences the decision-making. Once appointed, the professors and teachers are assessed on a regular basis.

Aspect 3.1. Quality of the staff

The discipline-specific expertise of the teachers is very good according to the panel. This expertise is also guaranteed, as the courses at all universities (including Chalmers, Leiden/TU Delft and TU Dresden) are assigned to teachers who do research that is connected with the teaching subject. The panel found that students were satisfied with the didactic qualities and the engagement of the academic staff. Regarding didactics there is a good offer of educational professionalization, although the panel observes that this offer is not sufficiently made use of. However the panel thinks that progress can still be made in this domain, for instance by exploring new e-learning techniques, such as serious gaming for training in methods and techniques. A forum in which teachers can exchange ideas about education might be a step in the right direction. Extra attention should also be given, according to the panel, to the knowledge of English. According to the students, in some cases this knowledge is still not sufficient.

Depending on the internal faculty procedures, the teaching assignments at the K.U.Leuven take place on the level of the faculty, the department or the research group. In the faculty of Bio-engineering sciences the AAP and the BAP are assigned to one ZAP-member. The department Elektrotechniek (faculty of Engineering sciences) divides the teaching assignments for the AAP/BAP via a pool system, in which it is taken care of that young teachers receive more time for research than their older colleagues. Young teachers are also more often engaged in courses in the higher years. In the K.U.Leuven new assistants and scholars start their teaching assignments (P&O, practica) first under an experienced colleague. A survey among the junior teaching staff involved at the K.U.Leuven's core program units and the EM partner's compulsory and specializing program units reveals however that 9 junior staff members (including 4 from the K.U.Leuven) of the 21 (including 8 from the K.U.Leuven) find that there is insufficient contact with the professors on the content and the approach of the practice sessions and seminars. The panel therefore recommends to check where the shortcomings in support are situated, and to remedy it.

As a recommendation for further improvement the panel believes that regarding the still limited internationalization of the staff at the K.U.Leuven action should be undertaken. More efforts should be made to advertise the vacancies on an international scale. The selection committees should also have a more international character. Sabbatical leave must be encouraged by the involved faculties and all the programs must attract more foreign lecturers.

The panel assesses the aspect 'Quality of the staff' as good for all programs.

Aspect 3.2. Requirements of academic and professional orientation

The quality of the research of the various research groups connected with the three master's courses, is good to excellent according to the panel on the basis of the research output mentioned in the self evaluation report. Within the K.U.Leuven staff exists a broad spectrum of specializations. for example in such fields as integrated micro- and nano-electronics, nanotechnology, physics and chemistry of surfaces and interfaces, novel materials and materials characterization techniques at the nanoscale, biophysics and biochemistry and bionanotechnology.

The same holds true for the partner universities within the EM masterprogram, which provide a broad learning platform in their respective fields of expertise (nanoscience and nanotechnology at Delft/Leiden or Chalmers, biophysics at Delft/Leiden or Dresden, biotechnology at Dresden).

The academic staff disposes also of excellent international contacts. Several teachers are involved in the editorial board of international journals, the organizing or scientific committees of international conferences, as coordinator or partner in EU research projects. Some of them are also within the context of education actively involved in international curriculum development, are teaching program units at host universities abroad, and are involved in the organization and teaching at summer schools.

As nanoscience and nanotechnology is still a relatively young area, most activities are still in academia or in large research institutes such as IMEC (Leuven). The link between the researchers in Leuven and the IMEC is very strong. A number of IMEC researchers are part-time ZAP-member in the teaching. Furthermore, many teaching staff members associated with the Engineering and Bioscience Engineering faculties are involved in research projects involving industrial companies. Finally for the Lecture Series, speakers who are active in industry are always invited as part of the lecture program. The direct 'input' from the professional field may be intensified according to the panel. Herein also the Industrial Advisory Board could play a larger role.

The panel assesses the aspect 'Requirements of academic and professional orientation' as excellent for all programs.

Aspect 3.3. Quantity of the staff

Local programs

In the Dutch language local program a total of 151 academic staff members are involved, of which 76 senior teaching staff members (ZAP), 65 PhD students (BAP) and 10 other (mainly international PhD students with a study grant. As the English language local program is almost a mirror of the Dutch program, the numbers are

almost the same. Most of the staff members are only for a relatively small fraction of their teaching load involved in the master programs. This is a consequence of the fact that these master programs were created only recently by the teaching staff from the three faculties who were already involved in other master programs.

EMM-Nano program

The EMM-Nano program can rely on a large number of staff in the four participating universities, including professors, postdocs, PhD students and technical and administrative staff. Nevertheless there is a core group of persons with the highest degree of involvement in each university. They contribute by teaching in the core program units in the first year at K.U.Leuven, and the compulsory specialization units in the second year at the partner universities. For the K.U.Leuven, part of the program the teaching staff is of course the same as for that part of the local programs. They are 10 core people at K.U.Leuven, 10 at TU Delft/Leiden University, 5 at Chalmers and 5 at TU Dresden.

29 out of 76 ZAP members at K.U.Leuven are in the age group 50-59 years, 24 is in the age group 40-49 year. In the age group 30-39 and 60-65 years the number is 11 and 12, respectively.

In 2008-2009 in total 87 students and in 2009-2010 in total 105 students were registered at K.U.Leuven for the three programs.

The panel finds the current staffing situation to be good. Partly thanks to the large number of scholarships, all programs dispose of enough scientific staff members. The academic staff members are not overloaded with teaching assignments in the three programs and the regulations regarding the time investment are respected.

The panel assesses the aspect 'Quantity of the staff' as good for all programs.

General conclusion related to theme 3: Staff

The panel assesses all aspects regarding the staff as positive for all programs, hence, theme 3 is assessed positive too for all programs.

