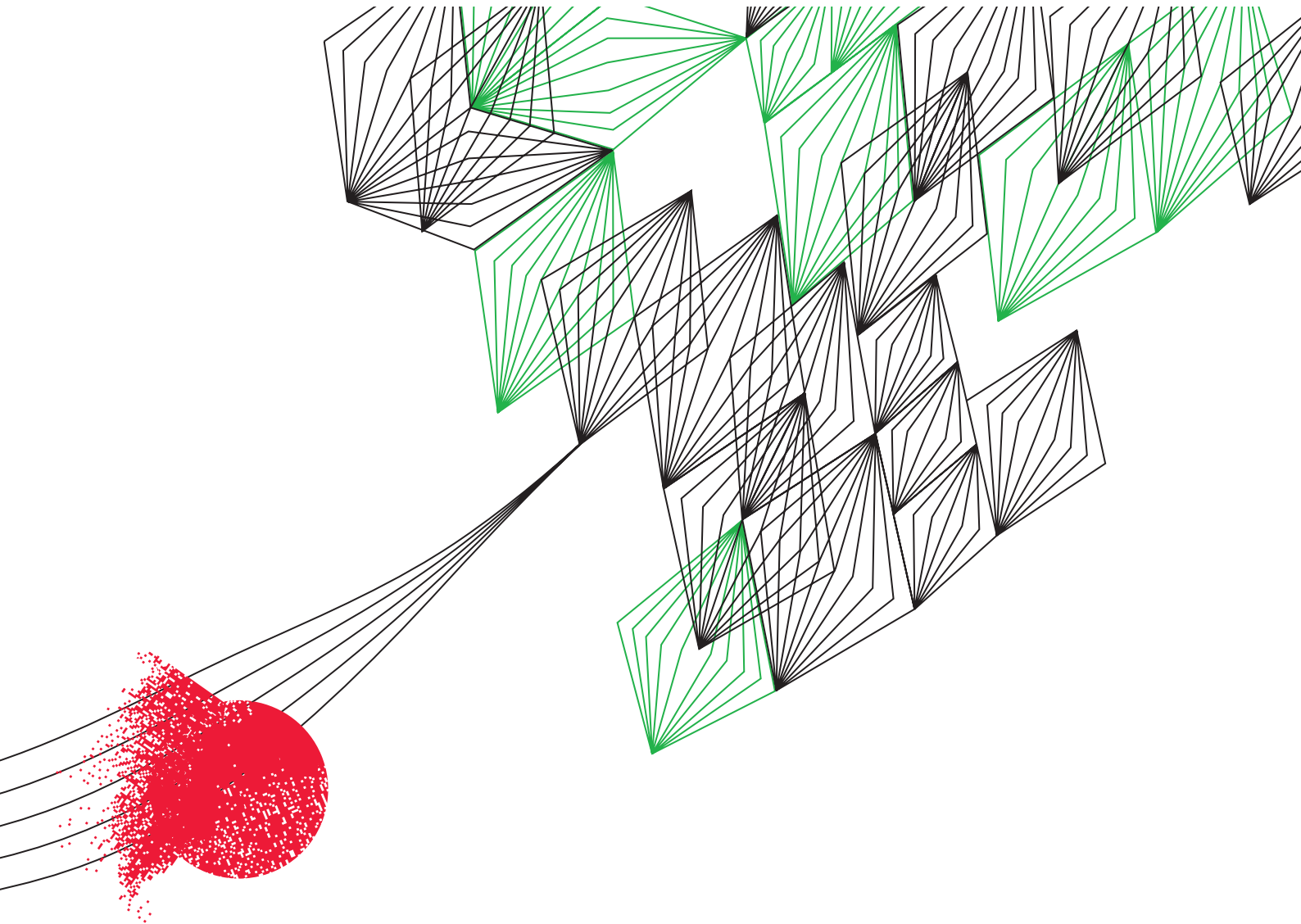


# KRITISCHE REFLECTIES

BACHELOROPLEIDING TECHNISCHE INFORMATICA EN  
MASTEROPLEIDINGEN COMPUTER SCIENCE, TELEMATICS  
EN HUMAN MEDIA INTERACTION





# VOORWOORD

Dit rapport bevat de Kritische Reflecties van de Bacheloropleiding Technische Informatica (TI), en de Masteropleidingen Computer Science (CSc), Telematics (M-TEL), en Human Media Interaction (HMI). Het rapport beschrijft de zelfevaluatie van deze vier opleidingen aan de hand van het beoordelingskader van de NVAO (Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie).

De zelfstudie in dit rapport vindt plaats in een periode waarin de opleidingen volop in beweging zijn. In de Bacheloropleiding vindt een vergaande herziening van het onderwijs plaats langs lijnen van het aan de Universiteit Twente ontwikkelde Twents Onderwijs Model (TOM); met het eerste jaar van dit nieuwe Bacheloronderwijs wordt gestart in september 2013. Verder ondergaat op dit moment de faculteit EWI (Electrotechniek, Wiskunde en Informatica) een ingrijpende strategische heroriëntering van het onderzoek, met directe consequenties voor het Masteronderwijs. Deze ontwikkelingen hebben natuurlijk volop onze aandacht, en kunnen niet losgezien worden van onze ambities en verbeterplannen. Vandaar dat we ervoor gekozen hebben in dit rapport niet alleen terug te kijken, maar ook vooruit te kijken.

De Universiteit Twente heeft gekozen voor de instellingstoets, die plaats zal vinden in het najaar van 2013. Het rapport is dan ook geschreven volgens het kader van de zgn. beperkte opleidingsbeoordeling.

Het eerste gedeelte van het rapport beschrijft de zelfevaluatie, in het Nederlands, van de Nederlandstalige Bachelor. Deel twee bevat, in het Engels, de zelfevaluatie van de drie Engelstalige Masters. In deel drie worden, in het Nederlands, die aspecten behandeld die gemeenschappelijk zijn voor de Bachelor en de Masters (bv. onderwijsomgeving en kwaliteitszorg). Het rapport (met referenties) kan worden gedownload via de link <http://www.utwente.nl/ewi/intranet/inf/> (en dan kunnen ook de in de tekst opgenomen hyperlinks naar referenties gebruikt worden).

Aan dit rapport is bijgedragen vanuit de faculteit, de opleidingen en de studievereniging. Er zijn enquêtes afgenomen onder studenten en alumni, en panelgesprekken gevoerd met docenten. Het rapport is besproken met studenten en docenten, en met de Opleidingscommissies en Examencommissies van de betreffende opleidingen. Bij deze willen we iedereen, die aan dit rapport een bijdrage heeft geleverd, van harte bedanken.

Rom Langerak  
(Opleidingsdirecteur TI, CSc en M-TEL)

Gerrit van der Hoeven  
(Opleidingsdirecteur HMI)



# INHOUDSOPGAVE

<b>VOORWOORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>5</b>
<b>INLEIDING</b> .....	<b>9</b>
Structuur en organisatie van de faculteit EWI .....	9
Verbeteringen naar aanleiding van de vorige visitatie .....	10
<b>DEEL I: BACHELOR TECHNISCHE INFORMATICA</b> .....	<b>13</b>
I.0.1 Administratieve gegevens .....	13
I.0.2 De Bachelor Technische Informatica .....	13
I.0.3 Kwantitatieve Gegevens .....	13
<b>Standaard 1: Beoogde Eindkwalificaties</b> .....	<b>15</b>
I.1.1 Doelstellingen en eindtermen .....	15
I.1.2. Relatie met het Domeinspecifieke Referentiekader en met Meijers Criteria .....	16
I.1.2.1 Domeinspecifiek Referentiekader .....	16
I.1.2.2 Meijers Criteria .....	16
I.1.2.3 Domeinspecifieke Eindtermen en de DSRK .....	16
I.1.2.4 De 30 eindtermen, DSRK en Meijers criteria .....	18
I.1.3 Niveau en oriëntatie .....	18
I.1.4 Sterke punten en verbeterpunten .....	19
<b>Standaard 2: Onderwijsleeromgeving</b> .....	<b>20</b>
I.2.1 Curriculum .....	20
I.2.1.1 Het huidige programma .....	20
I.2.1.1 Het nieuwe TOM programma .....	22
I.2.2 Relatie met eindtermen .....	24
I.2.2.1 Het huidige programma .....	24
I.2.2.2 Het nieuwe TOM programma .....	25
I.2.3 Samenhang .....	25
I.2.3.1. Samenhang in het huidige programma .....	25
I.2.3.2. Samenhang in het nieuwe TOM programma .....	26
I.2.4 Studeerbaarheid .....	27
I.2.5 Werkvormen en contacturen .....	29
I.2.5.1. Werkvormen .....	29
I.2.5.2. Contacturen .....	30
I.2.6 Instroom en rendement .....	31
I.2.6.1 Instroom .....	31
I.2.6.2 Rendement .....	32
I.2.7 Internationale oriëntatie en oriëntatie op de arbeidsmarkt .....	33
I.2.8 Excellentie .....	34
I.2.9 Sterke punten en verbeterpunten .....	34
<b>Standaard 3: Toetsing en Gerealiseerde Eindkwalificaties</b> .....	<b>36</b>
I.3.1 Het systeem van toetsen en beoordelingen .....	36
I.3.2 Gerealiseerde eindkwalificaties .....	37
I.3.3 Sterke punten en verbeterpunten .....	38

<b>PART II: MASTER’S COMPUTER SCIENCE, TELEMATICS, HUMAN MEDIA INTERACTION</b> .....	<b>41</b>
II.0.1 Administrative data .....	41
II.0.2 The Master Computer Science.....	42
II.0.3 The Master Telematics .....	42
II.0.4 The Master Human Media Interaction.....	42
II.0.5 Quantitative Data Computer Science .....	43
II.0.6 Quantitative Data Telematics .....	43
II.0.7 Quantitative Data Human Media Interaction .....	44
<b>Standard 1: Intended Learning Outcomes</b> .....	<b>45</b>
II.1.1. Objectives and final qualifications.....	45
II.1.1.1 General goals and attainment levels of the Master’s programmes .....	45
II.1.1.2 Specific goals and targets for Computer Science.....	45
II.1.1.3 Specific goals and targets for Telematics .....	46
II.1.1.4 Specific goals and targets for Human Media Interaction.....	46
II.1.2. Relation with domain specific framework of reference .....	47
II.1.3. Level and orientation .....	47
II.1.4. Strengths and weaknesses .....	48
<b>Standard 2: Teaching-learning Environment</b> .....	<b>49</b>
II.2.1. Programme and relation with final qualifications .....	49
II.2.1.1. General programme structure for all Master’s programmes.....	49
II.2.1.2. Computer Science specialization Computer Security (SEC) .....	50
II.2.1.2.1. International justification .....	50
II.2.1.2.2. Relation with research .....	51
II.2.1.3. Computer Science specialization Information and Software Engineering (ISE) .....	51
II.2.1.3.1. International justification .....	51
II.2.1.3.2. Relation with research .....	51
II.2.1.4. Computer Science specialization Methods and Tools for Verification (MTV) .....	52
II.2.1.4.1. International justification .....	52
II.2.1.4.2. Relation with research .....	52
II.2.1.5. Computer Science Specialization Wireless and Sensor Networks (WiSe).....	52
II.2.1.5.1. International justification .....	53
II.2.1.5.2. Relation with research .....	53
II.2.1.6. Telematics .....	53
II.2.1.6.1. International justification .....	54
II.2.1.6.2. Relation with research .....	54
II.2.1.7. Human Media Interaction .....	54
II.2.1.7.1. International justification .....	54
II.2.1.7.2. Relation with research .....	55
II.2.2. Coherence .....	55
II.2.3. Feasibility .....	56
II.2.4. Learning activities and contact hours .....	57
II.2.4.1 Learning activities .....	57
II.2.4.2 Contact hours.....	57
II.2.5. Intake and throughput .....	58
II.2.5.1 Intake .....	58
II.2.5.2 Throughput.....	60
II.2.6. Excellence and internationalization .....	61
II.2.7. Strengths and weaknesses .....	62
<b>Standard 3: Assessment and Achieved Learning Outcomes</b> .....	<b>63</b>
II.3.1. The testing and assessment system .....	63
II.3.2. Achieved learning outcomes .....	64
II.3. 3. Strengths and weaknesses .....	64

<b>DEEL III: GEMEENSCHAPPELIJKE INFORMATIE BACHELOR EN MASTER'S</b> .....	<b>67</b>
III.1. Docenten.....	67
III.2. Onderzoeksomgeving.....	68
III.3. Voorzieningen .....	69
III.4. Studentbetrokkenheid en studievereniging.....	70
III.5. Kwaliteitszorg.....	71
III.6. Opleidingscommissies en Examencommissie .....	72
III.7. Borging toetskwaliteit.....	73
III.8. Sterke en verbeterpunten .....	74
<b>BIJLAGEN</b> .....	<b>75</b>
Bijlage 1A: Domeinspecifiek referentiekader Bachelor Informatica .....	75
Bijlage 1B: Eindtermen Bachelor Technische Informatica .....	77
Bijlage 1C: Meijers Criteria, DSRK competenties, en eindtermen .....	78
Appendix 1D: Domain specific frame of reference Master's degree courses in Computer Science .....	80
Appendix 1E: General attainment targets for Computer Science, Telematics and Human Media Interaction.....	81
Appendix 1F: Specific attainment targets for Computer Science.....	82
Appendix 1G: Specific attainment targets for Telematics.....	84
Appendix 1H: Specific attainment targets for Human Media Interaction .....	85
Bijlage 2A: huidige programma bachelor Technische Informatica .....	86
Bijlage 2B: Ontwerp TOM curriculum TI .....	87
Bijlage 3A: Lijst van vakken in de Bachelor TI .....	88
Bijlage 3B: Relatie eindtermen en programmaonderdelen.....	90
Bijlage 3C: Eindtermen en TOM-Modules .....	95
Appendix 3D: Attainment targets and Dublin descriptors .....	96
Appendix 3E: Course programmes and relation to attainment levels – Computer Science .....	98
Appendix 3F: Course programme and relation to attainment levels – Telematics.....	100
Appendix 3G: Course programme and relation to attainment levels – Human Media Interaction.....	101
Bijlage 4: Opleidings- en Examenreglementen en Regels en Richtlijnen .....	102
Bijlage 5: Overzicht docenten .....	102
Bijlage 6 : Afgestudeerden .....	102
Bijlage 7: Publicaties studenten en contacten werkveld.....	102
Bijlage A: Verbeterpunten uit de vorige visitatie (2006) .....	103





# INLEIDING

Het Informaticaonderwijs aan de Universiteit Twente heeft een lange geschiedenis die teruggaat tot de eerste colleges over de programmeertaal Algol in 1965. Informatica was toen nog geen zelfstandige discipline, maar werd beoefend binnen de afdelingen Electrotechniek en Toegepaste Wiskunde. In 1981 werd gestart met de vierjarige ingenieursstudie Informatica, binnen de zojuist opgerichte afdeling Informatica. In 2002 werd de (inmiddels vijfjarige) opleiding gesplitst en werd begonnen met de driejarige Bacheloropleiding Technische Informatica, en in 2003 volgde de tweejarige Masteropleiding Computer Science. In 2003 werd ook een start gemaakt met de tweejarige Masteropleiding Human Media Interaction, die voortkwam uit een specialisatie binnen de vijfjarige Informaticaopleiding, genaamd Taal, Kennis en Interactie.

Inmiddels was de afdeling in 2000 begonnen met een vijfjarige zelfstandige opleiding Telematica, die gesplitst werd in een (inmiddels beëindigde) Bacheloropleiding en de in 2003 gestarte Masteropleiding Telematics.

Het curriculum van de Informaticaopleiding(en) heeft in die jaren een aantal ingrijpende veranderingen gezien. In 1999 heeft de Universiteit Twente de major-minor structuur ingevoerd, die ook nu nog in het huidige curriculum is terug te vinden. In 2004 is er overgegaan van trimesters naar kwartielen, en van oude studiepunten (SP's) naar de European Credits (EC's) van het European Credit Transfer System (ECTS). De belangrijkste curriculumwijziging sinds de vorige accreditatie (in 2006) zal zijn de overgang voor de bachelor op het modulesysteem van het aan de Universiteit Twente ontwikkelde Twents Onderwijsmodel (TOM), dat op de hele universiteit ingevoerd wordt per september 2013.

In 2002 zijn de afdelingen Electrotechniek, Wiskunde en Informatica geïntegreerd in de faculteit EWI, en alle in dit rapport behandelde opleidingen vallen dan ook onder de verantwoordelijkheid van deze faculteit.

## STRUCTUUR EN ORGANISATIE VAN DE FACULTEIT EWI

De faculteit EWI (Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica) verzorgt vijf bacheloropleidingen en zes Masteropleidingen. Daarnaast worden er in 3 TU-verband nog 2 Masteropleidingen aangeboden. De opleidingen:

Bacheloropleidingen:

- Electrical Engineering (Engelstalig, EE)
- Technische Informatica (TI)
- Bedrijfsinformatietechnologie (BIT) (samen met de faculteit Management & Bestuur)
- Technische Wiskunde (TW)
- Creative Technology (Engelstalig, CreaTe)

Masteropleidingen (2-jarig):

- Computer Science (CSc)
- Telematics (M-TEL)
- Human Media Interaction (HMI)
- Business and IT (M-BIT) (samen met de faculteit Management & Bestuur)
- Electrical Engineering (M-EE)
- Applied Mathematics (AM)
- Embedded Systems (EMSYS, in 3TU-verband)
- Systems and Control (SC, in 3TU-verband)

De faculteit EWI participeert in drie onderzoeksinstituten: CTIT (Centrum voor Telematica en Informatietechnologie), MESA+ (Institute voor Nanotechnology) en MIRA (Institute for Biomedical Technology and Technical Medicine). Het onderwijs wordt voor het grootste deel verzorgd door medewerkers die ook participeren in één van deze onderzoeksinstituten.

De faculteit wordt bestuurd door de decaan die bestuurlijk wordt bijgestaan door afdelingsvoorzitters, de portefeuillehouder onderwijs, de directeur bedrijfsvoering en de controller. De facultaire onderwijsondersteuning en algemene ondersteuning is ondergebracht in een Bureau Onderwijsbegeleiding (BOB). De in de faculteit ingestelde Stuurgroep Onderwijs, bestaande uit de vijf opleidingsdirecteuren van de opleidingen in de faculteit en de onderwijsmanager, geeft sturing aan deze EWI-ondersteuning. De EWI-brede taakvelden Internationalisering, Masters, Stages, Kwaliteitszorg en Studiebegeleiding zijn hier in ondergebracht.

De administratieve ondersteuning vindt plaats door Bureau Onderwijszaken (BOZ). BOZ maakt deel uit van het centrale Student & Onderwijs Service Centrum dat zowel op centraal niveau als ook binnen de verschillende faculteiten taken uitvoert

Daarnaast zijn er binnen de faculteit de volgende overlegstructuren:

- Faculteitsraad
- Management Team (decaan, afdelingsvoorzitters, portefeuillehouder onderwijs, directeur bedrijfsvoering, controller), Management Team met opleidingsdirecteuren
- Afdelingsoverleg voor elke afdeling afzonderlijk (Elektrotechniek, Wiskunde, en Informatica), met opleidingsdirecteur, hoogleraren, decaan en directeur bedrijfsvoering
- Opleidings- en examencommissies

Op UT-niveau worden de opleidingen ondersteund door diverse centrale diensten:

- Marketing (Strategie & Coördinatie)
- Centre for Educational Support (CES) (o.a. Studentenbegeleiding, Centrale Studenten Administratie, BOZ, Taal Coördinatie Punt, International Office, Study & Career Centre, Onderwijskundige Dienst)
- Bibliotheek & Archief (informatiespecialist)

## **VERBETERINGEN NAAR AANLEIDING VAN DE VORIGE VISITATIE**

In bijlage A is het “commentaar ter verbetering “ verzameld dat bij de vorige visitatie is gegeven. Hier geven we kort aan wat verbeterd is naar aanleiding van dat commentaar; de nummering van de onderwerpen correspondeert met de bijlage.

### **1. Doelstellingen en eindtermen**

Inmiddels is “Grondslagen van Informatica” één van de eindtermen van de Bacheloropleiding.

### **2. Inzicht in arbeidsmarktperspectief**

Inmiddels zijn er veel meer contacten met het werkveld tijdens de opleiding, zie bijlage 7. Ook kunnen de studenten in de Bachelor opdrachten uitvoeren vanuit het bedrijfsleven tijdens het afsluitende onderdeel “Ontwerpproject”. De studievereniging *Inter-Actief* verzorgt vrijwel wekelijks een lunchlezing vanuit het bedrijfsleven.

### **3. Afstemming tussen thema's**

Voor het huidige curriculum is er vooral afstemming geweest over thema's binnen academische vaardigheden (wat geleid heeft tot de vakken *Academische Vaardigheden Informatica* (Bachelor) en *Computer Ethics* (Master). In het nieuwe TOM programma zijn thema's georganiseerd in modules, waar een uitgebreide afstemming onder docenten en hoogleraren aan vooraf is gegaan. Verder zijn er moduleoverschrijdende thema's (de “cross cutting concerns”) die elk bewaakt worden door een coördinator die met de modulecoördinatoren overlegt. Ook de afstemming tussen de modules voor wat betreft de academische vaardigheden wordt door een speciale coördinator verzorgd.

### **4. Onbegaanbare studiepaden**

Sterk vertraagde studenten hebben de afgelopen twee jaar speciale aandacht en begeleiding gekregen in het kader van de langstudeerdersproblematiek. Door de invoering van het nieuwe TOM programma en het Bindend Studieadvies is de verwachting dat het aantal sterk vertraagde studenten significant zal afnemen.

### **5. Ethische, sociale, culturele en maatschappelijke aspecten**

In het huidige Bachelorprogramma is in het tweede kwartiel het vak “Academische Vaardigheden Informatica I” toegevoegd, en in het tweede jaar zijn een aantal keuzevakken op dit gebied toegevoegd. In het Masteronderwijs zijn eveneens keuzevakken toegevoegd, en is voor iedereen het vak “Computer Ethics” verplicht gesteld.

### **6. Nakijktermijnen**

Er is een strenger protocol rondom nakijken, en bij elk schriftelijk tentamen worden de docenten daarvan opnieuw op de hoogte gesteld, samen met de concrete inleverdatum voor het betreffende tentamen. Bij overschrijding neemt de opleidingsdirecteur direct contact op met de verantwoordelijke docent. Dit heeft het aantal overschrijdingen zeer sterk doen afnemen.

### **7. Betrokkenheid hoogleraren**

De betrokkenheid van hoogleraren bij het Bacheloronderwijs is sterk vergroot sinds de vorige visitatie: in het huidige bachelorcurriculum wordt er in 7 van de 12 kwartielen onderwijs verzorgd door hoogleraren. Vrijwel alle hoogleraren geven onderwijs in Mastervakken. In het nieuwe TOM programma zal de rector (die zelf wiskundige is) in het eerste kwartiel de eerste hoorcolleges wiskunde verzorgen.

### **8. Didactische vaardigheden docenten**

Sinds de vorige visitaties zijn hier (ook op instellingsniveau) diverse acties op geweest. Op dit moment heeft 85% van de docenten bij Informatica een BKO behaald, of heeft vrijstelling of een ontheffing; 8% is bezig met een BKO-traject, en 7% is nog niet gestart.



# DEEL I: BACHELOR TECHNISCHE INFORMATICA

## I.0.1 ADMINISTRATIEVE GEGEVENS

Naam opleiding: B Technische Informatica  
 CROHO registratienummer: 56964  
 Oriëntatie en niveau: Wetenschappelijk onderwijs, Bachelor of Science  
 Aantal studiepunten: 180 EC  
 Variant: Voltijds  
 Locatie: Enschede  
 Vervaldatum accreditatie: 31 december 2014

Naam instelling: Universiteit Twente  
 Status instelling: Bekostigd  
 Resultaat instellingstoets: Nog niet afgerond

Contact: dr ir Rom Langerak (opleidingsdirecteur)  
 r.langerak@utwente.nl  
 +31 (0)53 489 3714  
 Postbus 217  
 7500 AE Enschede

## I.0.2 DE BACHELOR TECHNISCHE INFORMATICA

De bacheloropleiding Technische Informatica heeft tot doel het opleiden van bachelors met een gedegen elementaire kennis van en inzicht in de Informatica, met een goede wiskundige basis. De opleiding is breed en richt zich niet alleen op software en informatiesystemen maar nadrukkelijk ook op computersystemen en communicatienetwerken. De opleiding biedt aandacht aan vaardigheden en maatschappelijke context, en bevat de mogelijkheid een ander vakgebied te verkennen via een Minor. De opleiding wordt afgesloten met een individuele onderzoeksopdracht (het Bachelorreferaat) en een groepsgewijze Ontwerpopdracht.

De opleiding is primair gericht op een wetenschappelijke vervolgopleiding in een Master (maar de vakkennis en vaardigheden die de opleiding biedt kunnen ook al voldoende zijn voor succes op de arbeidsmarkt).

## I.0.3 KWANTITATIEVE GEGEVENS

De volgende tabellen bevatten de door de NVAO vereiste kwantitatieve gegevens. Tabel 1, 2 en 3 zijn afkomstig uit de *1cijferHO* gegevens die door de VSNU worden aangeleverd (resp. tabel B2.1, B5.1, en B5.2). De gegevens uit tabel 4 en 5 komen uit sectie III.1 van deze zelfstudie, de gegevens uit tabel 6 uit sectie I.2.5.2.

Tabel 1: Uitval na 1, 2, en 3 jaar

Cohort	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Uitval na 1jr	8%	13%	17%	12%	17%	16%
Uitval na 2jr	17%	20%	17%	40%	23%	
Uitval na 3jr	26%	31%	29%	40%		

Tabel 2: Rendement (vwo-instroom)

Cohort	2006	2007	2008	2009
Rendement na 3 jaar	2%	6%	12%	8%
Rendement na 4 jaar	20%	38%	50%	
Rendement na 5 jaar	37%	66%		
Rendement na 6 <sup>(+)</sup> jaar	67%			

Tabel 3: Rendement (totale instroom)

Cohort	2006	2007	2008	2009
Rendement na 3 jaar	5%	8%	11%	8%
Rendement na 4 jaar	24%	38%	47%	
Rendement na 5 jaar	42%	64%		
Rendement na 6 <sup>(+)</sup> jaar	71%			

Tabel 4: Docentkwaliteit

Graad	MA	PhD	BKO
Percentage	100%	93%	85%

Tabel 5: Student-docentratio

Ratio	25,6
-------	------

Tabel 6: Contacturen

Studiejaar	1	2	3
Contacturen	16,5	13,2	17,2

# STANDAARD 1: BEOOGDE EINDKWALIFICATIES

## I.1.1 DOELSTELLINGEN EN EINDTERMEN

Doelstelling van de opleiding Technische Informatica is het opleiden van academische bachelors die in staat zijn efficiënt en effectief ICT systemen en hun toepassingen van hoge kwaliteit te ontwerpen en af te stemmen op hun gebruikcontext. De bachelors beschikken hiertoe over inzicht in en ervaring met het benutten van modellen, (formeel) methoden, gereedschappen en hun onderliggende concepten. De opleidingen richten zich op de ontwikkeling van een combinatie van wetenschappelijke onderzoekende houding, gedegen technische kennis en inzicht en ervaring met het selecteren en geïntegreerd toepassen van deze kennis in een ontwerpproces. Dit stelt de bachelors in staat om op wetenschappelijke, ethisch en maatschappelijk verantwoorde wijze geavanceerde ICT technologie toe te passen en bij te dragen aan verdere ontwikkeling in het vakgebied. Daarnaast stelt dit de bachelors in staat om zich in een Masteropleiding te specialiseren op een specifiek soort, of aspect van, ICT systemen en/of toepassingen, en hun ervaring met wetenschappelijk onderzoek uit te breiden. Door het aanbieden van activerend, uitdagend en op ontwerpen gericht onderwijs waarin het combineren van kennis, kwaliteit, creativiteit en technologische ontwikkelingen centraal staan wordt de bachelor voorbereid op een toekomst waarin professionele kennis voortdurend wordt aangevuld en beargumenteerd toegepast.

De bacheloropleiding Technische Informatica richt zich op het opleiden van bachelors met gedegen kennis, inzicht en ervaring gerelateerd aan het ontwikkelen van een breed scala aan complexe software systemen en hun toepassingen alsmede bij het ontwikkelen van gecombineerde hardware- en softwaresystemen. Centraal in de opleiding staat kennis en inzicht in de theorie, de concepten, modellen, methoden en technieken voor:

- het ontwikkelproces van software (software engineering)
- de integratie van hardware en software
- het ontwikkelen van informatiesystemen
- het ontwikkelen van intelligente systemen
- de interactie tussen mens en machine
- het ontwikkelen van netwerk- en communicatiesystemen.

Deze doelstellingen zijn vertaald in eindtermen voor de opleiding, die te vinden zijn in Bijlage 1B. Deze eindtermen bevatten naast domeinspecifieke eindtermen (met betrekking tot het domein Technische Informatica) algemene eindtermen die gestructureerd zijn volgens het aan de Universiteit Twente ontwikkelde 3O-concept (referentie<sup>1</sup>). De drie O's staan voor onderzoeken, ontwerpen en organiseren:

- *Onderzoeken*: kritisch beoordelen van bestaande wetenschappelijke kennis en kunnen bijdragen aan ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke kennis.
- *Ontwerpen*: integreren van wetenschappelijke kennis bij het systematisch ontwikkelen van nieuwe oplossingen voor complexe problemen.
- *Organiseren*: combineren van kennis uit verschillende wetenschapsgebieden met het oog op de implementatie van nieuwe oplossingen in een complexe maatschappelijke omgeving.

We willen benadrukken dat *Organiseren* dus niet staat voor het organiseren van bijvoorbeeld evenementen, maar voor het in beschouwing nemen van de context van een technisch of wetenschappelijk probleem; dat is de reden waarom deze O soms ook Ondernemen genoemd wordt, waarbij ondernemen in een ruimere zin genomen moet worden dan alleen bedrijfsmatig ondernemen. Uitgangspunt is dat elke afgestudeerde Bachelorstudent in staat moet zijn de rol van onderzoeker, ontwerper of organisator te vervullen, en dus de bijbehorende competenties moet hebben.

---

1 Ontwerpen, onderzoeken en organiseren, K. Ruiter en H. Miedema, juni 2010.

## I.1.2. RELATIE MET HET DOMEINSPECIFIEKE REFERENTIEKADER EN MET MEIJERS CRITERIA

### I.1.2.1 Domeinspecifiek Referentiekader

Het door het Landelijk Betadecanenoverleg in afstemming met het ICAB (Innovatiecentra Academisch Betaonderwijs) voorgestelde DSRK (domeinspecifiek referentiekader) voor de Bachelors Informatica zegt:

*“De Joint Task Force for Computing Curricula van de samenwerkende organisaties ACM (American Computing Machinery) en IEEE-CS (Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society) geeft in haar (draft) rapport Computer Science Curricula 2013 (Strawman Draft) richtlijnen voor undergraduate informatica-curricula.*

We nemen dit document als uitgangspunt. Elke Bacheloropleiding informatica kan zich positioneren ten opzichte van de richtlijnen door overeenkomsten en verschillen te beschrijven en te verklaren. Het *Strawman Draft* wordt dus niet opgevat als norm, maar veeleer als referentiepunt.

De opleiding karakteriseert zichzelf aan de hand van

- de elf karakteristieke competenties (Characteristics of Graduates, hoofdstuk 3)
- de achttien kennisgebieden (Knowledge Areas, hoofdstuk 5),

en definieert zo de eigen positie ten opzichte van het referentiecurriculum. In de bijlage staan de competenties en kennisgebieden opgesomd. Bij de kennisgebieden vermelden we de core hours als maat voor de (gesuggereerde) zwaarte van de gebieden en rekenen die om naar percentages van de totale core.”

De elf competenties en achttien kennisgebieden zijn te vinden in Bijlage 1A.

### I.1.2.2 Meijers Criteria

De 3TU Federatie is de federatie van de drie technische universiteiten in Nederland, te weten de Technische Universiteit Delft, de Technische Universiteit Eindhoven, en de Universiteit Twente. In 2005 heeft de 3TU federatie de *Criteria voor Academische Bachelor en Master Curricula* (referentie<sup>2</sup>) vastgesteld, ook wel Meijers Criteria genoemd (naar een van de auteurs). Deze criteria beschrijven de eisen waaraan technische Bachelor- en Masteropleidingen moeten voldoen. In dat opzicht zijn ze te vergelijken met de Dublin-descriptoren, maar ze zijn iets gedetailleerder en meer toegespitst op technische studies. In 2006 zijn de Meijers Criteria goedgekeurd door de NVAO, en we zullen onze eindtermen toetsen aan de hand van deze criteria.

### I.1.2.3 Domeinspecifieke Eindtermen en de DSRK

De eerste karakteristieke competentie van de “Characteristics of Graduates” uit het DSRK luidt:

*Technical understanding of Computer Science: graduates should have a mastery of computer science as described by the core of the Body of Knowledge*

Het eerste competentiegebied uit de Meijers Criteria luidt:

Kundig in één of meer wetenschappelijke disciplines: een academicus is vertrouwd met bestaande wetenschappelijke kennis, en heeft de competentie deze door studie uit te breiden.

Om te laten zien dat onze domeinspecifieke eindtermen de invulling vormen van deze competentie, geven we aan wat de relatie is tussen de domeinspecifieke eindtermen en de kennisgebieden uit het DSRK. Daarbij kijken we naar de eerste 17 kennisgebieden, omdat het achttiende kennisgebied, *SP: Social and Professional Practice*, wordt afgedekt door onze 30 eindtermen.

---

2 Criteria voor Academische Bachelor en Master Curricula, A.W.M. Meijers et al., 2005.



De relatie tussen de domeinspecifieke eindtermen en de eerste 17 kennisgebieden (die beschreven worden in het ACM referentiecurriculum uit het DSRK) is als volgt (sommige kennisgebieden staan bij meerdere eindtermen):

1. **Software:** programmeertalen, principes van software ontwikkeling, software engineering, formele methoden
  - PL Programming Languages
  - SDF Software Development Fundamentals
  - SE Software Engineering
2. **Computers:** architectuur en organisatie, beheerssystemen
  - AR Architecture and Organization
  - OS Operating Systems
  - SF Systems Fundamentals
3. **Netwerken:** netwerken en communicatie, platform-based development, grondslagen van systemen
  - NC Networking and Communication
  - PBD Platform-based Development
  - SF Systems Fundamentals
4. **Grondslagen van Informatica:** algorithmen en complexiteit, discrete structuren, parallel en gedistribueerd rekenen
  - AL Algorithms and Complexity
  - DS Discrete Structures
  - PD Parallel and Distributed Computing
5. **Human media interaction:** computational science, graphics and visualization, mens-machine interactie, intelligente systemen
  - CN Computational Science
  - GV Graphics and Visual Computing
  - HC Human-Computer Interaction
  - IS Intelligent Systems
6. **Informatie management:** databases
  - IM Information Management
7. **Informatiebeveiliging en security:** grondslagen van de security, netwerk security, cryptografie
  - IAS Security and Information Assurance
8. **Wiskunde:** discrete wiskunde, calculus, lineaire algebra, kansrekening en statistiek
  - Discrete wiskunde wordt gedeeltelijk gedekt door DS Discrete Structures; de overige wiskunde komt niet in het ACM curriculum voor.

Hieruit blijkt dat de vakspecifieke eindtermen van de opleiding een goede afdekking vormen van de eerste 17 kennisgebieden uit het DSRK. Dat betekent dat de nagestreefde breedte ook inderdaad in de eindtermen tot uitdrukking komt. Ook studenten herkennen de breedte van de opleiding, zoals blijkt uit de enquête onder Bachelorstudenten (referentie<sup>3</sup>, vraag 8).

Merk op dat eindterm 8, Wiskunde, nauwelijks in de ACM Knowledge Area's voorkomt (alleen discrete wiskunde wordt daar genoemd). Het feit dat de opleiding Technische Informatica ook calculus, lineaire algebra, en kansrekening en statistiek noemt, is te zien als een karakteristiek van deze opleiding. Hiermee heeft de opleiding een goede aansluiting bij de andere technische engineering opleidingen, waar wiskunde ook een belangrijke rol speelt. Verder impliceert de nagestreefde breedte dat ook een bekendheid met continue wiskunde is vereist, met name wanneer computersystemen met een fysische werkelijkheid interageren. Ook is het zo dat de wiskunde een rol speelt bij de wetenschappelijke en intellectuele vorming; die rol is echter niet expliciet in de eindtermen benoemd (zoals verderop nog geconstateerd gaat worden).

---

3 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

Drie opmerkingen:

- Formal Methods is in het ACM curriculum een elective binnen het kennisgebied SE: Software Engineering. In onze eindtermen willen we aan formele methoden een grotere rol toekennen, vandaar dat we formele methoden expliciet in eindterm 1 genoemd hebben.
- Het kennisgebied SF: Software Fundamentals hebben wij zowel ondergebracht bij de eindterm 2: Computers (vanwege aspecten als hardware en infrastructuur) als bij de eindterm 3: Netwerken (vanwege aspecten als performance en parallelisme).
- De omschrijving van het kennisgebied CS: Computational Science in het ACM curriculum is zeer breed; vanwege aspecten als scientific visualization en symbolic computation hebben wij het onder eindterm 3: Human media interaction ondergebracht.

#### ***1.1.2.4 De 30 eindtermen, DSRK en Meijers criteria***

De manier waarop onze 30 eindtermen gestructureerd zijn sluit goed aan bij de manier waarop de competentiegebieden uit de Meijers Criteria gestructureerd zijn, aangezien de Meijers Criteria *onderzoeken* en *ontwerpen* als expliciete competentiegebieden hebben aangemerkt, en de competentiegebieden *“houdt rekening met de temporele en maatschappelijke context”* en *“samenwerken en communiceren”* nauw aansluiten bij onze eindtermen op het gebied van *organiseren*. De 11 competenties uit het DSRK zijn op een iets andere manier gestructureerd, waardoor de overeenkomst iets minder voor de hand ligt. Toch worden onze eindtermen ook goed afgedekt door de 11 competenties uit het DSRK (waarbij de eerste competentie als hierboven is vergeleken met onze domeinspecifieke eindtermen).

Dit blijkt uit het overzicht in Bijlage 1C, waarin we de Meijers Criteria in verband brengen met de competentiegebieden uit het DSRK, en onze eindtermen. Merk op dat de DSRK competenties 3, 4 en 5 een rol spelen bij zowel onderzoeken als ontwerpen.

Wat hierbij opvalt is dat het competentiegebied *“Wetenschappelijke benadering”* gedekt wordt door zowel eindtermen uit het onderzoek als uit het ontwerp. Een systematische aanpak, het gebruik van methoden, theorieën en modellen, het kunnen rechtvaardigen en evalueren van een aanpak, zijn competenties die ontwikkeld worden bij zowel ontwerp als onderzoeksvaardigheden. Ook afgestudeerden die in hun latere beroepspraktijk geen wetenschappelijk onderzoek verrichten, zullen profiteren van de wetenschappelijke competenties die ze hebben opgedaan door het bereiken van de onderzoekseindtermen.

Verder valt op te merken dat een gedeelte van de wetenschappelijke benadering en intellectuele basisvaardigheden gewaarborgd wordt door de aanwezigheid van wiskunde in de domeinspecifieke eindtermen. Te denken valt daarbij aan logisch redeneren, het beschikken over numerieke vaardigheden, en het gebruik van wiskundige modellen. Deze wetenschappelijke en intellectuele waarde van de wiskunde in het curriculum zou explicieter in de eindtermen tot uitdrukking kunnen komen.

Samenvattend concluderen we dat onze eindtermen aansluiten bij zowel de karakteristieke competenties uit het DSRK, als de competentiegebieden uit Meijers Criteria.

### **1.1.3 NIVEAU EN ORIËNTATIE**

De opleiding ambieert afgestudeerden af te leveren op het niveau van een Bachelor. Dat betekent dat de koppeling van de eindtermen van de opleiding aan de Meijers Criteria zich richt op het niveau van de Bacheloruitwerking van de competentiegebieden van de Meijers Criteria.

Dat betekent enerzijds dat het nagestreefde niveau moet aansluiten op het niveau van het voortgezet onderwijs, en dat niveau ook duidelijk moet overtreffen. Dat is direct duidelijk voor de domeinspecifieke eindtermen, aangezien dat allemaal competenties betreft die in het voortgezet onderwijs niet of alleen zeer inleidend aan bod komen. En ook de eindtermen op het gebied van ontwerpen, onderzoeken en organiseren zijn hetzij in het voortgezet onderwijs afwezig, dan wel gaan veel verder dan wat er in het voortgezet onderwijs wordt nagestreefd.

Aan de andere kant is er de afbakening tussen het niveau van de Bachelor en het niveau van de Master. In het algemeen is het niveau van de Bachelor voorbereidend ten opzichte van het niveau van de Master. Waar een Bachelor kennis maakt met een onderwerp, moet een Master kunnen verdiepen en op kennis, inzicht en vaardigheden kunnen reflecteren. Een Bachelor zal veelal gestuurd en onder begeleiding werken, waar een Master vanuit een actieve houding en zelfstandig werkt. Een Bachelor zal inleidende en illustrerende problemen te lijf gaan, waar een Master met complexiteit moet kunnen omgaan. Een Bachelor leert fundamentele basisvaardigheden, vaak in isolatie, waar een Master in staat moet zijn de nieuwste ontwikkelingen te integreren in een nieuwe context. Over de hele linie zullen kennis, vaardigheden en inzicht van een Bachelor nog niet het gevorderde niveau van een Master hoeven te bereiken.

Het is moeilijk alleen aan de eindtermen van de opleiding TI af te leiden of ze van Bachelorniveau zijn, aangezien veel afhangt van hoe de eindtermen concreet gerealiseerd worden in het programma. Vandaar dat we in sectie I.3.2 *“Gerealiseerde Eindkwalificaties”* zullen terugkomen op de vraag naar het niveau van de opleiding TI.

De oriëntatie van de opleiding TI is wetenschappelijk: de opleiding wil een voorbereiding zijn op een wetenschappelijke Master op het gebied van de techniek. Dat blijkt uit de aandacht in de eindtermen van de opleiding voor onderzoeks- en ontwerpvaardigheden op wetenschappelijk niveau: het kritisch analyseren van problemen, het systematisch onderzoeken, het gebruik van methoden, technieken en modellen, en het kunnen evalueren van alternatieven. Verder blijkt het uit de organisatievaardigheden: het overzien van contextfactoren (ethisch, sociaal, cultureel of maatschappelijk), het kunnen onderbouwen van een wetenschappelijk betoog, en een multidisciplinaire instelling. Het is belangrijk te onderkennen dat deze wetenschappelijke oriëntatie ook fundamenteel is voor wie niet in een wetenschappelijke omgeving werkzaam is: ook voor het op academisch niveau functioneren in de beroepspraktijk zien wij een wetenschappelijke oriëntatie als een belangrijke voorwaarde voor technologische verdieping en innovatie.

#### **I.1.4 STERKE PUNTEN EN VERBETERPUNTEN**

Sterk:

- De vakinhoudelijke eindtermen van de opleiding TI brengen de geambieerde breedte tot uitdrukking, sluiten goed aan bij de kennisgebieden uit het referentiecurriculum van de ACM, en voldoen daarmee aan internationaal geaccepteerde criteria.
- Dat de niet-vakinhoudelijke eindtermen van de opleiding gestructureerd zijn volgens het 3O concept zorgt ervoor dat ze goed aansluiten bij de competentiegebieden uit de Meijers Criteria.

Verbeterpunt:

- In de eindtermen van de opleiding TI zou het belang van de wiskunde voor de wetenschappelijke benadering en de intellectuele vorming explicieter geformuleerd kunnen worden, vooral omdat de opleiding TI in zijn eindtermen meer nadruk op wiskunde heeft dan het ACM referentiecurriculum.

## STANDAARD 2: ONDERWIJSLEEROMGEVING

Voor personeel, opleidingsspecifieke voorzieningen, kwaliteitszorg, en Opleidingscommissie, verwijzen we naar de secties 1, 3, 5, en 6 van deel III.

### I.2.1 CURRICULUM

#### *I.2.1.1 Het huidige programma*

Het Bachelorprogramma omvat drie jaren, die elk verdeeld zijn in twee semesters, waarbij elk semester in twee kwartielen verdeeld is. Een jaar is zo verdeeld in vier kwartielen van elk acht onderwijsweken, gevolgd door twee tentamenweken. Elk jaar omvat 60 EC.

Het programma is opgebouwd uit

- Vakken of projecten van 5 EC, die geheel binnen een kwartiel vallen
- Een Minor van 20 EC, die in principe binnen een semester valt
- Een afsluitend Ontwerpproject van 10 EC, dat binnen een semester valt, en in een groep van 4 tot 6 personen wordt uitgevoerd
- Een afsluitend Bachelorreferaat van 10 EC, dat binnen een semester valt, en individueel wordt uitgevoerd.

De opleiding Technische Informatica maakt gebruik van een gevarieerde mix aan didactische werkvormen die zijn afgestemd op de vakken; voor een overzicht van de werkvormen binnen de programmaonderdelen verwijzen we naar sectie I.2.5.

Het eerste en tweede jaar zijn elk opgebouwd uit 12 vakken van 5 EC. Het derde jaar is opgebouwd uit 4 vakken van 5 EC, de Minor (20 EC), het Ontwerpproject (10 EC) en het Bachelorreferaat (10 EC).