Theme 4 Facilities and support

Aspect 4.1. Facilities

At K.U.Leuven, most teaching facilities are located at the campus Arenberg. Some program units are taught in the city center, mostly the non-technical program units which are organized by other faculties than the three Science and Engineering faculties. Most seminar rooms and auditoria are equipped with modern audiovisual infrastructure, such as PC, projection beamers, microphones, and internet connection. For the practical program units and the master's thesis the students can make use of the laboratories and infrastructure of the contributing faculties and departments, which all have infrastructure for their own master programs related to the individual departments. Moreover the students can also make use of the state-of-the-art equipment of IMEC which is also located at the campus. IMEC has 3 cleanroom facilities and extensive characterization and chemical and testing lab facilities. Specifically for the Nano programs there are computer facilities foreseen at IMEC and the ESAT department, which functions as the home base for the courses, practica, and master theses.

In de Campusbibliotheek Arenberg students can consult and borrow specialist literature. A lot of scientific journals are also accessible on-line. The various research groups also maintain specialised work libraries which can be used by students who prepare their master's thesis.

Regarding housing services, international students in Leuven can apply for a temporary room via the housing service. This temporary housing is guaranteed for a couple of days, giving them the time to find their own housing once they have arrived. Housing serving also manages an online list of rooms/apartments that are available for students, local and international.

At Chalmers, the teaching facilities as well as the teachers and research groups involved in the EMM-Nano program are located at the Chalmers main campus. A majority of the lectures, lab work and master's thesis work is carried out within the department of Microtechnology and Nanoscience. The students have within the frame of the program in lab projects and the master's thesis access the to cleanroom of the department of Microtechnology.

EMM-Nano students are guaranteed housing during their year at Chalmers through SGS Studentbostäder.

At TU Delft/Leiden University, the teaching facilities are located at the campus sites of TU Delft and Leiden University. For the practical courses and the master's thesis the students can use the laboratories and infrastructure of the contributing faculties and departments (like Applied Physics, the Kavli Institute of Nanoscience, Biotechnology, Physics, etc.).

At TU Delft/Leiden University, the housing is arranged for the whole academic year, so students do not have to look for a house themselves.

At TU Dresden most of the teaching takes place at the Biotechnology Center (BIO-TEC) which was built in 2004 with state-of-the-art lab facilities and modern audio-visual infrastructure in the lectures rooms. As several institutes are involved in the master course, some of the teaching and lab courses take place at those institutes (Max Planck in Dresden, Max Bergmann Center for Biomaterials) which have all modern equipment in their field of research.

At TU Dresden, accommodation in a student residence can be booked by the students upon reception of their admission letter. Reservations are made and confirmed before arrival of the students in Dresden.

The panel visited the K.U.Leuven infrastructure and finds it adequate. In the department Elektrotechniek - the most important supporter of the programs - however, there is no place for study and group work, and PC rooms are very small, the panel has observed. An expansion of ESAT on the Campus Arenberg is planned, and this is necessary according to the panel. Surveys among the alumni and the students from the three programs reveal their satisfaction with the program-related infrastructure (library, class rooms, laboratories and computer facilities). The same survey reveals also a global satisfaction with housing. Only regarding the housing in Delft/Leiden a number of complaints about quality and price have been formulated.

The panel assesses the aspect 'Facilities' as good for all three programs.

Aspect 4.2. Support

The supply of information to potential students takes place on various levels. The main channel at program level to inform students is the program website. At faculty level, several initiatives are taken to communicate the programs to future students, and to orient bachelor students towards their choice of a master. The three organizing faculties are present at the annual SID-in's (study information days of the Flemish government). Through these channels early information about the masters Nanoscience and Nanotechnology is provided to students of the 5th and 6th grade of secondary education. The faculties also organize an annual information day for secondary school pupils. The program director of the Nano programs is present to explain the objectives and the structure of the programs. The coordinating faculty of Engineering is organizing an information event for 2nd bachelor students who have to make a choice of their bachelor major and minor and for 3rd bachelor students who have to select a master program in the next academic year. Finally, all information about the programs is also available at the central K.U.Leuven website.

For the international students there is an academic welcome event organized by the program coordinator where the basic information on the master program is given, such as the structure of the program, how to find the lecture schedule and locations, explanation of the common EMM-Nano consortium rules, examination and pass/fail rules, etc. For the local students of the Dutch program a separate welcome event is organized, as these students are mostly coming from one of the K.U.Leuven bachelor programs and do not need the same level of detail as the international students. These two more formal sessions are followed by an informal socializing event, where both the international and the local students can get to learn each other better. At university level, the International Office of the K.U.Leuven organizes orientation days for foreign students at their arrival and offers the students administrative and practical support.

During the first week of the academic year, first year students are guided in the selection of their individual study program by the program coordinator. The program director organizes sessions where the students can consult him and ask for advice in the selection of their program units.

At the Spring Workshop first year students of the EMM-Nano program are informed about the second year universities. All partner universities are organizing welcome and introduction sessions for the incoming students. They all have international offices where the students can get all the necessary information about housing, visa and other administrative issues.

During their studies in Leuven, the academic personnel of the programs is the first in line for advice to students. The ombudsperson also plays a crucial role in student and study guidance. For each group of students, the Faculty council annually appoints a member of the academic staff as (exam) ombudsperson.

On the central level students can appeal to the Dienst Studietoelichting for advice and tutoring in case of problems regarding study approach.

The panel finds the offer regarding study information good. The websites offer a lot of information and the practice sessions are appreciated, as it appears from a survey among the students of the three programmes. Only the faculties of Sciences and Bio-engineering sciences should make more publicity for the programs among their bachelor students. The panel therefore asks to pay more attention to this. The foreign students are well received and tutored in all institutions. All students are satisfied with the tutoring by the academic staff and the ombudsperson is well known.