**Propedeuse:** In de propedeuse maakt de student kennis met wiskunde (4 vakken) en de basis van de informatica (7 vakken). Verder is er het contextvak Academische Vaardigheden Informatica, waar een start wordt gemaakt met vaardigheden als schrijven en presenteren, en kennis wordt gemaakt met zowel de academische gemeenschap als de beroepspraktijk. Het niveau is inleidend, en de student ontvangt nog veel sturing en begeleiding. Na het deeltaetsenproject (zie sectie I.2.4) bevat elk vak in het eerste jaar minstens twee verplichte toetsmomenten gedurende het kwartiel, om studenten tot werken aan te zetten. Bij een tweetal vakken (Programmeren II en Inleiding Mens-Machine-Interactie) worden projecten (van bescheiden omvang) uitgevoerd.

**B2:** In het tweede jaar volgt verdieping met 2 wiskundevakken en 9 informaticavakken. Van de student wordt meer zelfstandigheid verwacht bij het volgen van het onderwijs; die zelfstandigheid blijkt ook uit de keuzemogelijkheid die in dit jaar geboden wordt. De student kiest zelf voor een projectvak van 5 EC (uit vier mogelijke onderwerpen). Ook kiest een student een vak academische vorming, waarbij de eigen belangstelling naar voren kan komen door een keuze uit ruwweg geschiedenis, recht, of media en communicatie.

**B3:** In dit jaar doen we een nog groter beroep op de zelfstandigheid van de student. Er zijn nog maar 2 verplichte informaticavakken dit jaar. De student kiest een minor van (minstens) 20 EC. Daarnaast kiest de student 2 vakken uit een lijst van 8, waarbij er ook voor een tweede projectvak gekozen mag worden. Verder wordt de studie afgesloten met een groepsgewijs Ontwerpproject van 10 EC, en een Bachelorreferaat van 10 EC, waarbij individueel onder begeleiding van een docent onderzoek gedaan wordt, resulterend in een paper. Deze twee laatste onderdelen spelen zich over een semester af.

Een schema met het programma is gegeven in Bijlage 2A. Meer gedetailleerde informatie over het programma is te vinden in de studiegids (referentie<sup>4</sup>). In Bijlage 3A is een lijst van alle vakken te vinden. Gedetailleerde informatie over de vakken (bijvoorbeeld leerdoelen, lesmateriaal en toetsvormen) is te vinden in de OSIRIS onderwijscatalogus: <https://osiris.utwente.nl/student/OnderwijsCatalogus.do>

De onderwijselementen waarin de opleiding TI in Twente zich het meest onderscheidt zijn het vak Academische Vaardigheden Informatica I (AVI I), de Minor, het Ontwerpproject, en het Bachelorreferaat.

**AVI I:** dit vak in het tweede kwartiel van het eerste jaar heeft een aantal doelstellingen. Allereerst worden er een aantal vaardigheden geïntroduceerd en geoefend: plannen, presenteren, lezen, schrijven, interviewen, reflecteren, en kritisch oordelen. Verder leert een student zich oriënteren op zijn eigen studie, op het vakgebied Informatica, op het loopbaanperspectief van een Informaticus, en op de academische gemeenschap in het algemeen en die van de Universiteit Twente in het bijzonder. Dit gebeurt in een keur aan opdrachten en werkvormen die de studenten afwisselend individueel en in groepsverband doorloopt. In AVI I wordt een lijn in vaardigheden en onderzoek neergezet die uiteindelijk uitmondt in het Bachelorreferaat. Het vak heet overigens AVI I omdat er ooit ook een AVI II gepland was, dat uiteindelijk door andere keuzes in het curriculumontwerp niet verder is ontwikkeld.

**Minor:** de Minor is een onderwijseenheid van minimaal 20 EC die in het eerste semester van het derde jaar geprogrammeerd is. Er is een keuze uit een groot aantal minoren, en het is voor studenten ook mogelijk (na goedkeuring van de examencommissie) om zelf een minor samen te stellen, bij instellingen in binnen- en buitenland. Meer informatie over minoren en het minoraanbod is te vinden op <http://www.utwente.nl/majorminor/> Bij introductie van het minorconcept op de Universiteit Twente was de oorspronkelijke filosofie dat de minor paradigma-doorbrekend zou moeten zijn: de minor vindt plaats in een ander vakgebied, en levert zo een verbreding van de academische vorming van de student. Hoewel er de laatste jaren ook studierichtingen zijn die de mogelijkheid bieden van een verdiepende minor in het eigen vakgebied, worden door de meerderheid van TI studenten minoren in andere vakgebieden gekozen.

**Ontwerpproject:** dit vak is één van de twee afsluitende onderwijseenheden van 10 EC die in het laatste semester van het derde jaar geprogrammeerd zijn, en waarbij het ontwerpen centraal staat. Studenten formeren zelf groepen van 4 tot 6 personen en kiezen (uit een door de opleiding bijgehouden bestand) een opdracht waar gedurende een semester gezamenlijk aan gewerkt wordt. De opdrachten kunnen komen uit de faculteit, uit de universiteit of uit bedrijven uit de regio. Bij elke opdracht hoort een opdrachtgever, die als klant en aanspreekpunt fungeert, maar niet het project begeleidt of beoordeelt: begeleiding en beoordeling gebeuren door docenten uit de opleiding. Er worden duidelijke eisen gesteld aan het ontwerptraject, aan documentatie en deliverables, er is een uitgebreid beoordelingsformulier (referentie<sup>5</sup>), en er is speciale aandacht aan groepsdynamiek en mogelijke problemen daaromtrent (zoals meeliften). De opdracht wordt afgesloten met een poster en demo op de Twente Student Conference on IT, de afsluitende conferentie die twee keer per jaar georganiseerd wordt (in samenwerking met de opleiding BIT (Bedrijfsinformatietechnologie)). Meer informatie is te vinden op de Blackboardsite <https://blackboard.utwente.nl/>. We beschouwen het Ontwerpproject als één van de sterke punten van de opleiding TI: de studenten laten goed zien wat ze waard zijn, in opdrachten die vaak dicht tegen de beroepspraktijk aan zitten, en leveren goede resultaten zowel qua proces als product. In dit opzicht is het Ontwerpproject een goede "meesterproef". Studenten en afnemers zijn met name ook tevreden over de opdrachten die uit bedrijven komen (wat blijkt uit het feit dat deze opdrachten door studenten veel gekozen worden, en dat veel bedrijven terugkomen met nieuwe opdrachten). Verbeterpunten: er is in het kader van het Ontwerpproject instructie over ontwerpmethodiek en vaardigheden, maar dat zou beter geïntegreerd kunnen worden. Verder zou er meer gebruik gemaakt kunnen worden van peersessies tussen teams, zodat ze elkaar kunnen helpen en enthousiasmeren; dit zou ook de begeleidingslast iets kunnen verlichten. Niet alle leerstoelen zijn even betrokken bij het Ontwerpproject en het zou binnen de afdeling breder gedragen kunnen worden.

**Bachelorreferaat:** dit vak is de andere afsluitende onderwijseenheid van 10 EC, die ook in het laatste semester van het derde jaar geprogrammeerd is, en waarbij het onderzoeken centraal staat. Dit onderzoek wordt individueel uitgevoerd onder begeleiding van een docent uit de opleiding en sluit in het algemeen aan bij het onderzoek dat in een leerstoel plaatsvindt. Een student kiest een zogenaamde track (een gebied of thema binnen de informatica), komt in contact met een begeleider, en schrijft vervolgens een onderzoeksvoorstel. Dat voorstel ondergaat een peer review, wordt mogelijk aangepast, en wordt vervolgens uitgevoerd. Hoewel het onderzoek individueel wordt uitgevoerd staat de student niet alleen. Regelmatig zijn er track meetings met andere studenten uit de track, en er zijn diverse colleges over informatieverwerking, het opzetten van een onderzoek, onderzoeksmethodologie, het schrijven van een paper, en presenteren.

---

5 Beoordelingsformulier Ontwerpproject Informatica.

Uiteindelijk wordt een paper geschreven dat gepresenteerd wordt op de Twente Student Conference on IT (TSConIT) die twee keer per jaar georganiseerd wordt. De TSConIT is een echte conferentie met badges, lunch en proceedings, die bezocht wordt door deelnemers, vrienden, familie, geïnteresseerden en docenten. In de ochtend worden per track de beste papers gepresenteerd (en worden er Best Paper Awards uitgereikt), en in de middag zijn er parallele sessies per track. Meer details zijn te vinden in de handleiding (referentie<sup>6</sup>).

Het Bachelorreferaat zou wel eens het onderdeel kunnen zijn waar we het meest trots op zijn. In juni 2013 vond alweer de 19e editie van de TSConIT plaats, en nog steeds zijn we aangenaam verrast over het hoge niveau (dat ook blijkt uit het aantal bijdragen dat zijn weg vindt in het reguliere wetenschappelijke circuit, zie sectie I.3.2). Wel is het zo dat de ondersteunende instructie (over onderzoek, schrijven en presenteren) in het Bachelorreferaat beter geïntegreerd kan worden; hiervoor zijn plannen in de maak.

In oktober 2011 is door de voorzitter van de afdeling Informatica een grove vergelijking gemaakt van het programma van TI in Twente met de programma's van ander Informaticaopleidingen in Nederland, op basis van die programmagegevens die via het web verkregen konden worden (referentie<sup>7</sup>). De twee conclusies die uit die vergelijking het duidelijkst naar voren kwamen waren:

- Het Twentse TI programma bevat minder Software Engineering, ten gunste van de onderwerpen Computersystemen en Telematica.
- Het Twentse programma bevat beduidend meer wiskunde, en dan met name Calculus, dan de andere Informatica Bacheloropleidingen.

Dit is in lijn met de doelstelling van de opleiding om een brede opleiding in de informatica te bieden, met een goede wiskundige basis. Daar willen we aan blijven vasthouden, hoewel de hoeveelheid wiskunde wel erg groot is in vergelijking met de andere informaticaopleidingen in Nederland; in sectie I.2.1.1 laten we zien dat de hoeveelheid wiskunde in het nieuwe TOM programma enigszins gereduceerd wordt en ongeveer twee derde zal bedragen van de wiskunde in het huidige programma (nog steeds meer dan bij de meeste andere informaticaopleidingen).

### ***1.2.1.1 Het nieuwe TOM programma***

Met uitzondering van het derde jaar bestaat elk kwartiel in het huidige (oude) programma uit drie parallele onderwijseenheden van elk 5 EC. Dat is een overzichtelijke organisatie, waar zo'n tien jaar ervaring mee bestaat, en die veruit is te prefereren boven de versnipperde situatie met kleinere vakken van 2 of 3 EC. Toch zijn er een aantal duidelijke nadelen van deze opdeling van het kwartiel in losstaande vakken:

- Er bestaat geen inhoudelijke samenhang tussen de vakken in een kwartiel, waardoor een student zich voortdurend opnieuw in een andere vakinhoudelijke context moet verplaatsen.
- Elk vak wordt in isolatie getoetst, wat impliceert dat de minimumeisen die aan een student gesteld worden behoorlijk fijnmazig zijn. Dat betekent ook dat als een student niet aan de eisen voldoet, er geen compensatiemogelijkheden bestaan. In de praktijk betekent dat vaak dat een student meerdere malen getoetst wordt, voor uiteindelijk een voldoende gehaald wordt. Dit kan leiden tot veel studievertraging.
- De student heeft de mogelijkheid om slechts één of twee vakken van een kwartiel te volgen, en zo de facto in deeltijd te studeren. Van deze mogelijkheid wordt gretig gebruik gemaakt, en veel studenten studeren niet op volledige snelheid, om zo meer tijd aan studentenleven of nevenwerkzaamheden te kunnen besteden. Naar onze mening ligt hier een belangrijke bron van studievertraging.
- Het is moeilijk om projecten in het onderwijs te integreren, omdat een project óf in een bestaand vak moet plaatsvinden, en dus slechts een beperkte omvang kan hebben, óf zelf een onderwijseenheid van 5EC wordt, en zo naast andere onderwijseenheden staat, in plaats van er mee te integreren. Studenten geven in de enquête aan (referentie<sup>8</sup>, vraag 25) door opdrachten uitgedaagd te worden en er graag aan te werken.

Het zijn deze nadelen die de belangrijkste motivatie vormen van het centrale concept in het aan de Universiteit Twente ontwikkelde Twents Onderwijsmodel (TOM): de *module*.

Een module is een thematisch samenhangende onderwijseenheid van 15 EC, die qua tijd een omvang heeft van 10 weken (één kwartiel), met de volgende kenmerken:

---

6 Organisatie Bachelorreferaat, januari 2013.

7 Vergelijking Nederlandse Informaticacurricula, R. Wieringa, November 2011.

8 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

- Een module kent één samenhangend thema. Dat betekent niet dat er in een module maar één onderwerp behandeld wordt, maar wel dat zoveel mogelijk gepoogd wordt de behandelde onderwerpen aan één omvattend thema te relateren.
- De module wordt integraal getoetst. Daarbij is het niet de bedoeling om aan het eind van de module één toets af te nemen, maar te werken met deelttoetsen, waartussen compensatiemogelijkheden kunnen bestaan.
- Een module is atomair, dat betekent: of de module wordt in zijn geheel gehaald, of hij wordt niet gehaald. Het is niet mogelijk deelresultaten van een module mee te nemen naar een volgende poging. Onvoldoende testresultaten die niet gecompenseerd kunnen worden zullen binnen de module herkanst moeten worden, of leiden tot het niet halen van de module, zodat de hele module opnieuw moet worden gevolgd.
- Een module bevat een substantieel projectdeel, ter grootte van 3 tot 7 EC. Daarbij is het de bedoeling dat in een project niet alleen reeds aangereikte kennis wordt toegepast, maar dat in een project ook nieuwe kennis verworven wordt.

De ontwerpvaarders van het TOM schrijven verder voor dat de eerste twee modules selecterend en verwijzend dienen te zijn, dat het laatste jaar twee keuzemodules bevat die de student geheel vrij mag invullen en dat het laatste semester in het teken van afstuderen staat. Ook is het streven naar het delen van modules uit andere opleidingen, niet alleen om kostenefficiënt onderwijs te geven, maar ook om interactie tussen opleidingen (en hun studenten!) te bevorderen. Voor de TOM ontwerpvaarders verwijzen we naar [http://www.utwente.nl/onderwijsvernieuwingen/bachelor\\_onderwijsmodel/ontwerpvaarders/](http://www.utwente.nl/onderwijsvernieuwingen/bachelor_onderwijsmodel/ontwerpvaarders/)

Tevens beoogt TOM een vernieuwing van de onderwijsvormen, gericht op meer actieve en zelfstandige kennisverwerving van de student. Voor een uitgebreide uiteenzetting van de filosofie achter TOM verwijzen we naar referentie<sup>9</sup>. Het nieuwe TOM onderwijs wordt op de hele Universiteit Twente ingevoerd met ingang van september 2013.

Bijlage 2B bevat een schematisch overzicht van het nieuwe TOM curriculum, voor een iets uitgebreider overzicht verwijzen we naar <http://www.utwente.nl/bachelor/inf/studeren/structuur.docx/>

Een korte uitleg van de belangrijkste aspecten:

- De eerste 7 modules, dus module 1.1 t/m module 2.3, bevatten de verplichte kern van de opleiding.
- De volgende 3 modules, dus module 2.4 t/m 3.2, bevatten de keuzeruimte. In elk van deze kwartielen biedt de opleiding TI een keuzemodule aan, en eist dat de student één van deze drie modules kiest; de andere modules mag de student vrij kiezen (dus ook uit het aanbod van de opleiding TI)
- De laatste twee modules vormen het afstudeersemester, dat (evenals in het huidige curriculum) bestaat uit Bachelorreferaat en Ontwerpproject, geflankeerd door 10 EC aan onderwijs op het gebied van onderzoek en ontwerpen.
- TI deelt een deel van module 1.1, en modules 1.2, 1.4, en 2.2 met de opleiding Bedrijfsinformatietechnologie; de modules 1.3 en 2.1 met de opleiding Electrical Engineering; en module 2.3 met de opleiding Technische Wiskunde.
- Het wiskundeonderwijs op de Universiteit Twente is in het eerste jaar gezamenlijk voor de technische opleidingen, en de opleiding TI neemt daar dus aan deel. Daarnaast is ook in modules 2.1 en 2.2 wiskunde gepland die door wiskundigen uit de afdeling Technische Wiskunde verzorgd zal worden.

In de enquête onder alumni (referentie<sup>10</sup>) gaven de respondenten aan de 7 thema's van de modules belangrijk te vinden in hun beroepspraktijk.

Op het moment van het schrijven van deze zelfstudie zijn de ontwerpen van modules 1.1 en 1.2 vrijwel afgerond (referentie<sup>11</sup> en referentie<sup>12</sup>). De ontwerpen van modules 1.3 en 1.4 zijn in een ver gevorderd stadium (referentie<sup>13</sup> en referentie<sup>14</sup>), maar met het afronden wordt gewacht totdat evaluatiegegevens van module 1.1 en 1.2 beschikbaar zijn.

<sup>9</sup> Een nieuw model Bacheloronderwijs voor de UT, juni 2012.

<sup>10</sup> Resultaten Enquête Alumni Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

<sup>11</sup> Ontwerp Module 1, M. van Keulen et al., juni 2013.

<sup>12</sup> Ontwerp Module 2, A. Rensink et al., juni 2013.

<sup>13</sup> Ontwerp Module 3, G. Heijenk et al., mei 2013.

<sup>14</sup> Ontwerp Module 4, D. Hiemstra et al., mei 2013.

Het ontwerp van de eerste 4 modules heeft in een tamelijk kort tijdsbestek plaatsgevonden. Toch heeft dat ontwerp naar onze mening geleid tot een vernieuwing, zowel op het gebied van onderwijsvormen als op inhoudelijke afstemming. Hierover zijn we zelf zeer tevreden. De module-ontwerpteams van elk zo'n vier tot zes personen, elk onder leiding van een modulecoördinator, hebben daarvoor een grote inspanning moeten leveren die bovenop de reguliere onderwijs- en onderzoeksinspanning van alle betrokkenen kwam. Het eerste jaar van het huidige curriculum zal in het jaar 2013-2014 niet meer gegeven worden; de eerstejaars uit 2012-2013 die nog onderdelen uit het eerste jaar moeten afronden krijgen begeleiding op maat. Dat is voor het eerste jaar mogelijk, omdat het aantal ontbrekende vakken per student nooit groter kan zijn dan drie, gezien het bindend studieadvies van 45 EC. Als echter ook het tweede jaar uitfaseert zal de populatie studenten met gaten in het vakkenpakket zo groot en veelvormig zijn dat mogelijk naar andere oplossingen gezocht moet worden, bijvoorbeeld het volgen van onderdelen van modules.

## 1.2.2 RELATIE MET EINDTERMEN

### 1.2.2.1 Het huidige programma

In Bijlage 3B, tabel 1, is aangegeven hoe de eindtermen Informatica afgedekt worden door de vakken, verdeeld over de drie jaar. Merk op dat het bij het keuzevak 2 (project) en de keuzevakken 3 en 4 (Informatica) uiteraard afhangt van de keuze van de student welke vakinhoudelijke term wordt afgedekt; de student heeft hier de mogelijkheid zijn persoonlijke aanleg en voorkeur tot uiting te brengen. Het huidige curriculum is de afgelopen 10 jaar steeds verder verfijnd en ontwikkeld, en het is dan ook niet verbazend dat de vakinhoudelijke eindtermen door dit curriculum gerealiseerd worden. Wat opvalt is dat de eindterm *Informatiebeveiliging en security* maar door één verplicht derdejaars vak wordt afgedekt (hoewel studenten de keuzevakken *Introduction to Information security* en *Network Security* kunnen kiezen). We beschouwen dit als een verbeterpunt van het huidige curriculum; in sectie 1.2.3.2 laten we zien hoe dit in het nieuwe TOM curriculum verbeterd zal worden.

De relatie tussen het programma en de eindtermen uit de categorie *Ontwerpen* is gegeven in tabel 2 (Bijlage 3B). De eerste ervaring met ontwerpen wordt opgedaan in projecten in de vakken *Programmeren II*, *Inleiding Mens Machine Interactie*, en *Software Engineering*. In de vakken *Algoritmen*, *Datastructuren en Complexiteit* en *Gegevensbanken* is er daarnaast nog expliciete aandacht voor het gebruik van modellen, en het evalueren van oplossingen. In het keuzeprojectvak wordt een wat groter project gekozen ter omvang van 5 EC. Uiteindelijk worden de ontwerpvaardigheden op een hoger plan getild en beoordeeld in het afsluitende onderdeel *Ontwerpproject*, dat groepsgewijs in het laatste semester wordt uitgevoerd.

De relatie tussen de eindtermen uit de categorie *Onderzoeken* en het programma is gegeven in tabel 3 (Bijlage 3B). Met onderzoeken wordt een begin gemaakt in het vak AVI I: een wetenschappelijk artikel wordt gelezen en samengevat, er wordt een interview gehouden met een onderzoeker, en op basis hiervan wordt een kleine onderzoeksopdracht uitgevoerd waarvoor zelfstandig informatie verzameld moet worden. In een aantal vakken in het curriculum wordt vervolgens aandacht besteedt aan het kritisch analyseren van problemen uit het vakgebied. In het Bachelorreferaat worden deze vaardigheden verdiept, en wordt door de student individueel een onderzoek verricht. Hierover rapporteert de student in een paper, dat beoordeeld wordt op een speciaal voor het Bachelorreferaat georganiseerde conferentie. Tussen AVI I en Bachelorreferaat is geen expliciete aandacht meer voor de tweede en derde eindterm uit de categorie *Onderzoeken*; hoewel dit blijkbaar geen invloed heeft op het uiteindelijke (hoge) eindniveau van Bachelorreferaat, zullen we dit in het nieuwe TOM curriculum verbeteren door ook in het tweede jaar (in module 2.3, *Discrete Structuren*) aandacht te besteden aan onderzoeksvaardigheden.

Het Bachelorreferaat en het Ontwerpproject worden ondersteund door instructie in onderzoeks- en ontwerpmethodiek, informatie verzamelen, het schrijven van een paper, en het geven van een presentatie. Zowel studenten als docenten vertellen dat deze ondersteuning samenhangender kan en beter geïntegreerd met de activiteiten van de studenten. Het TOM-onderwijs biedt ons een kans om deze integratie te verbeteren. In het nieuwe TOM onderwijs is in de afsluitende modules nog ruimte om deze onderwerpen goed op de rails te zetten.

In tabel 4 (bijlage 3B) is aangegeven door welke vakken de eindtermen uit de categorie *Organiseren* gerealiseerd worden. Met name het Bachelorreferaat en het Ontwerpproject, een aantal projectvakken en de vakken AVI I, keuzevak 1 (academische vorming) en het vak Management en Organisatie dragen bij aan het realiseren van de eindtermen.



Door binnen het TOM-curriculum de leerlijn Academische vaardigheden te introduceren, worden de eindtermen over meerdere modules op een meer systematische en consistente manier gerealiseerd.

### ***1.2.2.2 Het nieuwe TOM programma***

In Bijlage 3C is aangegeven hoe modules uit het nieuwe TOM onderwijs de eindtermen afdekken.

Te zien is hoe in de eerste module 1.1 alle vakinhoudelijke eindtermen aan bod komen. De modules 1.2 t/m 2.3 staan elk in het teken van een vakinhoudelijke eindterm waaraan ze de grootste bijdrage leveren in het curriculum (in de tabel aangegeven met een 'O'). De eindterm *7. Informatiebeveiliging en security* heeft niet één module waarin de eindterm aan bod komt, maar komt als cross-cutting concern (CCC) aan bod in meerdere modules. Ook de wiskunde komt in meerdere modules aan bod, waarbij is aangegeven welk onderdeel van de wiskunde in welke module behandeld wordt.

De ontwerpvaardigheden komen in elk project in de modules aan bod, met uitzondering van module 2.3 (Discrete Structuren) waar het de bedoeling is dat het project een onderzoeksaccent krijgt. De onderzoeksvaardigheden komen ook in de inleidende module 1.1 aan bod (op een soortgelijke manier zoals dat in het huidige curriculum in het vak *Academische Vaardigheden Informatica I* gebeurt). Verder wordt in de afronding in modules 3.3 extra aandacht besteed aan onderzoeks- en ontwerpmethodiek. In deze modules wordt afgerond met Bachelorreferaat en Ontwerpproject. Deze onderwijseenheden hebben in het huidige onderwijs elk een omvang van 10 EC, zodat er in totaal nog 10 EC is voor het verdiepen van onderzoek en ontwerpen.

De eindtermen in de categorie *Organiseren* komen in veel modules aan bod. In de tabel is voor elke eindterm aangegeven waar de focus ligt; dat betekent dat in de betreffende module speciale en expliciete aandacht is voor de eindterm, bijvoorbeeld door het geven van instructie door een gekwalificeerde professional.

Van de drie keuzemodules die er nu gepland staan moet een student er minstens één kiezen, uiteraard zal het van de keuze van de student afhangen aan welke domeinspecifieke eindtermen deze keuzemodule zal bijdragen (in de tabel met '\*' aangegeven). Het is de bedoeling dat deze keuzemodule altijd een bijdrage levert aan diverse eindtermen uit de categorieën *Ontwerpen* en *Organiseren*.

Hoewel dus nog niet alle onderdelen van het nieuwe TOM curriculum volledig uitontworpen zijn, kunnen we wel concluderen dat het geplande curriculum zal leiden tot het realiseren van de gewenste eindtermen van de opleiding.

## **1.2.3 SAMENHANG**

### ***1.2.3.1. Samenhang in het huidige programma***

De samenhang in het domeinspecifieke gedeelte van het programma, de informaticavakken, wordt bevorderd doordat deze vakken samenhangen in een aantal thema's. Deze thema's kennen een lange geschiedenis in het ontwerp van het informaticacurriculum. Al in een ontwerp van februari 2001 (referentie<sup>15</sup>) werden naast de *context* van de informatica nog zeven vakinhoudelijke thema's onderscheiden die toen heetten: Telematica - Programmeren en Software Engineering - Computer Systemen en Besturing - Theorie en Modellen - Informatiesystemen en Databases – Taal, vertalen, en Mens-Machine Interface – Wiskunde. Deze thema's zijn met iets andere namen nog steeds te herkennen in de manier waarop de huidige domeinspecifieke eindtermen gespecificeerd zijn. Hierbij was toen één thema afwezig, dat in de loop der jaren steeds belangrijker is geworden, en nu zeker niet meer in een programma kan ontbreken: Informatiebeveiliging en security. In Tabel I.1 is aangegeven hoe de vakken thematisch met elkaar samenhangen.

---

15 Naar een ICT – kern – curriculum, februari 2001.

Tabel I.1 Programmaonderdelen en thema's – huidige curriculum

Thema	ECs	Vakken
1. Software	25	Programmeren I Programmeren II Software Engineering Modellen Formele Methoden voor Software Engineering Vertalerbouw
2. Computers	10	Computerarchitectuur en –organisatie Besturingssystemen
3. Netwerken	10	Telematicasystemen en –toepassingen Telematicanetwerken
4. Grondslagen van Informatica	10	Basismodellen in de informatica Algoritmen, Datastructuren en Complexiteit
5. Human Media Interaction	10	Inleiding Mens Machine Interactie Artificial Intelligence
6. Informatiemanagement	10	Informatiesystemen Gegevensbanken
7. Informatiebeveiliging en Security	5	Algebra en Security
8. Wiskunde	30	Discrete Wiskunde I Calculus I Discrete Wiskunde II Lineaire Algebra Calculus II Kansrekening en Statistiek
Keuzevakken	15	Keuzevak 2 (project) Keuzevak 3 (informatica) Keuzevak 4 (informatica)
3e -O vakken	35	Academische Vaardigheden Informatica I Keuzevak 1 (academische vorming) Management & Organisatie Minor
Afsluiting	20	Bachelorreferaat Ontwerpproject

### 1.2.3.2. Samenhang in het nieuwe TOM programma

In het nieuwe TOM programma is samenhang een ontwerpcriterium: elke module is per definitie in samenhang ontworpen rond een centraal thema. Dat garandeert grotendeels de vakinhoudelijke samenhang van het programma, maar er zijn daarbij wel een aantal aspecten die speciale aandacht vragen:

**De cross-cutting concerns.** Er is een aantal thema's geïdentificeerd, die niet in één speciale, bij dat thema behorende module worden behandeld. Dat zijn met name: *System Development*, *Concurrency*, en *Security*. De reden hiervoor is enerzijds pragmatisch (het aantal modules in de verplichte kern is beperkt) en anderzijds principieel: dit zijn stuk voor stuk thema's die dwars door de bestaande thema's heen lopen en eigenlijk in vrijwel elke module aan bod zouden kunnen en moeten komen. We hebben deze thema's *cross-cutting concerns* (CCCs) genoemd, en voor elke CCC een CCC-coördinator aangesteld, die op basis van een te onderhouden en gezamenlijk geaccepteerd CCC-document (zie referentie<sup>16</sup>, referentie<sup>17</sup> en referentie<sup>18</sup>) met de module-ontwerpteams in overleg treedt om te zorgen dat het betreffende CCC ook daadwerkelijk in de modules tot zijn recht komt.

<sup>16</sup> Cross Cutting Concern 'System Development'.

<sup>17</sup> Cross Cutting Concern 'Concurrent en Gedistribueerd Programmeren'.

<sup>18</sup> Cross Cutting Concern 'Cyber Security'.

**De wiskundelijn.** In het eerste jaar wordt het wiskundeonderwijs in de modules van het TOM programma verzorgd volgens de zogenaamde wiskundelijn, het gemeenschappelijke wiskundeonderwijs voor alle technische studies op de Universiteit Twente. Voor een overzicht: <http://wwwhome.cs.utwente.nl/~poldermanjw/TOM/> Wiskunde delen met andere technische opleidingen heeft een aantal voordelen. Door schaalvergroting kan een keur aan onderwijsvormen toch efficiënt aangeboden worden. Voor de eerstejaars verwachten we dat het feit, dat eerstejaars van andere opleidingen dezelfde wiskunde krijgen, het gevoel voor de urgentie van die wiskunde alleen maar kan vergroten. Aan de samenhang van de onderdelen binnen die wiskundelijn is veel aandacht besteed, maar de samenhang tussen een bepaald wiskundeonderdeel, en de module waarin die wiskunde gegeven wordt, is een punt van aandacht: voorkomen moet worden dat de wiskunde in een module los komt te staan van de rest. Volledige integratie van de wiskunde in een module is daarbij een te ambitieus doel. Het is wel gelukt om in het ontwerp van de eerste modules overal raakvlakken te identificeren tussen de wiskunde en de informatica in de modules, en op die raakvlakken gemeenschappelijke onderwijsactiviteiten te definiëren.

**Academische vaardigheden en leerlijnen.** Evenals voor de CCCs is het belangrijk een omvattend beeld te hebben van hoe vaardigheden in de modules aan bod komen. Hiertoe is een speciale leerlijnencoördinator aangesteld die een integraal plan heeft opgesteld over welke vaardigheden in welke modules geïntroduceerd, gebruikt of verdiept worden. In referentie<sup>19</sup> wordt meer informatie gegeven over de filosofie en implementatie van de leerlijn vaardigheden in het TOM programma.

## 1.2.4 STUDEERBAARHEID

Een opleiding is studeerbaar als ze de student in staat stelt de opleiding tijdig en met succes af te ronden. Daar zitten twee aspecten aan:

- de afwezigheid van factoren die studie kunnen belemmeren
- de aanwezigheid van factoren die het studeren bevorderen

Factoren die de studielast kunnen belemmeren zijn bijvoorbeeld: gebrek aan afstemming tussen programmaonderdelen, ongelijkmatig verdeelde studiebelasting, onevenredig zware programmaonderdelen (struikelvakken), gebrekkige verroosting, of voorkenniseisen die in samenhang met herkansingen leiden tot slecht begaanbare studiepaden. Aan deze factoren is jarenlang veel aandacht besteed, bijvoorbeeld middels het zogenaamde *kwartieloverleg* waarin docenten van een kwartiel met elkaar afstemming bereiken over studielast, toetsmomenten, en verroosting van opdrachten en projecten. Ook in de kwaliteitszorg is veel aandacht geweest voor studeerbaarheid, hetgeen ertoe geleid heeft dat reeds bij de vorige visitatie geconstateerd kon worden dat er geen problemen meer waren met studeerbaarheid (het kwartieloverleg is dan ook al geruime tijd opgeheven bij gebrek aan urgentie). Uiteraard wordt dit aspect van studeerbaarheid nog steeds gemonitord in de kwaliteitszorg, waarbij blijkt dat problemen rondom studeerbaarheid zich beperken tot incidenten die snel opgelost kunnen worden. Ook uit de enquête onder Bachelorstudenten blijkt dat studenten positief zijn over de studeerbaarheid van het programma (referentie<sup>20</sup>, vraag 12).

Aan deze zorg voor studeerbaarheid zit wel een keerzijde: in de ijver om belemmerende factoren op te ruimen zijn er misschien wel een paar obstakels verwijderd, die juist als prikkel om te studeren mogelijk hun functie hadden. Als we in sectie 1.2.6 constateren dat het rendement van de opleiding te laag is, dan zou dit wel eens met dit gebrek aan studiebevorderende obstakels te maken kunnen hebben. Net als teveel herkansingsmogelijkheden uitstelgedrag kunnen genereren, kan ook studeerbaarheid leiden tot een flexibiliteit waar nauwelijks meer dwang tot studeren vanuit gaat. Vandaar dat er een aantal regelingen zijn die allen tot de categorie "factoren tot het bevorderen van studeren" behoren:

**P-in-2:** deze regel houdt in dat als een student na twee jaar nog geen propedeusediploma gehaald heeft, deze student geen vakken uit jaar 2 of 3 mag doen (totdat het P-diploma behaald is).

**Bindend Studieadvies:** na pilots bij enkele opleidingen heeft de Universiteit Twente het Bindend Studieadvies (BSA) instellingsbreed ingevoerd met ingang van het studiejaar 2012/2013. Voor de opleiding TI betekent het dat een student die in zijn eerste jaar minder dan 45 EC haalt, een negatief BSA krijgt. Op het invoeren van een BSA voor latere studie jaren wordt nog gestudeerd.

<sup>19</sup> Academische vaardigheden binnen de opleiding informatica in TOM, A. Remke, juni 2013.

<sup>20</sup> Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

**Harde knip:** het is jarenlang mogelijk geweest verweven te studeren, dat wil zeggen dat er al Mastervakken afgerond kunnen worden voordat het Bachelordiploma behaald is. Dat betekent dat er nauwelijks een prikkel was om de Bachelorstudie tijdig af te ronden; in principe was het mogelijk om 's ochtends de Bachelor te halen, en 's middags de Master af te ronden. Dit is één van de mogelijke factoren die hebben geleid tot de bijzonder slechte rendementscijfers in tabellen 2 en 3 in sectie I.0.3. Het invoeren van de harde knip (dus de eis van een afgeronde Bachelor bij aanvang van de Master) met ingang van het studiejaar 2012/2013 leidde tot een sterke toename van het aantal Bachelordiploma's in het studiejaar 2011/2012 (voor de faculteit EWI: van 106 diploma's in 10/11 tot 138 diploma's in 11/12), bij afnemende cohorten.

**Derde kans:** met ingang van het studiejaar 2011/2012 moet voor het doen van een derde poging voor het deelnemen aan een schriftelijk tentamen (als de eerste twee pogingen zonder succes waren) een verzoek gedaan worden aan de examencommissie. Dat verzoek moet goedgekeurd worden door zowel de docent van het betreffende vak, alswel de studieadviseur; het moet vergezeld gaan van een reflectie over de mislukte pogingen en een plan van aanpak voor de nieuwe poging. Dit is een maatregel die UT-breed is ingevoerd, maar door de meeste opleidingen weer wordt afgeschaft omdat men het moeilijk te effectueren vindt. De Examencommissie voor TI heeft de regel serieus gehanteerd, met goede effecten:

- 2011-2012: van de 100 goedgekeurde pogingen (waar een resultaat van bekend is) is 72,4% geslaagd met een gemiddeld cijfer van 7,1.
- 2012-2013 (tot 2 mei 2013): van de 51 goedgekeurde pogingen (waar een resultaat van bekend is) is 82,4% geslaagd met een gemiddeld cijfer van 7,6.

Vandaar dat we deze regel ook in de toekomst voor het huidige curriculum laten gelden (zij het met een verminderde rol voor de docent).

**Deeltoetsen propedeuse:** Het deeltoetsenproject (referentie<sup>21</sup>) dat in 2011 van start is gegaan, had tot doel eerstejaars studenten te activeren door ervoor te zorgen dat elk vak in het eerste jaar minstens twee verplichte toetsmomenten bevat. Daarbij is "toets" ruim opgevat: een verplichte activiteit die studenten aanzet tot het leveren van studieinzet. In het kader van dit project is ook een toolkit ontwikkeld met activerende werkvormen (referentie<sup>22</sup>). Hoewel er uiteindelijk voornamelijk traditionele toetsvormen zijn gebruikt is de doelstelling van dit project (zorgen voor minstens twee verplichte toetsmomenten gedurende het kwartiel voor elk eerstejaars vak) gehaald.

Naast deze maatregelen wordt ook gewerkt met *tutoring* in het eerste jaar. Tutoring houdt in dat elke eerstejaars tweewekelijks een bijeenkomst van een uur heeft met een ervaren docent: de tutor, samen met drie tot vier andere eerstejaarsstudenten (een groepje heeft hele jaar dezelfde tutor). In die bijeenkomst wordt gekeken naar de afgelopen en de komende twee weken, en naar wat er goed ging, en naar wat er beter kan. Achtergrond over tutoring kan gevonden worden in referentie<sup>23</sup> en referentie<sup>24</sup>; een evaluatie in referentie<sup>25</sup>. Studenten zijn wisselend tevreden over tutoring, en veel hangt af van de invulling van de individuele docent. Toch willen we ook in het nieuwe TOM onderwijs doorgaan met tutoring, omdat we het belangrijk vinden dat studenten regelmatig gezien worden, door een verantwoordelijke volwassene die ze erop kan wijzen wat de opleiding van studenten verwacht, en die tijdig signalen kan opvangen wanneer er iets niet goed gaat (met name in de context van BSA is dat erg belangrijk). Overigens is de waardering van studenten voor tutoring als ondersteuning voor de studie niet groot, zoals blijkt uit de enquête onder Bachelorstudenten (referentie<sup>26</sup>, vraag 22).

Alle studenten doorlopen het Bachelorreferaat en de Ontwerpopdracht in de daarvoor gestelde tijd. De reden is dat deze onderdelen cohortsgewijs in een semester plaatsvinden, waarbij er voor beide onderdelen een natuurlijke en niet-te-verschuiven deadline ligt in de *Twente Student Conference on IT*. Voor het Bachelorreferaat wordt daar het paper gepresenteerd en voor het Ontwerpproject vindt daar de posterpresentatie plaats. Wel gebeurt het dat studenten afhaken als ze voorzien de deadline niet te halen en vervolgens een nieuwe poging doen; studenten waarbij dit gebeurt krijgen nu extra aandacht in de begeleiding.

In het nieuwe TOM onderwijs haalt een student een module in zijn geheel, of niet. Herkansingen van (deel)toetsen vinden binnen de module plaats; is een module niet gehaald, dan moet de module in zijn geheel worden overgedaan.

---

21 Deeltoetsenproject, maart 2011.

22 Toolkit Informatica, deeltoetsen en activerende werkvormen, mei 2011.

23 Tutoring handleiding voor studenten, september 2011.

24 Tutoring handleiding: aanvulling voor tutoeren, september 2011.

25 Resultaten Evaluatie Tutoring, J. Kamphuis, april 2012.

26 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

Het is niet mogelijk gedeeltes van de modules te herhalen. Dit is een factor waarvan de bedoeling is dat het een prikkel tot studeren vormt, terwijl dit net als veel van bovenstaande regels leidt tot een paradoxaal opwerpen van een belemmering. Overigens is het wel zo dat deze gewenste inflexibiliteit van het moduleonderwijs leidt tot een daadwerkelijke ongewenste belemmering voor die studenten die niet in staat zijn voltijds te studeren (bijvoorbeeld wegens een handicap of wegens topsportambities); in deze gevallen zullen er oplossingen op maat gezocht worden.

## 1.2.5 WERKVORMEN EN CONTACTUREN

### 1.2.5.1. *Werkvormen*

De onderwijsvormen in het huidige curriculum zijn hoorcollege, werkcollege, practicum, project, en zelfstudie.

**Hoorcollege:** de klassieke werkvorm voor kennisoverdracht. Wordt in het huidige curriculum veel gebruikt. Heeft als voordelen dat het zowel student als docent helpt de stof te structureren (men weet “waar men is” in de stof) en is relatief goedkoop (één docent bereikt tegelijk tientallen studenten). Verder zijn goede docenten in staat om op deze manier de stof in een context te plaatsen en studenten te enthousiasmeren. Nadeel is dat het weinig participerend is, waardoor studenten passief zijn en kennisoverdracht maar beperkt plaatsvindt. Een aantal docenten kan in het hoorcollege daadwerkelijk interactie tot stand te brengen (en daar is ook veel aandacht aan besteed, bijvoorbeeld bij onderwijslunches), maar de werkvorm nodigt er niet toe uit. Het lijkt er soms op dat studenten hoorcolleges bezoeken als substituut voor zelfstudie.

**Werkcollege:** hierbij wordt in kleine groepen (15 tot 25 studenten) gewerkt aan opgaven of problemen, onder begeleiding van een docent. Dit is een activerende werkvorm, maar voorwaarde is wel dat de student “bij” is met de stof en een actieve houding aanneemt. Om die reden blijven studenten vaak weg. Bij verplichte werkcolleges blijkt het moeilijk alle studenten een actieve houding te laten innemen.

**Practicum:** hierbij wordt (vaak op verroosterde tijden en onder begeleiding) gewerkt aan praktische oefeningen en vraagstukken, vaak in tweetallen. Meestal moet het practicum afgerond worden om aan het tentamen voor een vak te mogen deelnemen. Soms levert het practicum een bijdrage aan de beoordeling. Studenten geven regelmatig bijvakevaluaties aan dat ze het waarderen als een vak een practicum bevat, en ook dat ze door een practicum tot actief studeren worden aangezet.

**Project:** in een project worden (vaak groepsgewijs) grotere problemen aangepakt, waarbij er ook aandacht is voor vaardigheden als samenwerken, communiceren en plannen. Dit is een werkvorm waarbij studenten uitgedaagd worden en een beroep gedaan wordt op hun zelfstandigheid. Wel komt het in het huidige curriculum voor dat docenten veel controle op het project willen houden: de studenten krijgen alle kennis aangereikt, en moeten die dan gaan gebruiken op een door de docenten van tevoren bedachte manier.

In het nieuwe TOM onderwijs willen we hoorcolleges meer inzetten voor motiveren en structureren, en minder voor kennisoverdracht. Op deze manier willen we stimuleren dat studenten hun kennis meer door zelfstudie opdoen (we ontnemen ze immers de illusie dat ze die kennis in het hoorcollege kunnen opdoen). Dat betekent dat er minder hoorcolleges zullen zijn, en dat werkcolleges en instructie vaak hand in hand zullen gaan (in de werkvorm *colstructie*). Tegelijkertijd is er (bijvoorbeeld in de eerste twee modules) een nieuwe mengvorm tussen werkcollege en practicum, genaamd *instructiepracticum*. Omdat practica steeds m.b.v. laptops verzorgd worden in plaats van in speciale practicumruimtes, was het onderscheid tussen practicum en werkcollege al aan het vervagen.

In het TOM onderwijs zal meer aandacht zijn voor projecten, zowel integrerende projecten als projecten waarbij nieuwe kennis verworven dient te worden. In de modules die tot nog toe ontworpen zijn spelen projecten van verschillende grootte een rol. Zo kent de eerste module 8 kleine projecten en is er tegelijkertijd een groter integratieproject waarbij de laatste twee weken vrijwel volledig in het teken van het project staan. In de tweede module zijn er twee grote projecten, één in het teken van ontwerpen en één in het teken van programmeren.

*Challenges* zijn competities waarbij studenten en/of onderzoekers, vaak in teamverband, een moeilijk en uitdagend probleem te lijf gaan (zie <http://norvigaward.github.com/> voor een recent voorbeeld waarbij informaticastudenten uit Twente goed gescoord hebben). Challenges zijn een uitstekende manier om studenten te motiveren, om nieuwe kennis op te doen op een niet-schoolse manier, en om de contacten tussen studenten en docenten te intensiveren.

Challenges zijn op dit moment nog extracurriculaire activiteiten (hoewel de opleiding in het rooster een blok vrij houdt om studenten in staat te stellen aan challenges deel te nemen); er is een speciale challenge-commissie binnen de studievereniging *Inter-Actief* (<https://www.inter-actief.utwente.nl/commissies/190/challengescommissie/>), die werkt aan een portal voor het managen van challenges (<http://sciencechallenges.nl/>). Het is de bedoeling om in latere fases van het nieuwe TOM curriculum meer gebruik te maken van challenges als onderwijsvorm. Dit wordt al voorbereid in module 3 waar kleine challenges (opdrachten met een competitief element) worden geïntroduceerd; deze challenges tellen mee in de beoordeling. In module 4 zal het moduleproject worden uitgevoerd als een challenge. We willen gebruik maken van bedrijven in de regio bij het definiëren en beoordelen van deze challenges. In het tweede jaar willen we ambitieuze studenten de mogelijkheid geven een gedeelte van de module in te vullen door het deelnemen aan een challenge.

### 1.2.5.2. Contacturen

Voor het huidige curriculum worden de contacturen gegeven in tabel 1.2. Deze gegevens zijn verzameld in het kader van het project *Onderwijstijd in het Hoger Onderwijs* uitgezet door de Inspectie van het Onderwijs in oktober 2010. De gegevens zijn geactualiseerd in maart 2012 en nog steeds actueel.