The panel assesses the aspect 'Support' as good for all three programs.

General conclusion related to theme 4: Facilities and support

Given both aspects are assessed positively for all three programs, theme 4 is assessed as positive too for all programs.

Theme 5 Internal quality assurance

At the K.U.Leuven, the master programs are managed by a POC (educational committee), which is chaired by the program director and composed of teaching staff of the three organizing faculties, representatives of the junior academic staff and of the students. The POC is the most important factor in the quality assurance of the programs. The POC is reporting to the Groepsbestuur Science, Engineering and Technology, which is the executive council of the Group that manages the common policy of the three composing faculties. The group council is responsible for the management of the group and for policy preparation, coordination and execution. It approves program change proposals coming from the POC, starts up new programs or decides on participation to programs like Erasmus Mundus, and takes care of the decision making related to interfaculty programs.

The decisions of the group are approved through the College van Bestuur to the Academic Council, which is the central executive council for all decisions and policy related to education and research of the K.U.Leuven.

For the quality assurance and improvement of the education the individual teachers, the POC and the faculties are supported by a number of centrally organized services under the responsibility of the vice-rector Education, i.e. Dienst Onderwijsbeleid, Dienst Universitair Onderwijs, Dienst Permanente Vorming, AVNet and the Academic Training Institute for Teachers.

At the level of the Erasmus Mundus consortium, the Steering Committee is responsible for the educational concept, the educational frame of reference, the academic implementation and overall management of the program. It watches also over the long term policy and the quality assurance of the program. It has the authority to adjust the educational content of the program, evaluates its educational quality and takes long term decisions on the program, in collaboration with the teaching staff, the Executive Board and the local education committees.

The Executive Board discusses the daily issues of the program, like scoring, ranking and selection of the students, thesis topic assignment qualification, speakers and organization of the Lecture Series, etc.

The decisions of the Steering Committee and the Executive Board have to be implemented at the partner institutions by the local education committees. They are responsible for the local quality assurance and are in permanent contact with the Steering Committee and the Executive Board.

Aspect 5.1. Evaluation of results

The quality control of the education on the K.U.Leuven takes place on the level of both the curriculum and the courses.

As a preparation for the external evaluation (visitation) all K.U.Leuven programs are evaluated every eight years on the curriculum level. Apart from this between two visitations a state of affairs of each program is made (the balance moment) and curricula are surveyed every two years among the alumni. Though the eight-year evaluation for all programs follows the same pattern, the POC decides on the concrete approach and interpretation.

The individual courses are surveyed online. Each course is at least every two year evaluated. Always after the end of the second examination period the application is made public to students till the beginning of the next academic year. Every faculty composes the questionnaires itself, so that the particularity of the education can be taken into account. In a first phase the teacher is permitted a look into the evaluation results of the courses he is involved in. He can provide these with commentary, after which the results are given to the program director. The latter discusses the results in a sub-commission of the POC. The sub-commission makes a general evaluation of the quality of education by each teacher, by furnishing a final appreciation that is related to all the courses given by or under the responsibility of the person involved. In the last resort the dean is allowed access to the evaluation results. Finally a final report, containing the average scores, the interpretations and the final appreciation, goes to the staff file of the teachers. Regarding the measures to be taken following the courses evaluation, it is at first the POC and the individual teachers who bear the main responsibility. Most of the program units in the three master programs went through this procedure in the second half of 2009.

Apart from the above-mentioned evaluations, a POC or individual teachers can take the initiative on their own to evaluate respectively a program or a course. These evaluations are essentially focused on quality improvement and the results do not go automatically to the teaching file of the persons involved.

During the academic year 2007-2008 the program units in the three programs have been evaluated ad hoc by the POC on five aspects (lectures, exercise sessions, study material, exams and study load). In 2008-2009 a more profound evaluation took place in preparation to the above-mentioned internal curriculum evaluation. The evaluation was based on electronic surveys among students, alumni and the junior academic staff, hearings of the Leuven students in the programs, study time measurements, interviews with the ZAP-members of Leuven and information sessions with representatives from the nanotechnology related industry.

The panel finds that all instruments and forums are present to monitor and assure the quality of the three programs. The results of the surveys that were taken in function of the first curriculum evaluation of the programs were dealt with in a serious way, discussed and assessed within the POC and the Erasmus Mundus Executive Board. However there is lacking an organised feedback of the discussions. The panel suggests to remedy this.

The panel assesses the aspect 'Evaluation of results' as good for all programs.

Aspect 5.2. Improvement measures

The panel acknowledges that the results of the evaluations are thoroughly taken into account. A practical course for instance was included in the core program to remedy the lack of practice, some clusters got a better profile and a first event was organised with the nanotechnology industry in Belgium. Particularly for the Erasmus Mundus program it was decided to allow all students to study the first year at the K.U.Leuven, so they all get equally prepared to the second year in one of the partner universities.

The future plans include a reinforcement of the link with the industry through the creation of the Industrial Advisory Board, the further elaboration of the alumni network that was founded in 2009, a better communication regarding the objectives of the programs, the optimisation of the study material and the refining of the selection procedure. The panel endorses these objectives.

The self evaluation report was complex and sometimes too detailed according to the panel. The interviews during the site visit, however, were quite complementary.

The panel assesses the aspect 'Improvement measures' as good for all programs.