Tabel 1.2 Contacturen

Onderwijsactiviteit	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3
Hoorcollege	205	206	318
Werkcollege/ Practicum/ Project	359	276	222
Tentamens/ toetsen	56	56	56
Excursies/ Studiereizen	29	9	65
Begeleide zelfstudie	29	9	9
Studiebegeleiding	16	-	-
Contact eindopdracht	-	-	56
Totaal contacturen	694	556	726
Zelfstudie	986	1124	954
Totaal	1680	1680	1680

Als we de totale hoeveelheid contacturen delen door het aantal weken (42) krijgen we het gemiddeld aantal contacturen per week, dus in het eerste jaar 16,5 uur per week, in het tweede jaar 13,2 uur per week, en in het derde jaar 17,2 contacturen per week. Het gemiddeld aantal contacturen voor de hele opleiding komt zo op 15,7 uur per week. Uit gegevens van de Inspectie voor het Onderwijs (referentie<sup>27</sup>) blijkt dat in de technische opleidingen het gemiddelde voor het eerste jaar van de Bachelor ligt op ruim 18 uur (bij een gemiddelde van 12,9 over alle sectoren), met een standaardafwijking van 6 uur; onze 16,5 uur wijkt daar niet significant van af. Overigens gaven de studenten (referentie<sup>28</sup>, vraag 13 en 14) aan gemiddeld 13 contacturen per week te hebben, en daarnaast 13 uur aan zelfstudie te besteden.

Voor het nieuwe TOM curriculum is het nog te vroeg om een schatting te geven van het gemiddeld aantal contacturen. Het streven is om zelfwerkzaamheid van studenten te bevorderen, wat tot minder hoorcollegetijd zou moeten leiden, maar tegelijkertijd komen er meer contacturen in de projectbegeleiding. We vermoeden dat deze twee effecten elkaar bij benadering zullen opheffen, zodat het aantal contacturen in het nieuwe TOM curriculum ongeveer gelijk zal blijken te zijn aan het aantal contacturen in het huidige curriculum

<sup>27</sup> Onderwijstijd in het hoger onderwijs, meting 2010-2011.

<sup>28</sup> Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

## I.2.6 INSTROOM EN RENDEMENT

### I.2.6.1 Instroom

Om toegelaten te worden moet een VWO-student wiskunde B in het examenpakket hebben. Een HBO-student wordt toegelaten met een HBO-diploma van een met Informatica vergelijkbare opleiding, zoals omschreven in het Colloquium Doctum. In de overige gevallen beslist de Commissie Bijzondere Toelating (CBT). Zie <http://www.utwente.nl/admissionoffice/Bachelor/colloquiumdoctum-nl/>

Tabel I.3 bevat gegevens over de instroom in de opleiding TI (ontleend aan de *1cijferHO* gegevens van de VSNU, tabel B1).

Tabel I.3 Instroomgegevens

Jaar:	2007	2008	2009	2010	2011
VWO	54	41	43	48	45
HBO propedeuse	1	1	-	-	1
HBO diploma	-	-	-	4	4
Buitenland	3	3	2	2	2
Overig	2	2	-	1	2
Totaal	60	47	45	55	54
Vrouwen	3%	9%	7%	7%	6%

Uit deze tabel blijkt dat de instroom voor het overgrote deel uit VWO-ers bestaat. Het komt zelden voor dat mensen met een HBO propedeuse naar de universiteit overstappen, en studenten met een HBO diploma zullen eerder proberen in een Masteropleiding in te stromen. Verder is het niet verbazend dat de buitenlandse instroom zeer gering is, gezien het feit dat de opleiding Nederlandstalig is.

Wat zorgen baart is het percentage vrouwelijke studenten, dat al jarenlang bijzonder laag is. De weinige vrouwelijke studentes die toch komen, doen het over het algemeen erg goed en onderscheiden zich in positieve zin. Wel is het zo dat meeste studentes die aan de opleiding TI beginnen, op dat moment relatief weinig programmeerervaring hebben. Vandaar dat door een (overigens vrouwelijke) docent van het vak Programmeren extra werkcolleges worden verzorgd voor diegenen met weinig programmeerervaring (wat tijdens de voorlichting nog eens benadrukt wordt).

Er worden al een aantal jaren borrels en High Tech High Tea's georganiseerd om vrouwelijke studenten en medewerkers met elkaar in contact te brengen. Ook is er al ruim acht jaar een actieve meisjescommissie bij de studievereniging *Inter-Actief*: <https://www.inter-actief.utwente.nl/commissies/63/meiscie/>

Het aantal vrouwelijke docenten is nog steeds niet groot, hoewel er sinds de vorige visitatie een vrouwelijke hoogleraar en twee UHD's zijn bijgekomen. Het aantal vrouwelijke stafleden komt daarmee op 8 (dat is 13%). Studentes geven aan dat ze tijdens de Bacheloropleiding hooguit twee á drie vrouwelijke docenten tegenkomen. Het opleidingsmanagement is van mening dat de betrokkenheid van vrouwelijke docenten in het Bacheloronderwijs vergroot dient te worden (en beraadt zich op stappen daartoe).

Bij voorlichting wordt speciale aandacht aan vrouwelijke scholieren besteed, bijvoorbeeld door het verzorgen van een High Tech High Tea event (zie <http://www.utwente.nl/bachelor/hightechhightea/>). Toch lijkt het moeilijk om alleen met lokale voorlichtingsinspanning de vrouwelijke instroom te vergroten. Misschien zijn eerder nationale of internationale initiatieven vereist, om het imago van techniek in bredere zin bij vrouwelijke scholieren op te vijzelen. Een mooi voorbeeld van zo'n initiatief is het Europese "Science: it's a girls thing" initiatief: <http://science-girl-thing.eu/nl> (waar overigens een van onze UHD's als rolmodel fungeert, zie <http://science-girl-thing.eu/nl/profiles-of-women-in-science>).

Uit onderzoek blijkt dat ongeveer de helft van onze studenten op het VWO het vak Informatica gevolgd heeft (referentie<sup>29</sup>). Ook blijkt uit dat onderzoek dat er vooralsnog geen aanleiding is te concluderen dat het VWO vak Informatica een positief effect heeft op studierendement en uitval.

### 1.2.6.2 Rendement

In tabel 1 in sectie I.0.3 zijn de gegevens te vinden over de uitval na 1, 2 of 3 jaar. Deze uitvalcijfers onderscheiden zich niet in ongunstige zin ten opzichte van de landelijke cijfers voor Technische Informatica (dus voor de opleidingen in Delft, Eindhoven en Twente samen) zoals te vinden in de VSNU gegevens. Wat wel opvalt is dat er relatief weinig studenten afvallen in het eerste jaar, en relatief veel studenten in het tweede en zelfs derde jaar. Dit wordt goed geïllustreerd als we kijken naar de selectiviteit van het eerste jaar: dat is het percentage van de totale hoeveelheid afvallers dat afvalt in het eerste jaar. In tabel I.4 wordt de selectiviteit van het eerste jaar voor TI in Twente vergeleken met de selectiviteit van de drie TI opleidingen totaal:

Tabel I.4 Selectiviteit van het eerste jaar

Jaar:	06/07	07/08	08/09	09/10
UT	29%	41%	58%	29%
Totaal	53%	63%	63%	79%

Hier blijven de cijfers van TI in Twente duidelijk achter bij de totale cijfers van de TI opleidingen, met studiejaar 09/10 als duidelijkste voorbeeld. Overigens zijn de respondenten uit de enquête onder Bachelorstudenten wel positief over de selectiviteit van het eerste jaar (referentie<sup>30</sup>, vragen 4, 6 en 7).

Een plausibele verklaring voor deze cijfers is dat er in deze jaren in Twente nog geen Bindend Studietoelating Advies (BSA) was ingevoerd. Studenten die het slecht deden kregen wel een negatief advies, maar dat advies was niet bindend, waardoor studenten vaak nog één of zelfs twee jaar doorgingen voordat ze uiteindelijk afhaakten. Met ingang van het studiejaar 2012/2013 is het BSA op de hele Universiteit Twente ingevoerd, en ook het nieuwe TOM onderwijs zal werken met een BSA in het eerste jaar. We verwachten een significante stijging van de selectiviteit van het eerste jaar, maar op het moment van het schrijven van dit rapport zijn daarover nog geen betrouwbare cijfers beschikbaar. In het nieuwe TOM onderwijs proberen we de selectiviteit van het eerste jaar vooral te concentreren in de eerste twee modules, zodat studenten die afhaken zo snel mogelijk een ander studie- of carrièrepad kunnen kiezen. Eigenlijk zijn er maar twee redenen waarom een student in het eerste jaar zou kunnen afvallen: omdat er een verkeerde studiekeuze gemaakt is, of omdat de student niet in staat is die inspanning op te brengen die de opleiding vereist. Dat betekent dat een student zo snel mogelijk moet kennismaken met Informatica in de volle breedte, en dat een student in een vroeg stadium moet kennismaken met het gewenste inspanningsniveau van de opleiding. We proberen dat in het TOM curriculum te realiseren door in Module 1 de student met acht verschillende facetten van de Informatica kennis te laten maken, en door in zowel module 1 als 2 strakke inspanningseisen aan de student op te leggen, onder meer door frequent en regelmatig tussentoetsen af te nemen.

De *1cijferHO* gegevens van de VSNU geven ook informatie over waar de afvallers naar toe gaan (in tabel B3.1). Omdat deze cijfers per cohort verschillen (en de cohorten onderling niet erg in grootte verschillen), hebben we de percentages over de vier jaar 2006-2010 gemiddeld, zowel voor de UT, als voor de drie technische universiteiten gezamenlijk, in tabel I.5.

29 Technische Informatica – instroom en studiesucces van vwo-ers, A. Blume, juni 2013.

30 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.



Tabel 1.5 Bestemming afvallers

	UT	3TU's
Naar BA binnen instelling	15%	10%
Naar BA buiten instelling	10%	25%
Naar HBO	40%	45%
Uit HO	35%	20%

We zien dat afvallers van de UT iets vaker uit het HO stappen dan het landelijk gemiddelde. Van de afvallers die in het WO blijven, blijven de afvallers op de UT iets vaker in de eigen instelling dan het landelijk gemiddelde. De meerderheid van de afvallers stapt over naar het HBO.

In tabel 2 en 3 zijn de gegevens te vinden over de rendementen, in termen van het percentage geslaagden na 3, 4, 5 of 6 jaar, voor respectievelijk de VWO-instroom en de totale instroom. Deze cijfers (hoewel in lijn met de totaalcijfers van de drie technische universiteiten) geven een bijzonder negatief beeld van het rendement van de opleiding: een klein percentage rondt de driejarige Bachelor ook daadwerkelijk in drie jaar af, na vier jaar heeft minder dan de helft van de studenten de studie afgerond, en zelfs na zes jaar is nog ongeveer een derde van de studenten niet klaar. De cijfers voor de VWO-instroom laten dezelfde trend zien als die voor de totale instroom; de twee tabellen zijn qua trend niet wezenlijk verschillend.

Deze cijfers zijn ver verwijderd van de prestatieafspraken die de UT gemaakt heeft met het ministerie van OCW, en die voorzien in een percentage geslaagden na 4 jaar van 60% in 2015 (en 70% in 2020), zie <http://www.utwente.nl/nieuwsmail/NieuwsMail/2012/05/prestatieafsprakenut.doc/>

Van de respondenten van de enquête onder Bachelorstudenten geeft 80% aan er geen moeite mee te hebben als nevenactiviteiten tot studievertraging leiden (referentie<sup>31</sup>, vraag 11). Deze situatie is één van de redenen waarom de Universiteit Twente gestart is met het ontwikkelen van het Twents Onderwijsmodel. De aspecten van dit model zoals geschetst in sectie 1.2.2.2, namelijk het tegengaan van de versnippering door kleine vakken, het integraal toetsen (en atomair afronden), herkansingen binnen de modules, en de thematische samenhang (in plaats van losse parallelle thema's) moeten het mogelijk maken de rendementscijfers de komende jaren sterk te verbeteren.

### 1.2.7 INTERNATIONALE ORIËNTATIE EN ORIËNTATIE OP DE ARBEIDSMARKT

De opleiding legt studenten geen verplichting op om studieonderdelen in het buitenland te volgen. Wel is er de mogelijkheid om buitenlandse ervaring op te doen middels de minor International Exploration:

[http://www.utwente.nl/majorminor/geinstitutionaliseerde\\_minors/themaminors/themaminor\\_ime.doc/](http://www.utwente.nl/majorminor/geinstitutionaliseerde_minors/themaminors/themaminor_ime.doc/)

Deze minor kent twee varianten:

- Een stagevariant van 3 vakken van 5 EC, en een buitenlandse stage van 15EC.
- Een studiereisvariant van 3 vakken van 5 EC, en een studiereis van 5EC.
- De stagevariant wordt door ongeveer 2 studenten per jaar gevolgd. De studiereis wordt tweejaarlijks georganiseerd door de studievereniging Inter-Actief. In 2010 (Verenigde Staten) waren er 16 deelnemers uit de opleiding TI, in 2012 (Zuid-Korea en China) waren er eveneens 16 TI deelnemers.

Verder zijn er jaarlijks ongeveer 2 studenten die zelf een individuele minor samenstellen door 20 tot 30 EC aan vakken (soms met een project erin) te doen bij een buitenlandse partneruniversiteit. Ze worden daarin begeleid door de coördinator Internationalisering van EWI, en laten het vakkenpakket goedkeuren door de examencommissie.

De taal van de opleiding is Nederlands. De OER laat het echter toe dat onderwijs in het Engels gegeven wordt, als de docent de Nederlandse taal niet voldoende beheerst. Zo komen de Bachelorstudenten elk jaar in aanraking met een paar Engelstalige hoorcolleges en werkcolleges.

31 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

In het nieuwe TOM curriculum zullen de modules die gedeeld worden met de opleiding Electrical Engineering in het Engels zijn, aangezien die opleiding Engelstalig is. Wij zien dat als een goede voorbereiding op het Engelstalige onderwijs in de Master. Ook zijn de eindpresentaties van het Bachelorreferaat en het Ontwerpproject in principe in het Engels. Verder zijn de studenten verplicht om vóór het afronden van het Bachelorreferaat deel te nemen aan een Engelse taalassessment (de *Technical Writing* activiteit) die door het Taalcoördinatiepunt van de UT wordt georganiseerd. Dit assessment geeft de student feedback over hoe het met zijn of haar beheersing van het Engels gesteld is. Mocht deze beheersing onvoldoende blijken dan kan de student op eigen initiatief (en tegen een geringe vergoeding) een Engelse taalcursus volgen bij het Taalcoördinatiepunt.

De eerste oriëntatie op de arbeidsmarkt vindt plaats in kwartiel 2 wanneer studenten in het kader van het vak Academische Vaardigheden Informatica I zelf een bezoek aan een bedrijf organiseren en daar verslag van doen. Ook gaan de studenten tijdens AVI I in gesprek met alumni die in het bedrijfsleven werkzaam zijn. Sinds 2009 bestaat de mogelijkheid om in het afsluitende Ontwerpproject een door een bedrijf aangeleverde opdracht aan te pakken (en deze bedrijfsopdrachten zijn zeer populair). Verder organiseert de studievereniging *Inter-Actief* vrijwel wekelijks een lunchlezing met een presentatie van iemand uit het bedrijfsleven; deze lunchlezingen mogen zich verheugen in een opkomst van 100-120 studenten per keer. Hoewel de meeste studenten na de Bachelor doorgaan in een Master zijn ze dus al in de Bachelor goed op de hoogte van wat er bij bedrijven op Informaticagebied speelt. Verder zijn er veel studenten met bijbaantjes in bedrijven, en ook de financiering van de tweejaarlijkse buitenlandse studiereis wordt voor een groot gedeelte gerealiseerd met opdrachten door studenten bij bedrijven.

### **I.2.8 EXCELLENTIE**

De opleiding TI kent geen eigen excellentietraject. Het komt sporadisch voor dat een excellente student een dubbelstudie volgt (dit is de afgelopen 5 jaar 4 keer voorgekomen).

Voor excellente studenten zijn er twee mogelijkheden om deel te nemen aan extracurriculaire excellentieprogramma's op universiteitsniveau:

- De Excellence Stream: een wiskundige verdieping en verbreding voor de top 10% van de studenten die meer uitdaging willen op het gebied van wiskunde, zie <http://www.utwente.nl/ewi/excellence/>
- Het Honoursprogramma: een breed wetenschappelijk programma met een onderzoekscomponent voor geselecteerde studenten, zie <http://www.utwente.nl/honours/>

Hieraan wordt ook door een Informaticahoogleraar (J. van de Pol) een bijdrage geleverd.

Jaarlijks maken hooguit twee a drie studenten van deze mogelijkheden gebruik. Verder komt het voor dat studenten die meer uitdaging willen met een leerstoel in contact gebracht worden en daar extracurriculaire bij het onderzoek betrokken worden.

### **I.2.9 STERKE PUNTEN EN VERBETERPUNTEN**

Sterk:

- Het programma is samenhangend en breed, met een goede wiskundige basis.
- De afsluiting met Ontwerpproject en Bachelorreferaat is erg sterk.
- Er is sterke thematische samenhang in het TOM programma, die ook in de structuur van het geplande curriculum uitdrukkelijk naar voren komt.
- Er is een goed geïntegreerd plan voor academische vaardigheden in het nieuwe TOM programma.

Verbeterpunten:

- Het thema Informatiebeveiliging en security komt in het huidige verplichte deel van het curriculum onvoldoende aan bod (actie: cross cutting concern in het nieuwe TOM programma).
- Er zijn te weinig vrouwelijke studenten, en te weinig vrouwelijke docenten in het Bacheloronderwijs.
- Het onderwijs in het Ontwerpproject en Bachelorreferaat kan beter worden geïntegreerd met de activiteiten van de studenten (actie: extra aandacht voor instructie, en ruimte in de nieuwe eindmodules in TOM).

- In jaar 2 van het huidige programma weinig aandacht voor onderzoeksvaardigheden (actie: in het TOM programma onderzoek in module 2.3).
- Niet alle leerstoelen zijn betrokken bij het Ontwerpproject.
- Bij het Ontwerpproject zouden meer peersessies kunnen plaatsvinden tussen de diverse teams (actie: gaat in het TOM programma gerealiseerd worden).
- Het huidige studierendement is erg laag (actie: invoering nieuw TOM onderwijs).

## STANDAARD 3: TOETSING EN GEREALISEERDE EINDKWALIFICATIES

Voor Examencommissies verwijzen we naar sectie III.6, en voor borging toetskwaliteit naar sectie III.7.

### I.3.1 HET SYSTEEM VAN TOETSEN EN BEOORDELINGEN

Het systeem van toetsen en beoordelingen wordt beschreven in het Onderwijs- en Examenreglement (referentie<sup>32</sup>) en vooral in het document Regels en Richtlijnen (R&R) (referentie<sup>33</sup>) van de Examencommissie; allerlei regelingen rondom o.a. toetsen, nakijktermijnen, inzage en bespreking, herkansingen, inschrijven, surveilleren, fraude, slaagregelingen, minoren, studiepakketten, en verzoeken, zijn daarin te vinden.

In de WHW hervorming van 2010 zijn nieuwe randvoorwaarden gedefinieerd voor beleid rond toetsen. Op de Universiteit Twente heeft dat geleid tot de ontwikkeling van een Toetskader (referentie<sup>34</sup>) dat voorwaarden en verantwoordelijkheden rondom toetsen beschrijft. Op basis van dit toetskader wordt door de opleidingen en examencommissies een toetsbeleid geïmplementeerd. Voor de rol en organisatie van de Examencommissie hierin verwijzen we naar sectie III.6. Voor de borging van de kwaliteit van toetsing (en de rol van de examencommissie hierin) verwijzen we naar sectie III.7.

**Beoordeling Ontwerpproject.** Het Ontwerpproject wordt in groepsverband beoordeeld, en de leden van de groep krijgen in principe hetzelfde cijfer. Hiervan kan in bijzondere gevallen afgeweken worden; er is een systeem met rode en groene kaarten waarmee groepsleden kunnen aangeven dat groepsleden onvoldoende of juist voorbeeldig presteren (de procedure wordt op Blackboard beschreven). Er zijn expliciete beoordelingscriteria, en er is een beoordelingsformulier (referentie<sup>35</sup>) waarop deze criteria zijn aangegeven (dit beoordelingsformulier is eind 2010 ingevoerd). Er wordt niet alleen op het product en verslag beoordeeld, maar ook op het proces, de documentatie en de presentatie. De groep houdt een eindpresentatie van het project voor de leerstoel waar het project is uitgevoerd. Daarna presenteert elk project zich op de Twente Student Conference on IT met een demo en een posterpresentatie. De gezamenlijkheid en openbaarheid van deze demo's en posterpresentaties dragen bij aan de afstemming van de beoordeling voor de verschillende projecten.

**Beoordeling Bachelorreferaat.** Bij deelname aan Bachelorreferaat schrijft de student eerst een onderzoeksvoorstel, dat (na peer reviewing door medestudenten) beoordeeld wordt, waarna er een go-nogo beslissing valt. Uiteindelijk schrijft de student een paper, dat na een peer review proces nog verbeterd kan worden. Vervolgens dient het paper door de begeleider geaccepteerd te worden, hetgeen impliceert dat de beoordeling minstens een zes zal zijn, en dat het paper in de proceedings van de Twente Student Conference on IT opgenomen wordt; bij niet-acceptatie is er nog een kans het paper te verbeteren. Uit elke track wordt de beste paper geselecteerd; de beste papers krijgen een Best Paper Award en worden op de TSConIT in de plenaire sessie gepresenteerd. Uiteindelijk wordt de student beoordeeld op het paper, het proces, de presentatie, en de gemaakte peer reviews van het werk van collegastudenten. Voor de beoordeling is er sinds eind 2012 een beoordelingsformulier (referentie<sup>36</sup>) waarop de beoordelingscriteria zijn aangegeven. De TSConIT wordt druk bezocht door studenten, familie en vrienden, en docenten. De gezamenlijkheid van de presentaties, en de onderlinge vergelijking van de papers voor de Best Paper Awards, zorgen voor een goede consistentie van de uiteindelijke beoordelingen van het Bachelorreferaat. Om dit nog verder te waarborgen zal in de toekomst standaard een tweede beoordelaar bij de beoordeling betrokken worden.