Aspect 5.3. Involvement of students, personnel, alumni and the labour market

The students and assistants are represented in all councils and committees dealing with education in the K.U.Leuven. For the EMM-Nano program, the local education committees deal with the quality of the program. The local education committees are covered by the Steering Committee in which, apart from the program director and the local academic coördinators, since the academic year 2010-2011 also a student from each institution is represented. Via their representation students as well as staff, the panel has observed, are strongly committed to the quality assurance in their programs. Only the feedback on the decisions taken in the POC should, as has been pointed out in aspect 5.1, be better organized.

The contacts with the alumni are good. In 2009 an alumni network was founded by the alumni of the last two years with the aim of creating a tie between the students

and the alumni of the three programs. The alumni are also surveyed every two year as part of the quality assurance of the programs (see above). Apart from this the alumni told the panel that they also receive the ESAT newsletters and that they are encouraged by the university to become member of the alumni association of the K.U.Leuven.

The creation of the Industrial Advisory Board is a necessary initiative according to the panel, on the one hand to make these still young programs more known among the companies that are interested in nanoscience and nanotechnology, on the other hand to check if the programs respond to the needs of the industry.

The panel assesses the aspect 'Involvement of personnel, students, alumni and the labour market as good.

General conclusion related to theme 5: Internal quality Assurance

Given the positive assessments regarding the internal quality assurance for all programs, the panel assesses all programs as positive on theme 5.

Theme 6 Results

Aspect 6.1. Learning outcomes

On the basis of the interviews with the students, the surveys that have been organised in function of this visitation, the quality of the master's theses, and the analyses of the examinations and the learning material, the panel concludes that the three programs realise their objectives very well, which is not simple given the diversity of the intake and the multidisciplinary that is aimed at.

The alumni are very satisfied with the program they followed, as appears from the alumni survey. Yet they think more attention should be spent on the ethical, sociological and entrepreneurial aspects of their discipline. They also remark that they don't have a good view on the industrial field. The alumni with which the panel has spoken, repeated these observations. They appreciate the multidisciplinary of the program and find it enriching, but the link with the industry is underdeveloped in their eyes.

Because nanoscience and nanotechnology are relatively new disciplines, and also because the professional field is still insufficiently known, a lot of alumni want to start a doctorate after their program. The majority succeeds in this ambition, appears from the survey, which confirms the conviction of the panel that the programs manage to reach their academic and research-oriented objectives quite well. How-

ever, the panel wishes to repeat once again, the link with the industry should be tightened in the coming years.

So far only 3 students have followed the local Dutch program with a one year exchange via Erasmus. Together with the 11 Belgian bachelor students who stepped into the Erasmus Mundus program, this means that about 20% (14 out of 69) of the Belgian students followed a part of their program abroad. The panel finds the participation on classic Erasmus exchanges still too limited. It recommends the people in charge of the programmes therefore to stimulate the Erasmus exchanges.

The panel assesses the aspect 'Learning outcomes' as good for all programs.

Aspect 6.2. Study progress

Master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie

In 2008-2009 the program issued its firsts alumni. Of the 14 students that started the program in 2008-2009, 13 obtained the degree within the foreseen study duration of two academic years. The remaining student will graduate in 2009-2010.

In 2008-2009 19 students with less than 60 study points at the start of the academic year registered for more than 53 study points in the program. At the end of the academic year 15 students obtained all study points, while four students obtained more than 75 percent of the study points.

Master of Nanoscience and Nanotechnology

In 2008-2009 this program too issued its first alumni. Of the 7 students who started the program in 2007-2008, two graduated within the foreseen study duration of two years. This output seems however too pessimistic, as two students had to stop because of personal motives, and the results of the three remaining students were not yet known at the end of the academic year. In the academic year 2008-2009 ten students with less than 60 study points at the start of the academic year registered for more than 53 study points in the program. At the end of the academic year one student obtained all study points, four obtained more than 75 percent of the study points.

EMM-Nano program

Almost all students who started the program also graduated within the two years of the program. Considering the three generations of students that graduated until the academic year 2008-2009, in total 51 out of 57 who started the program passed it in two years, which is a success ratio of 89,5%.

On the basis of these, to be sure still limited, numbers, the panel concludes that the study output of both the Dutch-language and the Erasmus Mundus program is good. Factors contributing to this good output are the great motivation of the

students and the good tutoring by the academic staff. In the Dutch-language program the incoming students are mainly from the own bachelor programs, as they are already familiar with the education and examination culture. For the Erasmus Mundus program a very strong selection procedure takes place. The lower output in the English-language master's program is a sign, according to the panel, that the student intake for the English-language master's program can still be optimized. As said in aspect 2.9, the panel recommends the people in charge of the program to carefully monitor the relationship between admission criteria and study output.

The panel assesses the aspect 'study progress' as good for the local Dutch program and for the EMM-Nano program and as sufficient for the local English program.

General conclusion related to theme 6: Results

Given the positive assessment of the aspects 'Learning outcomes' and 'Study progress' for all three programs, the panel assesses theme 6 as positive too for all programs.

General assessment by the panel

The panel concludes that the master in Nanowetenschappen en Nanotechnologie shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the master in Nanowetenschappen en Nanotechnologie is therefore positive.

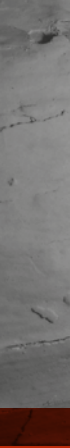
The panel concludes that the master of Nanoscience and Nanotechnology shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the master of Nanoscience and Nanotechnology is therefore positive.

The panel concludes that the Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology shows enough guarantees to fulfil the generic quality requirements since all six themes are assessed positively. The general assessment of the Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology is therefore positive.