---

32 Bachelor OER Technische Informatica 2013-2014.

33 Regels en Richtlijnen van de Examencommissie 2013-2014.

34 UT Toetskader, september 2013.

35 Beoordelingsformulier Ontwerppopdracht

36 Bachelorreferaat – assessment.

**Consistentie eindbeoordelingen.** In juli 2013 heeft de Examencommissie een onderzoek gedaan naar de consistentie en betrouwbaarheid van beoordelingen van eindopdrachten (referentie<sup>37</sup>, zie referentie<sup>38</sup> voor uitgebreide ruwe gegevens). Hierbij zijn eindverslagen (zonder beoordelingsformulieren) van Bachelorreferaat en Ontwerpproject achteraf bekeken door een tweede beoordelaar. De conclusies: in alle gevallen is er terecht een voldoende toegekend, en in de helft van de gevallen kwam het oordeel van de tweede beoordelaar precies overeen met dat van de oorspronkelijke beoordelaar. In die gevallen waarbij er grote verschillen optraden, had de oorspronkelijke beoordelaar altijd goede redenen voor het oordeel, en waren die redenen niet aan het verslag alleen af te lezen (hetgeen uiteraard pleit voor het werken met de inmiddels ingevoerde beoordelingsformulieren). Daarnaast heeft de Examencommissie in augustus 2013 een onderzoek gedaan naar betrouwbaarheid, validiteit en transparantie van o.a. Bachelorreferaat en Ontwerpproject aan de hand van beoordelingsformulieren (referentie<sup>39</sup>). De conclusies van dat onderzoek zijn dat betrouwbaarheid, validiteit en transparantie in orde zijn.

### 1.3.2 GEREALISEERDE EINDKWALIFICATIES

In Standaard 2 hebben we laten zien hoe het programma de in Standaard 1 gegeven eindtermen realiseert; het in sectie 1.3.1 beschreven systeem van toetsen en beoordelingen waarborgt dat de eindtermen bij het afronden van de opleiding ook daadwerkelijk gerealiseerd worden.

Het uiteindelijk bereikte niveau van de afgestudeerden wordt getoetst in de twee afsluitende onderdelen, het Ontwerpproject en het Bachelorreferaat. Bij beide onderdelen laat de toetsing zien dat de studenten voldoende vaardigheden en vakkennis bezitten om deze afsluitende onderdelen tot een goed einde te brengen.

Het Ontwerpproject is een echte "meesterproef", en we zijn goed in staat de verschillende ontwikkelingsniveaus, waarop de studenten functioneren, te herkennen: programmeren, ontwerpen, een ontwikkelingstraject opzetten en uitvoeren, en realiseren wat de klant nodig heeft. Studenten kunnen niet alleen een kwalitatief goed resultaat leveren, maar ook aantonen dat dat resultaat inderdaad kwalitatief goed is. En we zijn regelmatig onder de indruk van hoe goed de studenten zichzelf en hun werk verkopen op de demomarkt.

Bij het Bachelorreferaat zien we dat de studenten uiteindelijk in staat zijn wetenschappelijk onderzoek te verrichten en daarover te rapporteren. Dat is een bijzonder hoog eindniveau voor een opleiding die een voorbereiding vormt op een wetenschappelijke Masteropleiding! Dat betekent dat we veel van de studenten vragen, en we zien dan ook dat sommige studenten twee pogingen nodig hebben om dit eindniveau te behalen. Op studenten die het de eerste keer niet redden wordt overigens extra gelet tijdens de tweede poging.

Het bereiken van het eindniveau blijkt uit ons eigen systeem van toetsen. Er is op dit moment geen onafhankelijke of externe toetsing van het bereiken van de eindkwalificaties, bijvoorbeeld middels een werkveldcommissie of praktijkraad. Het ontbreken van zo'n werkveldcommissie of praktijkraad is een verbeterpunt.

Enkele onafhankelijke indicaties van het daadwerkelijk bereiken van het eindniveau:

- Veel opdrachten in het Ontwerpproject worden aangedragen door opdrachtgevers buiten de opleiding en vanuit het bedrijfsleven. We zien dat die opdrachtgevers in het algemeen zeer tevreden zijn, wat ook blijkt uit het feit dat bedrijven na een afgeronde opdracht weer een nieuwe opdracht aanleveren.
- Een gedeelte van de papers in het Bachelorreferaat vindt vervolgens zijn weg in het reguliere onderzoekscircuit en leidt tot publicaties in wetenschappelijke conferenties. De afgelopen 5 jaar hebben geleid tot 15 publicaties door Bachelorstudenten, dus gemiddeld 3 studenten per jaar; een overzicht van deze publicaties is gegeven in bijlage 7. Dit betekent dat de top van het niveau van het Bachelorreferaat goed te vergelijken is met het niveau van wetenschappelijk onderzoek, al zal uiteraard niet elke individuele student deze top bereiken.

In referentie<sup>40</sup> hebben we gekeken voor de jaren 2010-2011 en 2011-2012 wat de bestemming is van de afgestudeerde Bachelorstudenten uit dat jaar. Samenvattend zien we dat voor die twee jaar samen 73% van de afgestudeerde Bachelors instroomt in een Master van de afdeling Informatica, 11% instroomt in een Master van een andere afdeling op de Universiteit Twente, en 16% de Universiteit Twente verlaat. We vermoeden dat een groot gedeelte van deze laatste categorie instroomt in een Master elders, maar we hebben daar geen gegevens over. We zien dat de overgrote meerderheid van de afgestudeerden de Bachelor TI inderdaad beschouwt als een voorbereiding op een Masterstudie.

37 Second opinions over eindopdrachten, P.-T. de Boer, juli 2013.

38 Onderzoek naar betrouwbaarheid eindopdrachtwaarderingen, werkdocument, 19 juli 2013.

39 Eind- en Stagebeoordelingen B-TI en M-CSc: Overzicht en Analyse, A. Rensink, augustus 2013.

40 Bestemming na afstuderen bij bacheloropleiding, april 2013.

### **I.3.3 STERKE PUNTEN EN VERBETERPUNTEN**

Sterk:

- Bij gemiddeld 3 studenten per jaar leidt de Bacheloropdracht tot een wetenschappelijke publicatie.
- Er zijn veel contacten met het bedrijfsleven bij opdrachten in het Ontwerpproject.

Verbeterpunten:

- Het toetsbeleid is nog niet volledig geïmplementeerd.
- Er wordt pas relatief recent met beoordelingsformulieren gewerkt bij de afsluitende onderdelen.
- Er is nog geen werkveldcommissie of praktijkraad.







# PART II: MASTER'S COMPUTER SCIENCE, TELEMATICS, HUMAN MEDIA INTERACTION

## II.0.1 ADMINISTRATIVE DATA

Programme name: M Computer Science  
CROHO registration number: 60300  
Orientation and level: Scientific education, Master of Science  
Number of credits: 120 EC  
Specializations: Computer Security, Information and Software Engineering,  
Methods and Tools for Verification, Wireless and Sensor Networks  
Location: Enschede  
Mode: Full-time  
Accreditation expiration date: 31 December 2014

Contact: dr ir R. Langerak (Director of Education)  
r.langerak@utwente.nl  
+31 (0)53 489 3714  
Postbus 217  
7500 AE Enschede

Programme name: M Telematics  
CROHO registration number: 60032  
Orientation and level: Scientific education, Master of Science  
Number of credits: 120 EC  
Specializations: -  
Location: Enschede  
Mode: Full-time  
Accreditation expiration date: 31 December 2014

Contact: dr ir R. Langerak (Director of Education)  
r.langerak@utwente.nl  
+31 (0)53 489 3714  
Postbus 217  
7500 AE Enschede

Programme name: M Human Media Interaction  
CROHO registration number: 60030  
Orientation and level: Scientific education, Master of Science  
Number of credits: 120 EC  
Specializations: -  
Location: Enschede  
Mode: Full-time  
Accreditation expiration date: 31 December 2014

Contact: dr G.F. van der Hoeven (Director of Education)  
G.F.vanderHoeven@utwente.nl  
+31 (0)53 489 3708  
Postbus 217  
7500 AE Enschede

Name of the institution: University of Twente  
Status of the institution: Publicly funded  
Outcome of the institutional  
quality assurance assessment: Not yet finished

### **II.0.2 THE MASTER COMPUTER SCIENCE**

The Master's programme Computer Science enables its students to design, analyze, validate and implement complex information technology systems. It combines state-of-the-art concepts and paradigms to deal with all aspects of a system. Students specialize in one of the following themes:

- security of computer systems and protection of privacy
- the engineering of information systems and the development of software systems
- methods and tools for formal development and verification of systems
- the design and application of wireless and sensor systems

Course programmes are flexible and tailored towards the interest and talents of each individual student. Research and design assignments are performed within the context of on-going research, often in close collaboration with partners from industry. The programme prepares for a specialist job in industry or for a career in research.

### **II.0.3 THE MASTER TELEMATICS**

The Master's programme Telematics enables its students to design, analyze, validate and implement complex telematics systems. This programme is nationally and internationally rather unique in the combination of a wide range of state-of-the-art concepts and paradigms to deal with both technological, functional, qualitative, and operational aspects of telematics systems. The programme focuses on the following themes:

- Management, measurement and security of networks
- Mobile and ad-hoc networks
- Performance modeling and evaluation

The programme is flexible and tailored towards the interest and talents of each individual student. Research and design assignments are performed within the context of on-going research, often in close collaboration with partners from industry. The programme prepares for a specialist job in industry or for a career in research.

### **II.0.4 THE MASTER HUMAN MEDIA INTERACTION**

Graduates of the Master's Human Media Interaction have thorough knowledge and insight in the field of Human Computer Interaction (HCI). Human Computer Interaction research has various sides to it. One part deals with algorithms and technology that make interaction possible (e.g. speech and language processing) while the other is focused on designing human computer interaction with the human user in mind (human factors, user-centered design, ergonomics) or evaluating the interaction (usability, user experience). Both parts are represented in the programme, taking the computational perspective as a starting point. The programme trains students both as scientists and engineers. The focus of the programme is on the study and design of intelligent, multimodal interactive systems. The Master's programme in Human Media Interaction achieved the highest rating in the category Artificial Intelligence / Human-Technology Interaction, and the predicate "topopleiding", in the "Keuzegids Masters" of the CHOI (Centrum Hoger Onderwijs Informatie) (<http://www.keuzegids.org/masters>).

### II.0.5 QUANTITATIVE DATA COMPUTER SCIENCE

The next tables contain the data required by the NVAO. Table 1 has been provided by the VSNU from the *1cijferHO* data. The data in tables 2 and 3 come from section III.1 in this report, and the data in table 4 come from section II.2.4.

*Table 1: Success rate*

Cohort	2007	2008	2009
Success rate	24%	44%	24%

*Table 2: Qualifications of teaching staff*

Degree	MA	PhD	BKO
Percentage	100%	93%	85%

*Table 3: Student-teacher ratio*

Ratio	25.6
-------	------

*Table 4: Contact hours*

Programme year	1	2
Contact hours	16.8	7.2

### II.0.6 QUANTITATIVE DATA TELEMATICS

The next tables contain the data required by the NVAO. Table 1 has been provided by the VSNU from the *1cijferHO* data. The data in tables 2 and 3 come from section III.1 in this report, and the data in table 4 come from section II.2.4.

*Table 1: Success rate*

Cohort	2005	2006	2007
Success rate	46%	50%	50%

*Table 2: Qualifications of teaching staff*

Degree	MA	PhD	BKO
Percentage	100%	93%	85%

*Table 3: Student-teacher ratio*

Ratio	25.6
-------	------

*Table 4: Contact hours*

Programme year	1	2
Contact hours	16.8	7.2

### II.0.7 QUANTITATIVE DATA HUMAN MEDIA INTERACTION

The next tables contain the data required by the NVAO. Table 1 has been provided by the VSNU from the *1cijferHO* data. The data in tables 2 and 3 come from section III.1 in this report, and the data in table 4 come from section II.2.4.

*Table 1: Success rate*

Cohort	2005	2006	2007
Success rate	37%	75%	22%

*Table 2: Qualifications of teaching staff*

Degree	MA	PhD	BKO
Percentage	100%	93%	85%

*Table 3: Student-teacher ratio*

Ratio	25.6
-------	------

*Table 4: Contact hours*

Programme year	1	2
Contact hours	16.8	7.2

## STANDARD 1: INTENDED LEARNING OUTCOMES

### II.1.1. OBJECTIVES AND FINAL QUALIFICATIONS

#### *II.1.1.1 General goals and attainment levels of the Master's programmes*

The Master's programmes Computer Science, Telematics, and Human Media Interaction, aim to combine a scientific mindset with specialist technical knowledge, enabling graduates to analyse, design, validate and implement state-of-the-art ICT systems in their operational context. Graduates of the Master's programmes are trained to take a scientific, ethical and socially responsible approach to conducting and contributing to research in their specific area of study and to international trends in and related to their field of study. The Master's programmes aim to offer an engaging and challenging, research-oriented academic environment, enabling students to:

- acquire extensive knowledge and insight; develop their professional and scientific mindset by taking the initiative in and assuming responsibility for the learning process
- develop an inquisitive and reflective attitude
- understand and gain practical experience with methods and technologies for modelling and describing systems and their properties
- acquire a knowledge of, understand and gain practical experience with the requirements of ICT systems (i.e. technology, design, validation and implementation) and of promising alternatives, and take informed decisions
- develop a constructively critical attitude in which decisions are substantiated and discussed
- work as part of a team in applying and/or developing theories, methods, technologies and tools pertinent to the development of ICT systems in their operational context
- gain practical experience working in complex, dynamic settings in which the information required is not always immediately available or complete
- be encouraged by means of an engaging curriculum (involving case studies, research projects, and discussions about research, trends and literature relevant to the discipline) to follow the trends in their field and use this information as a guide for and incorporate it into their own personal development.

The Master's programmes also aim to encourage students who have the necessary affinity with and demonstrated talent for scientific research to continue on to pursue doctoral research.

These general goals have been translated into the general attainment targets in Appendix 1E.

#### *II.1.1.2 Specific goals and targets for Computer Science*

The CSc Master's programme is designed for students to have a thorough understanding of technology and of the functional and qualitative properties of systems, and the ability to evaluate and predict these properties and their context dependencies. The CSc Master's programme focuses on four themes:

- security of computer systems and protection of privacy
- the engineering of information systems and the development of software systems
- methods and tools for formal development and verification of systems
- the design and application of wireless and sensor systems

Students will acquire specialist knowledge in one of these four areas by choosing one of the four specializations *Computer Security (SEC)*, *Information and Software Engineering (ISE)*, *Methods and Tools for Verification (MTV)*, or *Wireless and Sensor Systems (WiSe)*. The specific attainment targets for these four specializations are given in Appendix 1F.

The specializations are closely related to the research focus in the department of Computer Science and since this focus changes over the years, it is only natural to expect the specializations to reflect this. So the organization of the Computer Science Master's programme in specializations is in continuous motion. At the previous visitation in 2006 there were three specializations: *Embedded Systems*, *Software Engineering*, and *Information Systems Engineering*. In 2006 a start was made with *Embedded Systems* as a separate 3TU Master's programme, implying the discontinuation of the *Embedded Systems* specialization, which was finally realised in 2010. In 2009 the specialization *Methods and Tools for Verification* was introduced, followed by the specialization *Wireless and Sensor Systems* in 2010, both reflecting successful research programmes in these areas.

A reorganization in the EWI faculty in 2013 resulted in a reorientation of the research on software engineering, leading to a reduction in both software engineering staff and courses. This means that the *Software Engineering* specialization had to be discontinued; it is still possible to study software engineering, but under the umbrella of either the MTV specialization, or the ISE specialization (which has been rebaptised into *Information and Software Engineering*). A renewed vision on the education on software engineering is expected to lead to a new software engineering specialization in one or two years.

### ***II.1.1.3 Specific goals and targets for Telematics***

Concentrating on telematics systems and their applications, the Telematics Master's programme highlights the technical aspects (i.e. knowledge of and practical experience with transmission protocols) and a knowledge of the design of networks. The programme also emphasises acquiring knowledge of, understanding of and gaining practical experience with the analysis of organizational/institutional needs relevant to the development, operationalization and management of telematics services and applications. Telematics graduates have a thorough command of a wide range of issues and understand the technological, functional and qualitative properties of telematics systems and their applications. Moreover, they can evaluate and predict these properties in a scientific manner, taking the setting and needs into consideration.

The specific attainment targets for the Telematics programme are given in Appendix 1G.

### ***II.1.1.4 Specific goals and targets for Human Media Interaction***

A student graduating from the Master's programme Human Media Interaction should be competent in designing, implementing and evaluating interactive systems geared to the needs of users. This requires the student to gain knowledge and practical competence in user studies such as gathering user requirements, user-centered design, and evaluation studies. As the programme focuses on intelligent multimodal systems, the student will gain knowledge in the area of artificial intelligence and specific topics such as speech and language processing, for instance. Besides gaining knowledge of and competence in applying methods and techniques in these technical subjects, the student also has to be able to apply social science methods (relevant, for instance in user evaluation studies) and be able to acquire knowledge from the social sciences that might be relevant for the design of particular applications.

The goals of the Master's programme Human Media Interaction can be classified along two dimensions. First the study of HMI involves gaining knowledge about how computers work as well as knowledge about humans. The two-year Master's programme also requires students to make active contributions to research. Besides gaining knowledge and being able to do research, the Master's programme also has a design and engineering dimension. A graduate should not only be able to study but also to "build". The second dimension involves science versus engineering and design.

The courses can be divided into the following categories, addressing different competences along the two dimensions:

- Design and engineering courses that mix implementation with user studies as they consider a whole design cycle (HMI Project, User-Centered Design, (Company) Internship, Media and Technology).
- Courses that introduce students to social research methods and introduce them to specific subjects on humans (Computer Ethics, Philosophy of Technology, Human Computer Interaction, Human Error).
- Courses that deal with computational methods or specific interaction technologies, often including both a practical assignment (engineering/design) and a research component (Machine Learning, Information Retrieval, Brain-Computer Interfaces, Speech and Language Processing).
- Courses that are focussed on research skills (Capita Selecta, Research Topics, (Academic) Internship, Final Project).

The specific attainment targets for the Human Media Interaction programme are given in Appendix 1H.

### II.1.2. RELATION WITH DOMAIN SPECIFIC FRAMEWORK OF REFERENCE

The domain specific framework of reference as proposed by the National Board of Science Deans (“Landelijk Betadecanenoverleg”) in collaboration with the ICAB (Centers for Innovation of Academic Science Education) for Master's degree courses in Computer Science is given in Appendix 1D. This is the reference framework for the Master's programmes Computer Science, Telematics, and Human Media Interaction.

This reference framework starts by presenting (under “Learning outcome in general”) the goals of the Dublin descriptors. We therefore show in Appendix 3D how the general attainment targets, and the specific attainment targets for the four Computer Science specializations, and the specific attainment targets for Telematics and Human Media Interaction, relate to these Dublin descriptors. Since the Dublin descriptors are explicitly mentioned in the reference framework, we prefer them over the Meijer's criteria that we used for the Bachelor TI in chapter I. From this Appendix we conclude that the attainment targets aim at the goals of the Dublin descriptors.

The reference framework continues to mention the following aspects (under “Domain specific content”):

**Specialization:** “concentrate on subjects in a limited specialization within the field”, for the Computer Science programme this has been achieved by defining four specialization programmes, with specific attainment targets as discussed in section II.1.1. The Telematics Master's Programme and the Human Media Interaction Master's programme can be considered as specializations as such. The specialized course programmes, and their relationship with the specific attainment targets, are described in section II.2.1.

**International standards:** “it will meet international standards”, since such standards are often described in relation to course subject, this is best discussed on the level of the course programmes in section II.2.1.

**Research qualifications staff:** “researchers are active as lecturers and supervisors”, in section III.1 we show that almost all lecturers have a PhD. All of them are active researchers. The Rules and Regulations of the Board of Examiners demand that at least two supervisors of a Final Project have a PhD.

**Relation with research:** “strong relationship between the degree course and research activities”, this will also be discussed at course level in section II.2.1.

**Final project:** “proven research skills”, “final project that takes at least one quarter of the entire course”, “research projects, especially during the final project”, this will be discussed under “study activities” in section II.2.4.

**Industrial cooperation:** “cooperation with trade and industry”, “sufficient contacts within trade and industry”, this is shown in Appendix 7 (“Contacten Werkveld”), where an overview is given of the contacts with companies, and the nature of these contacts.

We therefore conclude that the Master's programmes fulfill the demands of the domain specific framework of reference.

### II.1.3. LEVEL AND ORIENTATION

In Appendix 3D we show how the general attainment targets for all three Master's programmes, and the specific attainment targets for each of the four specializations of Computer Science, and the specific attainment targets for Telematics and Human Media Interaction, relate to the Dublin descriptors. This means that all three Master's programmes meet the requirements of the Dublin descriptors at Master's level, and therefore the intended level of the three programmes can indeed be seen to be at Master's level.

The orientation of the three Master's programmes is scientific and academic. This does not imply that the programmes prepare only for a scientific career in the academic community (even if a large number of students performs research leading to publications, see Appendix 7). The academic and scientific orientation means that a student obtains scientific and academic skills (as elaborated in the general attainment levels) and specialist technical knowledge (as elaborated in the specific attainment levels). The large amount of company contacts we have give us confidence that both academic skills and specialist technical knowledge are also highly appreciated in the labor market and industrial context where most of our graduates pursue their careers. However, there has not been an effort from our side to explicitly check our attainment targets with demands from companies and institutions, for instance via a Professional Advisory Board. The absence of such a board is a point for improvement.

#### **II.1.4. STRENGTHS AND WEAKNESSES**

Strong:

- The Master's programmes offer the students a broad range of specializations with attractive profiles.

Point for improvement:

- There is no Professional Advisory Board.



## STANDARD 2: TEACHING-LEARNING ENVIRONMENT

For teaching staff, program specific facilities, quality control, and Board of Studies (OLC), we refer to sections 1, 3, 5, and 6 of part III.

### II.2.1. PROGRAMME AND RELATION WITH FINAL QUALIFICATIONS

#### II.2.1.1. General programme structure for all Master's programmes

The general structure of the 120 EC course programme, valid for both Computer Science, Telematics, and Human Media Interaction, is as follows:

- Basic and advanced courses (forming the specialization component of the programme)
- Elective courses (chosen from other specializations)
- Computer Ethics, a 5 EC course
- A 20 EC Traineeship (optional)
- Research Topics (10 EC)
- Final Project (30 EC)

The basic and advanced courses form the component of the programme that is specific for the specialization. The specific courses, the options, and the constraints on the choices, differ for the various programmes. The details of this part for the four specializations of Computer Science, and for Telematics and Human Media Interaction, are discussed in sections II.2.1.2 to II.2.1.7 below.

Apart from the basic and advanced courses the student can choose elective courses from other specializations (under the guidance of a programme mentor, as discussed in section II.2.2 below). Lists of courses for the three Master's programmes are given in reference<sup>41</sup>, reference<sup>42</sup> and reference<sup>43</sup>. In this way a student can add topics of special interest to his or her chosen specialization. For instance, a student whose specialization is Computer Security, can choose to look for an application of security in the field of telematics, or information systems, or study hardware systems with security aspects. Note that there is no common core in the programmes; in theory it is possible that two students in the Computer Science programme only have the course on Computer Ethics in common. In fact, in this way each programme allows to compose a "broad core" that is tailored with respect to the talents and interests of each individual student. We think this flexibility is a highly attractive feature of our programme. Of course there is also a price to be paid: the lists of Master's courses contains more than 100 courses. If one realizes that the total intake for the Master's programmes has varied the last four years between 60 and 80, it is clear that the average number of students per course cannot be high, so offering this large amount of courses is relatively expensive.