Recommendations for further improvement: summary

- aim for a more equilibrated distribution between the electronics oriented part and the more specific nanoscience/nanotechnology oriented parts of the local study programs;

- progressively increase the specificity and the autonomy of the local interfaculty master program in nanosciences and nanotechnology compared to other master programs offered by the 3 participating faculties
- better take into account the background of the incoming students so as to make the programs more accessible to a broader range of candidates
- internationalize the teaching staff by wide publication of all vacancies and by involving a significant number of internationally recognized scientists from outside the respective universities at all levels of the selection procedures.
- make sabbatical leaves more attractive
- to communicate more actively on the objectives of the programs;
- to organize more attractive internships and schedule company visits;
- to schedule more practice in the first year;
- to pay more attention in the programs to the sociological, ethical and economic aspects of nanosciences and nanotechnology;
- to critically examine all course materials and remedy eventual shortcomings where necessary
- to organize an interim examination in order to make foreign students more familiar with oral examinations;
- to write and defend the master's thesis in English in the Dutch-language program;
- to work structurally on education professionalisation;
- to call in more teachers from the industrial field in the education;
- to make the programs better known in the faculties of Sciences and Bio-engineering sciences;
- to organize a structured feedback on the decisions of the POC/Executive Board/Steering Committee





Bijlage 1

Personalia

Ignas Niemegeers got a degree in Electrical Engineering from the University of Ghent, Belgium, in 1970. In 1972 he received a M.Sc.E. degree in Computer Engineering and in 1978 a Ph.D. degree from Purdue University in West Lafayette, Indiana, USA. From 1978 to 1981 he was a designer of packet switching networks at Bell Telephone Mfg. Co., Antwerp, Belgium. From 1981 to 2002 he was a professor at the Computer Science and the Electrical Engineering Faculties of the University of Twente, Enschede, The Netherlands. From 1995 to 2001 he was Scientific Director of the Centre for Telematics and Information Technology (CTIT) of the University of Twente, a multi-disciplinary research institute on ICT and applications. Since May 2002 he holds the chair Wireless and Mobile Communications at Delft University of Technology, where he is heading the Telecommunications Department. He was involved in many European research projects, e.g., the EU projects MAGNET and MAGNET Beyond on personal networks, EUROPCOM on UWB emergency networks and, eSENSE and CRUISE on sensor networks. He is a member of the Expert group of the European technology platform eMobility and IFIP TC-6 on Networking. His present research interests are 4G wireless infrastructures, future home networks, ad-hoc networks, personal networks and cognitive networks. He has (co) authored close to 300 scientific publications and has coauthored a book on Personal Networks.

Paul Regtien (°1946) studeerde Elektrotechniek aan de Technische Universiteit Delft. Hij is afgestudeerd in 1970 bij de Vakgroep Elektronische Instrumentatie, op het onderwerp Vervormingsarme oscillatoren. In 1981 promoveerde hij aan dezelfde Universiteit op een studie over silicium dauwpuntssensoren. Na zijn promotie werkte hij als ontwikkelings-ingenieur bij de firma Endress & Hauser, Duitsland, en ontwierp daar een industriële luchtvochtigheidstransducent voor hoge temperaturen (twee patenten).

In 1982 keerde hij terug naar de Technische Universiteit Delft, en startte daar als UHD onderzoek op het gebied van sensoren voor flexibele automatisering (later mechatronische systemen). Daarbij hadden geïntegreerde infrarood en taktiele beeldsensoren zijn bijzondere belangstelling.

Gedurende de tijd in Delft verzorgde hij vele colleges, zowel voor studenten Elektrotechniek (Elektrische Meettechniek, Instrumentele Elektronica) als voor studenten van andere Faculteiten, w.o. Lucht- en Ruimtevaarttechniek en Werktuigbouwkunde (Instrumentele elektronica, Sensorsystemen en Actuatoren voor industriële automatisering). Hij schreef talrijke publicaties op het gebied van sensoren, en enkele studieboeken over Meettechnieken en Instrumentatie voor niet-elektrotechnici.

Van 1994 tot eind 2009 was hij hoogleraar aan de Faculteit Elektrotechniek van de Universiteit Twente, vakgebied Meettechniek en Instrumentatie. In 2005 stichtte hij een eigen bedrijf: Measurement Science Consultancy, gericht op het geven van advies over sensortoepassingen en meetstrategieën. Klanten zijn voornamelijk kleinere innovatieve ondernemingen in binnen- en buitenland.

Hij is lid van vele nationale en internationale organisaties, waaronder IEEE (senior member), IOP (Institute of Physics, UK) en de Raad van Deskundigen voor de Metrologie (adviesraad voor EZ). Voorts is hij lid van de Editorial Board van diverse internationale wetenschappelijke tijdschriften op het gebied van de Metrologie, en reviewer voor deze tijdschriften en voor Europese onderzoeksprogramma's. Verder was hij tot 2010 voorzitter van TC1 (Education and Training in Measurement and Instrumentation) van IMEKO (International Measurement Confederation) en thans lid van deze TC, alsmede van TC7 (Measurement Science) en van TC17 (Measurements in Robotics).

Peter Baltus (°1960) studeerde Elektrotechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven. Na het behalen van de ir. titel (1985) werkte hij vijf jaar als research scientist bij het Philips Research Laboratory Sunnyvale in Californië aan onder andere snelle analoog-digitaal converters, RISC microcontroller architectuur en implementatie, module generatoren, systeem simulatoren en compilers. In 1990 keerde hij terug naar Nederland waar hij ging werken als scientist (en later senior scientist en clusterleider) aan onderzoek naar radio electronica voor telecommunicatie toepassingen bij het Philips Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven. In 2000 ging hij naar Tokyo, Japan, om als development lab manager een nieuw laboratorium op te richten voor Philips Semiconductors waar producten voor 3G mobiele telefoons werden ontwikkeld. Daarna heeft hij als domein manager, program manager, groepsleider, fellow en chief architect gewerkt bij verschillende systeemlaboratoria en RF innovation centers van Philips Semiconductors en (later) NXP.