*Computer Ethics* is a 5EC course that has been specifically created by the Department of Philosophy at the University of Twente for the Master's programmes at the Computer Science department. The objective of the course is to provide insight in and knowledge of ethical implications of Computer Science. The introduction of the course (in 2010) was supported by the documented demand of several large companies for educational support in handling complicated ethical decision problems. The popularity of the course is illustrated by the fact that the students in the Computer Science department elected the course lecturer as the best teacher of the university in 2012.

Apart from *Computer Ethics*, students may choose other courses to develop their academic and organizational skills, in agreement with the programme mentor; suggestions for this are made in the Teaching and Examination Regulations.

The 20 EC *Traineeship* is optional. Students spend at least 14 weeks outside the university, often abroad. A staff member supervises the traineeship and checks whether the traineeship is of the right substance and level. This traineeship supervisor also assesses the student's final report about the traineeship. Students have ample freedom in selecting a traineeship of their choice. Students receive support from the Traineeship Bureau at the EWI faculty in selecting a traineeship, and in all kind of organizational matters like insurance and registration.

41 Courses Master Computer Science, June 2013.

42 Courses Master Telematics, June 2013.

43 Courses Master Human Media Interaction, June 2013.

We think the organization of the traineeship is one of the strong points of our programmes, and many students succeed in finding a good traineeship. What could be improved is the assessment criteria for the traineeship, and the monitoring of progress during the traineeship, both of which are now very much depending on the individual traineeship supervisor. Furthermore, a traineeship needs careful planning with respect to the course schedule, in order to avoid undue delay.

In the years 2008-2013 78 students have chosen to do a Traineeship (so roughly a quarter of all graduates in that period), out of which 21 have chosen a foreign destination (see reference<sup>44</sup>).

The completion of the Master's study is formed by the combination of *Research Topics* (10 EC) and *Final Project* (30 EC), which together form the "Master's test" in which it has to be demonstrated that a student merits the qualification "Master of Science". Research Topics forms the preparative stage: the student deepens his knowledge and studies the literature, leading to a clear problem statement, and a work plan to tackle the problem. The problem can be either a research problem or a design problem; almost invariably this is a problem that has a strong relation with the research that the supervising staff is involved with. After successfully completing the Research Topics the student follows the work plan during the Final Project which lasts half a year. The Final Project is concluded with a written Thesis and a public presentation of the work, after which the assessment takes place. More information can be found in the Final Project Guide (reference<sup>45</sup>).

At our university, Master's programmes usually have a graduation project of 40 EC (including our own Master's at the last visitation). We consider the current setup of 10 EC preparation and 30 EC project work one of the best practices of our Master's. In this way students are encouraged to take a structured approach, and if there are problems, this becomes clear at an early stage of the project. It may happen that students abandon their original project after the end of Research Topics, and then they usually change supervisor. In such a case various possibilities are open, to be discussed with the new supervisor: perform a new 10EC Research Project, perform a reduced 5EC Research Project, or (if the new project is sufficiently close to the old one) start with the Final Project right away.

### ***II.2.1.2. Computer Science specialization Computer Security (SEC)***

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the SEC specialization, can be found in Appendix 3E, table 1. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the specialization.

#### ***II.2.1.2.1. International justification***

The Computer Security specialization is offered in cooperation with partners from TU Eindhoven and RU Nijmegen who, together with University of Twente, have teamed up in the Kerckhoffs Institute. The combined expertise of three universities in setting up and maintaining a world-class security curriculum is a first indication of the high quality of the program. More information about the collaboration in the Kerckhoffs Institute, and motivation and goals of the programme, can be found in reference<sup>46</sup>.

Internationally, there are two approaches for security programmes. Either narrow trainings in, e.g., ethical hacking (see, e.g., <http://www.abertay.ac.uk/studying/find/pg/ehcs/>), and full-scale programmes that cover the entire variety of security education, from fundamental methods to application areas. The Computer Security specialization clearly belongs to the second category.

Comparable approaches can be found, e.g., in the MSc (Master) in Information Security offered by Royal Holloway University of London (<http://www.isg.rhul.ac.uk/msc/>) or the IT Security master programme at TU Darmstadt (<https://www.informatik.tu-darmstadt.de/en/students/study-programmes/masterstudiengaenge/specialized-master-degrees/it-security/>).

The courses offered in these Master's programmes correspond very well to the courses in the Computer Security programme, even if course titles sometimes differ. Of course, every programme has its own focus points, related to the associated research groups.

---

44 Traineeships 2008-2013.

45 Final Project Guide, July 2013.

46 The Kerckhoffs Institute for Computer Security, July 2013.

We were deeply involved in the planning of the Security and Privacy Major of the EIT ICT Labs Master school and there is a direct correspondence between the courses in the Computer Security programme and the EIT ICT Y1 curriculum.

#### *II.2.1.2.2. Relation with research*

The courses taught in the Computer Security Master's programme are closely related to research in multiple groups within the faculty EWI.

- Cyber-crime Science is directly linked to corresponding research activities on this topic by P. Hartel and M. Junger.
- Contents from Network Security are linked to various research activities both by the DACS and the DIES group (A. Pras and F. Kargl).
- Security and Privacy in Mobile Systems is the main research focus of F. Kargl, investigated in, a.o., the European project PRESERVE.
- Biometrics is the main research orientation of R. Veldhuis from the Signals and Systems group.
- Secure Data Management is investigated by joint research projects between the DIES and DB group (W. Jonker and P. Hartel).
- The courses on Distributed Trust Management (from S. Etalle) links directly to a variety of research topics and projects within the DIES group.

#### **II.2.1.3. Computer Science specialization Information and Software Engineering (ISE)**

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the ISE specialization, can be found in Appendix 3E, table 2. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the specialization.

##### *II.2.1.3.1. International justification*

EuroMISE is a Master's degree program in Information Systems Engineering and is shared among selected European universities. The participating universities acknowledge each others study programs with respect to a guaranteed knowledge profile, in coverage (breadth) as well as in quality (depth). Participating universities are, as of Spring 2009: Delft University of Technology (Netherlands), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU, Norway), Politecnico di Milano (Italy), The Royal Institute of Technology (KTH, Sweden), Technical University of Catalonia (Spain), University of Twente (Netherlands), University Paris 1 Panthéon Sorbonne University (France), and Universitat Politècnica de València (Spain). The Masters framework of EuroMISE enumerates similar courses as in the ISE specialization. Moreover, the faculty has established a separate profile EuroMISE which follows to a large degree the Information and Software Engineering specialization.

Another justification for the attainment levels is the Open Group Certified Architect program, an independent global certification program for qualifying the skills, knowledge and experience of IT, Business and Enterprise Architects. The programme characterizes effective IT Architects by several explicitly mentioned skills and experiences. The characterization matches the ISE specialization-specific attainment level ISE1, ISE2 and ISE4 quite well. Attainment level ISE3 fall outside the scope of IT Architect; it is research-oriented and addresses topics for future employment.

##### *II.2.1.3.2. Relation with research*

The courses taught in the ISE Master's programme are closely related to research in the Database group and in the Software Engineering group. In particular, the advanced courses describe ongoing research:

- XML & databases teaches the students about XML-based data technology, as is currently applied in a project to develop a database-based implementation of the W3C proposals for XQuery and in a project to support the channeling of large and ill-behaved neogeographic data streams (projects Pathfinder and Neogeography led by M. van Keulen).
- Information retrieval and Distributed data processing using MapReduce teach the students to build computer-based search tools and to manage huge amounts of data on large clusters of commodity machines, as is currently investigated and applied in the NWO Vidi programme *Distributed information retrieval by means of keyword auctions* (research led by D. Hiemstra).
- Advanced architecture of information systems describes the business-IT alignment and model-driven design of context-aware mobile infrastructures and services, and multi-level enterprise interoperability (projects ASSIST coordinated by M. van Sinderen and GRAAL led by P. van Eck).
- Advanced requirements engineering teaches the students about the work on design science methodology (research led by R. Wieringa in various projects).

#### ***II.2.1.4. Computer Science specialization Methods and Tools for Verification (MTV)***

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the MTV specialization, can be found in Appendix 3E, table 3. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the specialization.

##### *II.2.1.4.1. International justification*

There is no internationally acknowledged standard programme for formal methods. In his Turing award lecture, A. Pnueli described what he thought was necessary to make Verification Engineering a standard part of system development, see <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=259407>.

Within the Netherlands, the VU has a specialization in formal methods, see:

<http://www.few.vu.nl/en/current-students/study-guide/2010-2011/master/computer-science/index.asp?view=modulegroep&id=50049276>.

The programme has a strong SE part. Further, it has some theoretical aspects such as term rewriting systems and co-induction, that closely coincide with the research conducted.

The Radboud University has a theory Master's programme.

[http://www.ru.nl/science/education/international\\_office/master\\_programmes/computing\\_science/master\\_track/](http://www.ru.nl/science/education/international_office/master_programmes/computing_science/master_track/)

This programme has a stronger emphasis on theory, whereas our programme emphasises the use and development of tools.

Internationally, the following programmes on formal methods provide an interesting comparison:

- Labri, Bordeaux, France, see [http://essv.labri.fr/masters\\_programme/](http://essv.labri.fr/masters_programme/)
- Technical University Munich, Germany, see [http://www.in.tum.de/fileadmin/user\\_upload/Studiengaenge/MSc\\_Info/Module\\_Catalog\\_-\\_M.Sc.\\_Informatics\\_-\\_June\\_2009.pdf](http://www.in.tum.de/fileadmin/user_upload/Studiengaenge/MSc_Info/Module_Catalog_-_M.Sc._Informatics_-_June_2009.pdf)
- Cluj Napoca, Romania, see <http://institute.ubbcluj.ro/ism/en/master-international/master-int.php>
- The courses taught in these Master's programmes correspond well with what we lecture in the MTV programme (where of course, every programme has its own focus points, related to the associated research groups).

In many places, courses on formal methods are a substantial part of the Software Engineering specialization. The difference is that we enable students to also study the use of formal methods from a different angle, for example considering quantitative aspects, or in the context of dependability and embedded systems.

##### *II.2.1.4.2. Relation with research*

The courses taught in the MTV Master's programme are closely related to research in the FMT group. In particular, the advanced courses describe ongoing research:

- Modelling and Analysis of Concurrent Systems 2 teaches the students about implementation issues related to multi-core and distributed model checking, as is currently developed for the LTSmin tool set (research led by J. van de Pol).
- Program Verification teaches students about the use of Graph Transformations, for system modeling and semantics, as studied for the tool Groove (research led by A. Rensink).
- Program Verification also teaches the students to reason about multi-threaded programs, using permission-based separation logic, as currently developed within the VerCors project (research led by M. Huisman).
- Principles of Model Checking describes the ongoing work on model checking algorithms, and in particular probabilistic model checking (research led by J.-P. Katoen).
- Quantitative Modeling and Analysis teaches the students about the work on risk analysis and reasoning with quantitative aspects (research led by M. Stoelinga and R. Langerak).

#### ***II.2.1.5. Computer Science Specialization Wireless and Sensor Networks (WiSe)***

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the WiSe specialization, can be found in Appendix 3E, table 4. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the specialization.

#### *II.2.1.5.1. International justification*

There are quite a few Master's programmes devoted to wireless communication. Most of them are embedded in the Electrical Engineering faculties, and many appear to be in the Northern European countries (e.g. Wireless Communication Lund University, Sweden; Wireless Networks and electronics, Linköping University; Wireless Systems, KTH; Wireless Communications Engineering, Oulu University). There are very few master programmes that include sensor systems; one example is the programme Wireless Sensors and Embedded Systems, from the University of Bradford.

There are several programmes at the universities of applied sciences in the Netherlands that address related topics. Most notable are the Advanced Sensor Applications (ASA) Bachelor at the Hanze Institute of Technology in Assen, and the Saxion Technische Informatica programme in Enschede. With both institutions WiSe has collaboration and students have been participating in the Wise programme. The only master program related to WiSe is the Master's programme Information Technology/Information Engineering at TUDelft. The difference is that the focus of the Master's programme at TUDelft is on telecommunication, while WiSe also focuses on sensing technology. The most relevant master programme in Eindhoven for WiSe is the 3TU Embedded System master. The Parallel and Distributed Computer Systems programme at VU focuses on distributed sensing systems, but does not address wireless communication as addressed in WiSe.

#### *II.2.1.5.2. Relation with research*

- The courses taught in the WiSe Master's programme are closely related to research at the UT, in the Netherlands, and in the EU:
- Relation with UT profile (technology in societal context)
  - The WiSe Master's programme focuses on wireless and sensor systems. The programme is related to sustainability/energy, safety, and healthcare themes at the UT.
- The WiSe Master's programme relates strongly to the research lines/theme of UT's research institute(s) including
  - WiSe – Wireless and sensor systems
  - Assist – Applied Science of Services for Information Society Technologies
  - DSN – Dependable Systems and Networks
- Relation with Dutch research initiatives
  - Topics addressed by the WiSe Master's programme are an integral part of the theme "the invisible computer", of the national research agenda of ICT SRA Ambient Intelligence of the NIRICT
  - PointOne is a foundation by hightech industries and knowledge institutes with focus on R&D in nano-electronics, embedded systems and mechatronics. Nanoelectronics and Embedded systems are essential elements of the WiSe Master's programme.
  - This programme has strong scientific links to the STW Perspectief program ASSYS (Autonomous Sensor Systems).
- Relation with EU research
  - The three key concepts addressed in the WiSe Master's programme are recognized as important research areas by the EU and are part of several EU funded call for proposals, e.g.
  - The ARTEMIS European Technology Platform
  - The FP7 ICT Work Programme defines the priorities for the calls for proposals to be launched. Many identified areas fit perfectly within the theme of WiSe.

#### *II.2.1.6. Telematics*

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the Telematics Master's programme, can be found in Appendix 3F, table 1. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the programme.

#### *II.2.1.6.1. International justification*

Internationally, there are not many Master's programmes in Telematics to compare to. One such programme can be found at NTNU Trondheim: <http://www.item.ntnu.no/academics/intmsc/about>

There is clear similarity in the topics taught there and in Twente: networking technologies, performance evaluation, formal aspects, and security aspects are obligatory in both programs, albeit with different emphasis. Concerning the academic/professional skills-related courses, there is a difference: NTNU has two project courses, one of which is multidisciplinary and explicitly aimed at preparing for work after the studies.

Another Telematics Master's programme is at Univ. Carlos III at Madrid:

[http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgraduate\\_studies/masters/Interuniversitary\\_Master\\_in\\_Telematic\\_Engineering/Programme1](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgraduate_studies/masters/Interuniversitary_Master_in_Telematic_Engineering/Programme1)

Compared to Twente, the Madrid program focuses more on the systems and the technology than on the methodological aspects: the Madrid program has no courses on performance evaluation, formal techniques, or even network security. It does not have any project courses or an internship, apart from the final project, but it does offer more practical labs.

In conclusion, it seems that Twente's program is in line with international standards. We feel the methodological aspects that are not present in the Madrid program, should be included, particularly in an academic education.

#### *II.2.1.6.2. Relation with research*

The DACS (Design and Analysis of Communication Systems) group coordinates the Telematics Master's programme and contributes the largest number of courses. Its research focuses on essentially three areas, each of which is clearly present in the courses that form the Master's programme:

- Management, measurement and security of established (wired) networks:
  - Network security*
  - Internet management and measurement*
  - The numbers tell the tale ("meten=weten")*
- Mobile and ad-hoc networks:
  - Mobile and wireless networking 1*
  - Mobile and wireless networking 2*
- Performance modeling and evaluation
  - Performance evaluation 1*
  - The numbers tell the tale ("meten=weten")*
  - Performance analysis*

This still leaves a few courses from DACS which are less directly related to ongoing research, namely *Selected topics in P2P systems* and *Core networks*. We feel however that courses on these topics should be offered to give a complete picture of the Telematics area.

The other courses are contributed by other groups, each from their own area of expertise, and thus often directly related to their own area of research. One example is the FMT (Formal Methods and Tools) group, whose research focuses on developing formal techniques and tools and using them as a means to support the development of software; they contribute the courses *System validation*, *Testing techniques*, and *Quantitative Modeling and Analysis*.

#### **II.2.1.7. Human Media Interaction**

The specific programme components in terms of basic and advanced courses, for the Human Media Interaction Master's programme, can be found in Appendix 3G, table 1. The same table shows how the courses contribute to the specific attainment targets of the programme.

##### *II.2.1.7.1. International justification*

The Special Interest Group in Human-Computer Interaction of the Association of Computing Machinery (SIGCHI) hosts a webpage on Curricula for Human-Computer Interaction: <http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html>. The information dates from 1992/1996. Although that makes it sometimes obsolete in details, overall the issues and point of views presented are still relevant. One important point made is the following.

*There are other disciplinary points of view that would place the focus of HCI differently than does computer science, just as the focus for a definition of the databases area would be different from a computer science vs. a business perspective. HCI in the large is an interdisciplinary area. It is emerging as a specialty concern within several disciplines, each with different emphases: computer science (application design and engineering of human interfaces), psychology (the application of theories of cognitive processes and the empirical analysis of user behavior), sociology and anthropology (interactions between technology, work, and organization), and industrial design (interactive products).*

Although in many cases the same courses or subjects may be present in the different varieties of HCI programmes, the overall emphasis will differ. The computational perspective, for instance has a higher emphasis on input/output technology and artificial intelligence.

The Master's programme Human Media Interaction takes Computer Science as its disciplinary point of departure. The starting point - historically - is situated in the study of Artificial Intelligence, in particular Natural Language Processing. The research into (spoken) dialogue systems and information retrieval evolved in several ways which is reflected in the Master's programme. This involves the current emphasis on multimodality and integrating the computational perspective within a design cycle that includes the other dimensions of HCI. Besides that the programme offers supporting courses from the social sciences and the humanities that both introduce the students to relevant knowledge about the human user and methods used in these disciplines.

The programme is set up in such a way that it guarantees a common core of competences in research, design and engineering but allows students to put different emphasis on each of these competences. For instance, students could either pursue an internship at a research institute or in a company. The flexibility allowed by the programme also makes it possible to ensure that international programmes such as the EIT-ICT labs programme Human Computer Interaction and Design (<http://www.masterschool.eitictlabs.eu/programme/majors/hcid/>) can be easily mapped onto the HMI Master's programme.

#### *II.2.1.7.2. Relation with research*

The Human Media Interaction Master's programme directly reflects the main research interests of the Human Media Interaction group whose focus is on intelligent multimodal and multimedia interaction. The central courses on Conversational Agents (dealing with multimodal dialogue systems - virtual humans and social robots), Brain-Computer Interfaces and Information Retrieval bear witness to this. Students participate in the research in these courses, but also in final assignments or get further educated in these research fields through internships at research institutes with which the HMI group collaborates.

## **II.2.2. COHERENCE**

Students have a large amount of flexibility in composing their individual study programme. The coherence of the individual study programmes is promoted in two ways. First of all, each individual study programme has to comply to the rules of the relevant specific programme component (the rules concerning basic and advanced courses in Appendices 3E, 3F and 3G). This guarantees a coherent choice with respect to the chosen specialization. And secondly, the student has to discuss his or her programme, in order to obtain a formal approval, with the *programme mentor* of the relevant specialization. Each specialization or Master's programme has an appointed chair who is the prime responsible chair for the specialization or Master (this is documented in the Teaching and Examination regulations). Out of such a chair the Board of Examiners appoints a staff member as the programme mentor. This programme mentor has the power to, on behalf of the Board of Examiners, approve individual study programmes of students. The programme mentor has in-depth knowledge of both the course programme and the research in the chair, and in this way is able to ensure that students make sensible and responsible choices in composing their study programme. The programme mentors of all programmes meet regularly with the Director of Education and the Master coordinator in order to discuss all kind of organizational and procedural matters.

Composing an individual study programme is complicated, as the student has to choose between courses with which he or she is not familiar yet. The survey held among Master's students shows that although the majority of the students is satisfied with the information received for making a choice, a significant proportion (35%) reports being not satisfied, so this needs improvement.

The programme mentor is also instrumental in safeguarding the coherence of the course programmes themselves. Because of the close relation between research and education in the Master's programmes, it is only natural that the involved chairs play a fundamental role in the discussion on form and contents of the specific components of the course programmes, and the relation between the different courses. The programme mentor is important for structuring this discussion, and for presenting the outcomes of such discussions to the educational management and especially the Board of Studies (OLC) (where also the input of students is highly valued).

It would be interesting to evaluate the coherence of the programmes on a regular basis; right now there is no such evaluation on the programme level, as quality control until now has focused on the quality of individual courses (currently a reform of the quality control procedures at the University of Twente is taking care of this point for improvement).

### II.2.3. FEASIBILITY

Since individual study programmes may vary widely from student to student, it is difficult to think of ways of guaranteeing an even distribution of the studyload over the two years of the programmes. Whenever an incident about feasibility is reported (via the study commissioner of the Student Association, or via the quality monitoring procedures) usually it is possible to take immediate action. However, such feasibility incidents are very rare. The explanation is twofold. First of all, during the composition of an individual study programme there is so much flexibility that it is not difficult to take feasibility issues into consideration. And secondly, the feasibility of the specific component of the Master's programme is largely under the scrutiny of the responsible chairs, who generally have no problem distributing the courses over the year in a feasible way.

In addition, most course programmes pose hardly any restrictions on the order in which courses have to be taken. This flexibility is very helpful in promoting feasible study programmes. It also means that it is possible to enter the programme at various points in the year (at this moment it is possible for students from the UT to enroll in the Master's programmes at any month in the year).

In the survey held among Master's students (reference<sup>47</sup>), the students showed they were overall satisfied with the feasibility of the programmes. The responses show that the introduction (organized by the faculty) does not always help them to make a good start, so there is room for improvement here.

In order to allow students to concentrate on their Final Project, the Teaching and Examination Regulations stipulate that a student in principle has to have completed all his courses before starting with the Final Project. In order not to create unnecessary delay, deviations from this rule are permitted if the graduation supervisor grants permission.

Even though the division of the graduation work into a Research Topics preparation part, and a Final project Part, promotes a timely performance, in practice many students experience a substantial delay during the Final Project; in fact it is not at all uncommon for a Final Project to take more than a year (where the nominal duration is half a year). In many cases this delay is not an indication of something problematic, on the contrary: it may well be the case that student and staff are having a wonderful time doing research, and are in no hurry to finish. Many students are willing to put in extra time in order to write a scientific publication. We think the ability to finish a project in a given time is an important aspect of the quality of a Master of Science. Therefore, the rules for finishing the Final Project have been sharpened for the year 2013/2014. Student and supervisor establish a finishing date at the start of the Final Project (taking into account any special circumstances). And at that finishing time an assessment grade has to be handed in (unforeseen events may lead to an extension request to the Board of Examiners); if no grade is handed in, a default insufficient mark is automatically assigned. After this, a period of three months is granted to repair this insufficient grade, but a penalty of one point will be subtracted from the final grade.