In 2004 promoveerde hij op een proefschrift getiteld “Minimum Power Design Methods for RF Front Ends” bij prof. van Roermund aan de Technische Universiteit Eindhoven. Hij is sinds 2007 hoogleraar hoogfrequent electronica en directeur van het Centre for Wireless Technology, Eindhoven, aan de Technische Universiteit Eindhoven.

Hij is (co-)auteur van meer dan 40 wetenschappelijke publicaties en is (mede-)uitvinder op 16 patenten.

Christian Eugène (^o1941) behaalde de diploma's van burgerlijk ingenieur, richting elektriciteit in 1964 en van doctor in toegepaste wetenschappen (met een werkstuk getiteld Applications des structures rectangulaires inhomogènes à la détermination précise des paramètres diélectriques des matériaux en microondes) in 1976, beide aan de Université catholique de Louvain (UCL). Zijn volledige loopbaan speelde zich af op het departement Elektriciteit van de faculteit Ingenieurswetenschappen aan de UCL, vanaf assistent tot en met gewoon hoogleraar. Sinds oktober 2006 is hij met emeritaat.

Zijn voornaamste onderzoeksinteresses waren elektrische metingen, instrumenten en sensoren, en ook licht en verlichting. Hij is auteur of co-auteur van ongeveer 150 publicaties en nam deel aan diverse colloquia in deze onderzoeksgebieden. Ook heeft hij een honderdtal eindverhandelingen en 3 doctorale thesen begeleid.

Christian Eugène doceerde aan de UCL zowel in de bachelor- als in de masterjaren colleges rond Circuits électriques, Mesures électriques, Instrumentation et Capteurs, Eclairage et photométrie en bouwde specifieke expertise op rond project-based learning. Hij heeft ook gedoceerd aan het Institut Supérieur d'Electronique du Nord (ISEN, Lille) en aan de Universiteit Craiova (Roemenië).

Naast zijn taken van onderzoek en onderwijs, is hij directeur geweest van het centrum "Formation continue des Ingénieurs" en bestuurlid van de "Conseil de la Formation Continue" aan de UCL. Hij is nog steeds actief in opleidingen van korte duur voor een professioneel publiek. Daarnaast begeleidde hij veel industriële contracten en expertises (houder van 3 patenten).

Christian Eugène is lid van de steering committee van IMEKO (International Measurement Confederation) en Belgische afgevaardigde bij IMEKO General Council. Ook is hij lid van het bestuurscomité van het IBE/BIV (Institut belge de l'éclairage-Belgische instituut voor verlichting).

Marc Ilegems (°1940) obtained his engineering degree from the Université Libre de Bruxelles in 1965 and a doctorate in Electrical Engineering from Stanford University in 1970. From 1969 to 1977 he was a member of the Solid State Electronics Research division at Bell Laboratories in Murray Hill. He joined the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL) in October 1977 as Professor and Head of the Interdepartmental Institute of Microelectronics (1977-1983) and of the Institute of Micro- and Optoelectronics affiliated with the Department of Physics (1983-1998). He served as Dean of the Department of Physics from 1998 to 2000, and as Director of the Swiss National Centre of Competence in Research in Quantum Photonics (2001-2005). Prof. Ilegems received an honorary doctorate from the University of Toulouse in 1998 for his contributions to III-V semiconductor materials and device research, and the Heinrich Welker Award in 2006 from the Compound Semiconductors Symposium. He was an invited Professor at Stanford University (1994) and at the Polytechnic University of Madrid (2007).

His research interests center on the physics and technology of semiconductor devices, in particular quantum nanostructures for light emission and photonic integration, wide bandgap semiconductor nitrides, ultra high frequency devices and epitaxial growth and characterization techniques.

Prof. Ilegems chaired several international conferences, such as the European Solid State Device Research Conference, the Int. Conference on Chemical Beam Epitaxy, the Int. Symposium on Compound Semiconductors, and the bi-annual Monte Verità summer schools on selected topics in semiconductor physics and devices. He is a member of the Scientific Council of several research organizations, and has acted as expert for the European Union and numerous national and international programs.

Tony Donné (1956) is interim directeur van het FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen en is deeltijd hoogleraar op de leerstoel 'Diagnostics of Fusion Plasmas' aan de Technische Universiteit Eindhoven. Tevens is hij binnen de Associatie Euratom-FOM als hoofd van de Fusie Research Unit FOM verantwoordelijk voor het Nederlandse fysische onderzoek in het kader van kernfusie.

Tony Donné studeerde af in de Natuurkunde aan de Universiteit van Utrecht in 1980 (cum laude) en promoveerde in 1985 aan de Vrije Universiteit van Amsterdam op een kernfysisch onderwerp. Sinds die tijd werkt hij aan het FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen, en heeft aldaar een groot aantal functies vervuld.

Gedurende lange tijd is hij betrokken geweest bij het ITER project. Tijdens de ITER Engineering Design Activity (1992-1998) coördineerde hij het Europese werk op het gebied van microgolf en ver-infrarood diagnostieken. In 1999 werd hij voorzitter van de 'ITER Experts Working Group on Diagnostics' en van 2001 tot en met 2008 was hij voorzitter van de 'ITPA Topical Group on Diagnostics', en van 2008-2010 was hij voorzitter van de 'Topical Group on Diagnostics' onder de 'European Fusion Development Agreement (EFDA)'.

Van 2006-2009 was hij lid van het uitvoerend bestuur van ITER-NL, een consortium gevormd door FOM, NRG, TNO en TU/e, met als doel Nederlandse wetenschappers en bedrijven voor te bereiden op deelname in ITER. Momenteel is hij lid van de Raad van Bestuur van ITER-NL.

Tony Donné is initiator en directeur van het Nederlands-Russische Centre-of-Excellence on Fusion Physics and Technology, met als leden FOM-Rijnhuizen, de Ioffe, Kurchatov, en Trinitie instituten alsmede het Institute for Applied Physics.

Hij is auteur/co-auteur van ongeveer 160 artikelen in wetenschappelijke tijdschriften en ca. 300 conferentie bijdragen.

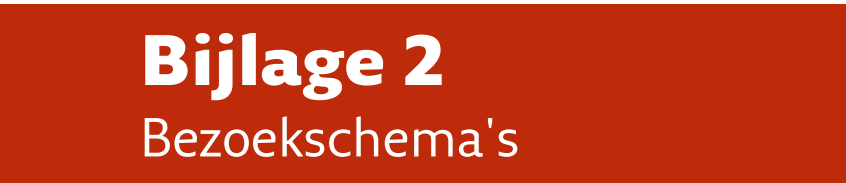
Benjamin Baert (°1989) begon zijn studies aan de KULAK te Kortrijk. Hij volgde daar de opleiding Bachelor Fysica optie ingenieurswetenschappen. Na een anderhalf jaar maakte hij de overstap naar de opleiding Bachelor ingenieurswetenschappen met als hoofdrichting Werktuigkunde en als nevenrichting Elektrotechniek. Zoals toen gebruikelijk zette hij deze studies voort aan de Katholieke Universiteit Leuven.





Bijlage 2

Bezoekschema's



Bezoekschema Universiteit Gent

bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, European master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics

Maandag 8 februari 2010

09u00 - 11u00	intern beraad commissie
11u00 - 12u30	gesprek met het faculteitsbestuur, de opstellers van de zelfstudie en de opleidingsverantwoordelijken (alle programma's)
12u30 - 13u30	middagmaal commissie
13u30 - 14u30	gesprek met de studenten in de opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
14u30 - 15u30	gesprek met het academisch personeel in de opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
15u30 - 15u45	pauze
15u45 - 16u45	gesprek met de studenten van de bacheloropleiding Elektrotechniek
16u45 - 17u45	gesprek met het assiterend personeel van de bacheloropleiding Elektrotechniek
17u45 - 18u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de bacheloropleiding Elektrotechniek
19u00 - 19u45	informele ontmoeting met de academische overheid, het faculteitsbestuur, en de opleidingsverantwoordelijken
20u00	avondmaal commissie

Dinsdag 9 februari 2010

09u00 - 09u45	gesprek met de studenten van de masteropleiding Elektrotechniek
09u45 - 10u45	gesprek met het assiterend academisch personeel van de masteropleiding Elektrotechniek
10u45 - 11u00	pauze
11u00 - 11u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding Elektrotechniek
11u45 - 13u00	middagmaal
13u00 - 14u00	gesprek met de studenten van de masteropleiding in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics
14u00 - 15u00	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics
15u00 - 15u30	pauze
15u30 - 16u30	gesprek met het assiterend academisch personeel van de masteropleiding Nuclear Fusion Science and Engineering Physics
16u30 - 17u30	gesprek met de vertegenwoordigers studie-advies en -begeleiding, internationalisering, interne kwaliteitszorg (alle opleidingen)
17u30 - 18u15	gesprek met de alumni van de masteropleiding Elektrotechniek
18u15 - 19u00	gesprek met de alumni van de masteropleiding Nuclear Fusion Science en Engineering Physics
19u00 - 20u00	informele ontmoeting met de opleidingsafgevaardigden (en alumni)
20u00	avondmaal commissie

Woensdag 10 februari 2010

08u30 - 11u00	bezoek aan de infrastructuur (alle opleidingen)
11u00 - 12u00	spreekuur
12u00 - 13u00	lunch
13u00 - 14u00	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken, en de facultair coördinator over de bacheloropleiding elektrotechniek
14u00 - 14u45	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken en de facultair coördinator over de masteropleiding Elektrotechniek
14u45 - 15u30	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken, en de facultair coördinator over de masteropleiding in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics
15u30 - 18u00	intern beraad
18u00	mondelijke rapportering

Bezoekschema Vrije Universiteit Brussel

master in de Ingenieurswetenschappen: Elektronica en Informatietechnologie

Woensdag 17 februari 2010

08u30 - 10u30	intern beraad commissie
10u30 - 11u30	gesprek met het faculteitsbestuur, de opstellers van de zelfstudie en de opleidingsverantwoordelijken
11u30 - 12u30	gesprek met de studenten in de opleidingscommissie
12u30 - 13u30	middagmaal commissie
13u30 - 14u15	gesprek met het academisch personeel in de opleidingscommissie
14u15 - 14u30	pauze
14u30 - 15u30	gesprek met de studenten
15u30 - 16u15	gesprek met het assiterend academisch personeel
16u15 - 16u45	pauze
16u45 - 17u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel
17u45 - 18u45	gesprek met de alumni
18u45 - 19u45	informele ontmoeting met de academische overheid, het faculteitsbestuur en de opleidingsverantwoordelijken
20u00	avondmaal commissie

Donderdag 18 februari 2010

09u00 - 10u00	spreekuur
10u00 - 11u00	gesprek met de vertegenwoordigers studie-advies en - begeleiding, internationalisering en interne kwaliteitszorg
11u00 - 12u00	intern beraad
12u00 - 13u00	lunch
13u00 - 15u00	bezoek infrastructuur
15u00 - 16u00	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken en de facultair coördinator
16u00 - 17u30	intern beraad
17u30	mondelinge rapportering

Bezoekschema Universiteit Gent en Vrije Universiteit Brussel

master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica, master of Photonics Science and Engineering,
Erasmus Mundus Master of Science in Photonics

Maandag 22 februari 2010

08u30 - 10u30	intern beraad commissie
10u30 - 12u00	gesprek met het faculteitsbestuur, de opstellers van de zelfstudie en de opleidingsverantwoordelijken (alle opleidingen)
12u00 - 13u00	lunch
13u00 - 14u00	gesprek met de studenten in de opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
13u00 - 14u00	gesprek met het academisch personeel in de opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
15u00 - 15u30	pauze
15u30 - 16u30	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de Erasmus Mundus master of Science in Photonics
16u30 - 17u30	gesprek met de studenten van de Erasmus Mundus master of Science in Photonics
17u30 - 18u00	pauze
18u00 - 19u00	gesprek met de alumni (alle opleidingen)
19u15 - 20u00	informele ontmoeting met de opleidingsafgevaardigden (en alumni)
20u00	avondmaal commissie

Dinsdag 23 februari 2010

08u30 - 09u30	gesprek met de studenten van de masteropleiding in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica
09u30 - 10u30	gesprek met de studenten van de masteropleiding of Photonics Science and Engineering
10u30 - 11u00	pauze
11u00 - 12u00	gesprek met het assistierend academisch personeel (alle opleidingen)
12u00 - 13u00	lunch
13u00 - 14u00	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de master in de Ingenieurswetenschappen: Fotonica en de masteropleiding of Photonics Science and Engineering
14u00 - 16u30	bezoek aan de infrastructuur (alle opleidingen)
16u30 - 17u30	spreekuur
17u30-18u30	gesprek vertegenwoordigers studie-advies en -begeleiding, internationalisering, interne kwaliteitszorg (alle opleidingen)
18u30 - 19u30	intern beraad
20u00	avondmaal commissie

Woensdag 24 februari 2010

09u00 - 11u00	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken en de facultair coördinator (alle opleidingen)
11u00 - 16u00	intern beraad
16u00	mondelijke rapportering

Bezoekschema Katholieke Universiteit Leuven

bachelor in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, master in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek, master of Engineering: Electrical Engineering, master in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie, master of Nanoscience and Nanotechnology, Erasmus Mundus Master of Nanoscience and Nanotechnology

Maandag 19 april 2010

09u00 - 11u00	intern beraad commissie
11u00 - 12u30	gesprek met het faculteitsbestuur, de opstellers van de zelfstudie en de opleidingsverantwoordelijken (alle opleidingen)
12u30 - 13u30	middagmaal commissie
13u30 - 14u30	gesprek met de studenten in de opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
14u30 - 15u30	gesprek met het academisch personeel in opleidingscommissie(s) (alle opleidingen)
15u00 - 15u15	pauze
15u15 - 16u15	gesprek met de studenten van de bacheloropleiding
16u15 - 17u00	gesprek met het assiterend academisch personeel van de bacheloropleiding
17u00 - 17u30	pauze
17u30 - 18u30	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de bacheloropleiding
18u30 - 19u30	informele ontmoeting met de academische overheid, het faculteitsbestuur en de opleidingsverantwoordelijken
20u00	avondmaal commissie

Dinsdag 20 april 2010

09u00 - 09u45	gesprek met de studenten van de masteropleiding in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
09u45 - 10u45	gesprek met de studenten van de masteropleiding of Engineering: Electrical Engineering
10u45 - 11u00	pauze
11u00 - 11u45	gesprek met het assiterend academisch personeel van de twee masteropleidingen in Elektrotechniek
11u45 - 12u45	lunch
12u45 - 13u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding in de Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
13u45 - 14u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding of Engineering: Electrical Engineering
14u45 - 15u45	intern beraad
15u45 - 16u45	gesprek met de studenten van de masteropleiding in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie
16u45 - 17u45	gesprek met de studenten van de masteropleiding of Nanosciences and Nanotechnology
17u45 - 18u45	gesprek met de alumni van de masteropleidingen Elektrotechniek
18u45 - 19u45	informele ontmoeting met de opleidingsafgevaardigden (en alumni)
20u00	avondmaal commissie

Woensdag 21 april 2010

08u30 - 09u30	gesprek met de studenten van de Erasmus Mundus master of Nanoscience and Nanotechnology
09u30 - 10u30	gesprek met het assisterend academisch personeel van de drie masteropleidingen in Nanowetenschappen en Nanotechnologie
10u30 - 10u45	pauze
10u45 - 11u30	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding in de Nanowetenschappen en Nanotechnologie
11u30 - 12u15	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de masteropleiding of Nanoscience and Nanotechnology
12u15 - 13u15	lunch
13u15 - 14u45	gesprek met het zelfstandig academisch personeel van de Erasmus Mundus master of Nanosciences and Nanotechnology
14u45 - 17u45	bezoek aan de infrastructuur (alle opleidingen)
17u45 - 18u45	gesprek met de vertegenwoordigers studie-advies en -begeleiding, internationalisering, interne kwaliteitszorg (alle opleidingen)
18u45 - 19u45	gesprek met de alumni van de drie masteropleidingen in Nanowetenschappen en Nanotechnologie
20u00	avondmaal commissie

Donderdag 22 april 2010

08u30 - 09u30	spreekuur
09u30 - 10u15	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken, en de facultair coördinator over de bacheloropleiding
10u15 - 11u00	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken, en de faculteit coördinator over de masteropleidingen in de Elektrotechniek
11u00 - 12u30	afsluitend gesprek met het faculteitsbestuur, de opleidingsverantwoordelijken, en de facultair coördinator over de drie masteropleidingen in de Nnanowetenschappen en Nanotechnologie
12u30 - 18u00	intern beraad
18u00	mondeline rapportering