In this way we hope to reduce the delays in the duration of the Final Project. If student and supervisor want to continue working on the research this can be done after completing the Final Project, either by performing an extension course (that will appear on the diploma of the student), or by offering the student a short-term contract as a student assistant.

---

47 Resultaten Enquête Master Studenten Informatica, J. Kamphuis, juni 2013.



In the future we would like to explore the possibility of synchronizing the Final Projects for an entire cohort, with a joint Master's conference for presenting the final results (just like the Twente Student Conference for the final presentations of the Bachelor).

## II.2.4. LEARNING ACTIVITIES AND CONTACT HOURS

### II.2.4.1 Learning activities

The learning activities of the student are an eclectic mix of lectures, exercise courses, and practical work and projects. Often the study material consists at least partially of research papers, and students may be required to produce a written report as part of the assessment of a course.

It is possible to recognize an implicit didactical concept that, even though not explicitly, seems to be shared amongst most of the staff involved in the Master's education. This is the concept of *apprenticeship*: by this we mean that a student uses and sharpens skills in hands-on experience in close interactions with professionals. In crafts and trades, apprentices exchanges their labor for formal training; this can be recognized at the Master's programmes, where students are incorporated in the research performed by the staff (in Standard 3 we will see that about 40% of the graduates are involved in the production of scientific publications). The students (the apprentices) are moreover involved in the valorization of research results: a good way of ensuring societal impact of research results is to incorporate these research results into the training of the students. For these reasons the chairs are willing to invest an ample amount of energy into Master's education, since the research in the chair clearly benefits from this. The graduation work of students in the Final Project neatly corresponds to the "masterpiece" that an apprentice finally produces to prove his or her worth.

This vision of students as apprentices can be seen in the sometimes informal way in which courses are organized. If a course has few attendants, there may not be any formal lectures, but students are themselves responsible for gathering knowledge and discussing it with lectures or with fellow students in a seminar. Assessment may take the form of participating in projects and writing reports as contributions. Apprenticeship implies that the course programme is flexible and tailored towards individual capacities and preferences, and that students have a large degree of freedom and responsibility in assembling their own personal course plan. It also means that students are very often incorporated in the social activities of a chair, and that the relation teacher-student is transformed into a relation between Master and apprentice.

### II.2.4.2 Contact hours

For each Master's programme, the students have a lot of freedom in composing their course program (under the restrictions discussed in section II.2.1). This means that it is difficult to give an exact calculation of the number of contact hours, as this number may vary slightly from student to student. Contact hours during Thesis supervision may also vary from student to student. In table II.1 we present an estimate of the average contact hours (based on the lecture schedules), that holds for all Master's programmes.

Table II.1 Contact hours

Activity	Year 1	Year 2
Lectures	192	64
Exercise courses	192	64
Tests and examinations	36	12
Project/ Practical work	284	92
Supervising during Thesis	-	60
Total	704	292
Self Study	976	1388
Total	1680	1680

So the average amount of contact hours per week in the first year is  $704/42 = 16.8$  hours per week, and in the second year  $292/42 = 7.0$  hours per week. The overall average number of contact hours is  $996/84 = 12$  contact hours per week.

## II.2.5. INTAKE AND THROUGHPUT

### II.2.5.1 Intake

Students with a Bachelor in Computer Science, Business Information Technology or Technical Artificial Intelligence from a Dutch university are automatically admitted to the Master's programmes. For Human Media Interaction also those student with a bachelor in Business Information Technology or Technical Artificial Intelligence are automatically admitted. All other prospective students have to apply to an Admission Committee (*Toelatingscommissie* or TLC). The TLC is an independent committee, directly appointed by the Dean, consisting of two staff members and the faculty coordinator for international affairs (the *faingo*) who acts as secretary.

Students from applied sciences universities are assigned a pre-Master programme of 10-30 EC, depending on their course record. This pre-Master has to be successfully concluded within a year, in order to obtain admittance to a Master's programme. Foreign students have to fulfill an English language requirement (IELTS 6.5, or TOEFL 90, or Cambridge C1), and are selected on the basis of their course record, grades, and the ranking and reputation of their university of origin. Special rules apply to students from the Bachelor Advanced Technology (from the University of Twente).

Students from the university of applied sciences Saxion have the possibility to take a special preparation minor during their studies, which is a good way of getting acquainted with the University level. Every year some 10-20 Saxion students make use of this possibility; after which about 5 of them continue in the Master's programme of their choice.

Tables II.2, II.3 and II.4 contain data about the intake of the Master's programmes (coming from the 1cijferHO data from the VSNU, tables M1.1 and M4.1).

Table II.2 Intake Computer Science

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		46	23	27	23	35
Other Dutch University		-	1	3	1	-
University of Applied Sciences		14	6	9	8	5
Foreign University		1	8	6	3	8
Total		61	38	45	35	48
% female		10%	3%	13%	9%	4%

Table II.3 Intake Telematics

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		17	6	4	3	8
Other Dutch University		-	-	-	-	-
University of Applied Sciences		-	-	1	-	-
Foreign University		3	1	-	4	4
Total		20	7	5	7	12
% female		5%	0%	0%	0%	0%

Table II.4 Intake Human Media Interaction

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		31	13	10	8	13
Other Dutch University		-	1	1	-	1
University of Applied Sciences		6	1	6	2	3
Foreign University		-	-	1	4	2
Total		37	15	18	14	19
% female		8%	13%	6%	14%	32%

Table II.5 shows the intake for the three Master's programmes together, with the percentage of applied sciences and foreign students.

Table II.5 Intake Three Masters (CSc, M-TEL, HMI) combined

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Total intake		118	60	68	56	79
University of Applied Sciences		20	7	16	10	8
Percentage:		17%	12%	24%	18%	10%
Foreign University		4	9	7	11	14
Percentage:		3%	15%	10%	20%	18%

Each year there are a large number of foreign applicants (a typical number: in 2011 there were 147 foreign applicants for Computer Science, and 34 for Telematics). Out of these applications, 30-35% of the students are admitted. However, in the end only about 10 students really enter the Master's programmes. The explanation is that non-EU students have to pay a fee of roughly 13.000 euro each year. Therefore most students need a scholarship, and scholarships are scarce.

**II.2.5.2 Throughput**

Tables II.6 to II.11 contain data about the number of graduates of the Master's programmes (coming from the 1cijferHO data from the VSNU, tables M3.1 and M6.1), and of the average length of study for these graduates (coming from the 1cijferHO data from the VSNU, table M3.3).

*Table II.6 Number of graduates Computer Science*

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		34	31	31	27	15
Other Dutch University		2	-	1	-	1
University of Applied Sciences		2	2	3	3	6
Foreign University		1	1	4	2	4
Total		39	34	39	32	26

*Table II.7 Average length of study (in months) of graduates Computer Science*

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		24	32	34	34	34
Other Dutch University		41	-	15	-	27
University of Applied Sciences		33	35	45	38	47
Foreign University		27	22	24	30	29

*Table II.8 Number of graduates Telematics*

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		10	14	4	6	5
Other Dutch University		-	-	-	-	-
University of Applied Sciences		-	-	-	-	-
Foreign University		-	4	1	1	1
Total		10	18	5	7	6

*Table II.9 Average length of study (in months) of graduates Telematics*

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		16	25	21	28	49
Other Dutch University		-	-	-	-	-
University of Applied Sciences		-	-	-	-	-
Foreign University		-	30	73	36	24

Table II.10 Number of graduates Human Media Interaction

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		29	13	17	9	13
Other Dutch University		1	-	-	-	1
University of Applied Sciences		-	-	1	3	3
Foreign University		-	-	-	-	2
Total		30	13	18	12	19

Table II.11 Average length of study (in months) of graduates Human Media Interaction

	Year:	2007	2008	2009	2010	2011
Provenance:						
Own University		25	29	39	41	46
Other Dutch University		29	-	-	-	25
University of Applied Sciences		-	-	28	51	45
Foreign University		-	-	-	-	24

We see that for CSc, M-TEL and HMI the students coming from Twente University take considerable more time than the nominal 24 months. At the same time we see that students from foreign universities for Computer Science are much closer to the nominal study length, which shows the feasibility of the programme. For Computer Science we see that students from applied sciences universities take even longer than the students from the University of Twente. For M-TEL and HMI the number of foreign and applied sciences students are too low to make meaningful comparisons.

We have no hard proof for explaining these delays. We believe the programmes are in principle feasible (as shown by the performance of foreign students in Computer Science). We know of many students having side jobs, and suspect this is an important source of delay (though we have no figures for that). Another explanation may be the fact that the Final Project often takes longer than six months, also for successful projects. This delay will be countered by a new measure in the Teaching and Examination Regulation restricting the time spent on the Final Project (as discussed in section II.2.3 above).

## II.2.6. EXCELLENCE AND INTERNATIONALIZATION

The University of Twente has a scholarship for excellent foreign students: students with strong motivation, high CGPA and high ranking of the university of origin are eligible, see <http://www.utwente.nl/internationalstudents/scholarshipsandgrants/all/uts/>  
On average about 4 students for CSc, M-TEL and HMI receive such a grant.

In the last 5 years, 6 students graduated in two different Master's programmes at the same time.

All three Master's programmes are in English. The intake of foreign students varies between 10-20%; it seems the limiting factor is the high fee, combined with a limited availability of scholarships.

On average about 4 students per year take a foreign traineeship. Each year, 1-2 students follow courses at a foreign university.

The Master's programmes participate with several programmes in the Twente Graduate School programme, see <http://www.utwente.nl/tgs/master/>.

The idea is that excellent students are offered a guaranteed PhD position after their Master's studies, provided they are able to continue to meet certain standards of excellence. The Master's part of the programmes in the Twente Graduate school should comply with the demands of the corresponding Master's programme, on top of which the Twente Graduate School may place their own excellence criteria. There is yet little experience of students who have finished a Twente Graduate School programme.

The Master's programmes Computer Science and Human Media Interaction participate under the 3TU umbrella in the European Institute of Innovation and Technology (EIT) ICT Masterschool. The distinguishing features of this school are innovation and entrepreneurship. Students spend the two years of their studies at two different universities, the first year at a so-called *entry point*, and the second year at an *exit point*. We participate with two programmes: Security and Privacy (S&P), and Human-centered Interaction Design (HCID), both as a so-called *exit point*. The programmes comply with the demands of the Computer Science specialization Computer Security, and the Human Media Interaction Master's programme. More information can be found at: <http://www.masterschool.eitictlabs.eu/home/>.

### II.2.7. STRENGTHS AND WEAKNESSES

Strong:

- All Master's programmes are internationally justified and have a very strong relationship with the research in the chairs of the department.
- Programmes are flexible and can be tailored towards the needs of the student and of the research environment of the student.
- The Computer Security specialization of the CSc Master's programme is a good example of task concentration and cooperation on national level.
- The splitting of the 40 EC graduation work in a 10 EC Research Topics and a 30 EC Final Project is a good practice to enhance quality and timeliness of the graduation work.

Points for improvement:

- The Master's programmes make use of a very large pool of courses, which provides depth and a large spectrum of choice, but is very expensive.
- Students indicate that they need better information for composing their course programmes, and that the introduction should help them more in making a good start.
- There is currently no curriculum evaluation at programme level. We will try to take care of this in the new quality control procedures.
- The Computer Security specialization is distributed over several locations. Students face overhead in terms of bureaucracy. We are working on simplifying various administrative procedures.
- Students take considerably more time than the nominal 24 months. Part of this delay takes place during the final project (action: new rules limit the amount of time that can be spent on the Final Project).
- The international intake is low. More effort should be made to attract students that are not dependent on scholarship grants.

## STANDARD 3: ASSESSMENT AND ACHIEVED LEARNING OUTCOMES

For the Board of Examiners we refer to section III.6, and for assessment quality we refer to section III.7.

### II.3.1. THE TESTING AND ASSESSMENT SYSTEM

The testing and assessment system is described in the Teaching and Examination Regulations (reference<sup>48</sup> and reference<sup>49</sup>) and especially in the document Rules and Regulations of the Board of Examiners (reference<sup>50</sup>). All kinds of regulations concerning interim examinations, such as transparency, inspection of results, communication and discussion of results, degree audits, fraud, and all kinds of procedures and possibilities to submit requests are described in these documents.

In order to comply with new developments on assessment policy (as prescribed by Dutch law) the University of Twente has developed a framework for assessments (reference<sup>51</sup>). This framework defines conditions and responsibilities concerning assessments. On the basis of this framework an assessment policy for the Master's programmes is being implemented. For the role and organization of the Board of Examiners in this we refer to section III.6. For the way in which the Board of Examiners monitors and safeguards the quality of assessment, we refer to section III.7.

#### Assessment of the Final Project

The Rules and Regulations of the Board of Examiners stipulate that a Final Project is assessed by a graduation committee consisting of at least two examiners, both of whom are required to have a PhD (in practice there are usually at least three examiners).

The assessment criteria have always been a part of the guide for the Final Project, and were used by the examiners in assessing the Final Project. The last part of the Final Project consists of a public presentation, and after this presentation, the graduation committee discussed the final grade on the basis of the assessment criteria. However, for many years this justification for the final grade was never recorded in any official way. This makes it rather difficult to judge past assessments, since the only objective basis for judging the assessment is the report of the Master's Thesis. This is a point for improvement of the assessment procedure that has been corrected since November 2012 by the introduction of an assessment form (reference<sup>52</sup>). This assessment form is now the official registration of the grade that is archived by the Student Administration Office (BOZ), together with the Master's Thesis report.

#### Consistency of final assessments

In July 2013 the Board of Examiners has investigated the consistency and reliability of final assessments (reference<sup>53</sup>, and see reference<sup>54</sup> for extensive raw data). In this investigation final reports (without assessment forms) from Final Projects and Traineeships have been a posteriori assessed by a second assessor. The conclusions: in all cases the sufficient grade was justified, and in half of the cases the judgments from original and second assessors coincided. In those cases where there was a large discrepancy between the two assessments, the original assessor always had good motivations for the assessment, and these motivations could not be gathered from the final report alone (which is of course a good justification for using an assessment form).

In addition to this, the Board of Examiners has performed in August 2013 an investigation on the reliability, validity and transparency of the assessments of Final Projects and Internships, based on assessment forms (reference<sup>55</sup>). The conclusions of that investigation are that reliability, validity and transparency of these assessments are in order.

---

48 Teaching and Examination Regulations 2013-2014 for the Computer Science and Telematics Master of Science programmes.

49 Teaching and Examination Regulation 2013-2014 for the Human Media Interaction Master of Science programmes.

50 Regels en Richtlijnen van de Examencommissie 2013-2014.

51 UT Toetskader, september 2013.

52 MSc Thesis Assessment Form.

53 Second opinions over eindopdrachten, P.-T. de Boer, juli 2013.

54 Onderzoek naar betrouwbaarheid eindopdrachtwaarderingen, werkdocument, 19 juli 2013.

55 Eind- en Stagebeoordelingen B-TI en M-CSc: Overzicht en Analyse, A. Rensink, augustus 2013.

### II.3.2. ACHIEVED LEARNING OUTCOMES

In Standard 2 we have shown how the programmes realize the attainment targets presented in Standard 3, and we have shown how the system of testing and assessment discussed in section II.3.1 above should guarantee that the final attainment levels are indeed guaranteed to be realized.

In this way we have given evidence for the realization of the attainment levels based on our own system of testing. It is also important to have some external evidence to conclude that our graduates possess the right skills at the right levels:

#### Scientific level of the research in Final Projects

In Appendix 7 we have gathered the scientific publications of graduate students in the last 5 years, so from 2008-2009 to 2012-2013. The total amount of scientific publications in international peer reviewed conferences and journals in these years was 124. We do not have the graduation data yet for cohort 2012-2013, but the number of diplomas in the five years starting from 2007 was 308; if we assume that number to be roughly the same for the last five years, this means that about 40% of our Master's students are involved in a scientific publication. We think this is a good result showing that the research of the Final Projects is at a high level.

#### Career perspectives

The career perspectives of our graduates are good, as shown by a survey (reference<sup>56</sup>) amongst 1600 of our alumni, to which 138 alumni responded. Most of them find a job in the ICT sector; many find positions in large companies or government institutions, and about 15% are self-employed. About 10% of our graduates pursue a scientific research career. Most of them indicate that their jobs offer good prospects (50% earns more than 60.000 euro per year). And they find a job fast: 63% immediately, 88% within three months, and within a year they all have found jobs. A large majority (85%) indicates that their work is strongly related to their education.

Students have good opportunities to orient themselves on a career outside the academic world. As shown in Appendix 7 and reference<sup>57</sup> there are many contacts with companies and non-academic institutes, for example in the form of traineeships, graduate research in the Final Projects, and guest lectures. The student association *Inter-Actief* organizes many activities to foster contacts between students and companies (see section III.4).

### II.3. 3. STRENGTHS AND WEAKNESSES

Strong:

- The large amount of student publications (124 in the last five years) forms a strong proof for the scientific level of the learning outcomes of our Master's programmes.
- The large amount of contacts with industry and the labor market in educational activities is a good guarantee of both the relevance of our Master's programmes, and of the acquaintance of our students with the demands of the labor market.

Points for improvements:

- We have started using assessment forms for the Final Project only recently.

<sup>56</sup> Resultaten Enquete Alumni Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

<sup>57</sup> Traineeships 2008-2013.







# DEEL III: GEMEENSCHAPPELIJKE INFORMATIE BACHELOR EN MASTER'S

## III.1. DOCENTEN

De docenten van de afdeling Informatica hebben over het algemeen veel didactische ervaring. In de panelgesprekken die gevoerd zijn (referentie<sup>58</sup>) blijkt uit de levendige discussie over een veelheid aan onderwerpen dat de docenten erg betrokken zijn bij het onderwijs en de ontwikkelingen daarin. De meeste docenten staan positief tegenover de invoering van het nieuwe TOM onderwijs, maar geven tegelijk aan bezorgd te zijn over de verminderde flexibiliteit van TOM (modules worden helemaal gehaald, of niet), en over de toegenomen werkdruk in het onderwijs.

In tabel III.1 is de kwantitatieve omgang van het docentenkorps te zien. Dit is uiteraard een momentopname (juni 2013); te verwachten valt dat in de afzienbare toekomst het aantal docenten zal afnemen, o.a. door een voorgenomen reorganisatie binnen de faculteit EWI.

*Tabel III.1 Kwantitatieve gegevens docenten afdeling informatica*

	Aantal	fte's
Hoogleraar	12	4.2
Deeltijd Hoogleraar	11	1.2
Universitair Hoofddocent	12	3.9
Universitair Docent	25	8.8
-----		
Totaal	60	18.1

De hoeveelheid onderwijsfte's van een docent is 40% van zijn aanstelling, dus 0.4 bij een voltijdse aanstelling (merk op dat niet alle docenten een voltijdse aanstelling hebben).

Alle 60 docenten hebben een Master's diploma. Van de 60 docenten (18.1 fte) zijn er 56 (17.1 fte) gepromoveerd, dat is 93% gepromoveerde docenten (ofwel 94% gepromoveerde fte).

Van deze 60 hebben er 9 geen BKO: 5 zijn gestart met het BKO-traject (8%), 4 zijn nog niet gestart (7%). Alle overigen hebben het BKO behaald, of hebben een vrijstelling (bv. als deeltijdhoogleraar) of ontheffing (bv. als er sprake is van equivalente kwalificaties, of meer dan 20 jaar onderwijservaring). Dat betekent dat het percentage docenten met een BKO ligt op 85%.

Voor de student-docent ratio hebben we ervoor gekozen deze te berekenen geaggregeerd over alle opleidingen binnen de afdeling Informatica. Een berekening per opleiding zou een enorme inspanning vergen (want we houden geen administratie bij van de individuele activiteiten per docent per opleiding), en we hebben geen reden om aan te nemen dat de student-docentratio zeer sterk zou verschillen per opleiding.

Behalve de opleidingen TI, CSc, M-TEL en HMI wordt binnen de afdeling Informatica, de opleiding Embedded Systems (een 3TU Master in samenwerking met de Universiteit Delft en de Universiteit Eindhoven) nog verzorgd. Ook zijn er een aantal studenten ingeschreven als pre-Master student, en er zijn nog een aantal studenten ingeschreven bij de Bacheloropleiding Telematica (die niet wordt voortgezet, en waarvan de accreditatie ophoudt op 31 september 2014). De volgende tabel bevat de aantallen ingeschreven studenten op 4 juni 2013 (volgens gegevens van de Universiteit Twente):

58 Panelinterviews Docenten, J. Kamphuis, juni 2013.

B-TI	184
B-TEL	8
Pre-Master	8
M-CSc	116
M-TEL	18
M-HMI	51
M-EMSYS	50
-----	
totaal	435

Binnen de afdeling Informatica zijn er ook docenten die bijdragen aan de Bacheloropleiding Creative Technology (Create), en omdat er ook vanuit andere opleidingen wordt bijgedragen aan de opleiding Create, zou het een vertekend beeld scheppen als ook de Create-studenten bij de ingeschreven studenten van de afdeling Informatica geteld zouden worden. Daarom is er door het Create management uitgezocht hoe groot de bijdrage van Informatica-docenten aan de opleiding Create is, en dat bleek 1.1 fte zijn. Deze inspanning trekken we af van de 18.1 fte aan docenten, en komen daarmee op 17 fte aan docentinspanning voor de informaticaopleidingen.

Resultierend: bij de opleidingen van de afdeling Informatica staan 435 ingeschreven studenten, bij een docentenstaf met een omvang van 17 fte. Dus de student-docentratio is  $435/17 = 25.6$  studenten per docent.

In de benoemingsadviescommissies bij sollicitaties voor stafvacatures is altijd de opleidingsdirecteur aanwezig. Bij sollicitatie wordt verder gekeken naar het gepromoveerd zijn van kandidaten, en naar onderwijskwalificaties, en alle nieuwe kandidaten komen in een BKO traject.

Onderwijs is een belangrijk element in de jaargesprekken die leidinggevendenden voeren met stafleden. In zowel de handleiding als de verslaglegging van het jaargesprek wordt expliciet aandacht besteed aan onderwijsinspanningen en prestaties, en mogelijke acties rondom onderwijsprofessionalisering. In sectie III.5 hieronder wordt besproken hoe docentprofessionalisering gezien wordt als onderdeel van onderwijskwaliteit.

In 2007 vond voor het laatst een uitgebreide Engelse taalassessment van het docentenkorps plaats. De uitkomst was dat vrijwel alle docenten de Engelse taal beheersten op het niveau van "advanced" of "upper advanced", en dat er nauwelijks bijscholingsacties nodig waren.

Jaarlijks keert de studievereniging *Inter-Actief* de Onderwijsprijs uit voor de beste docent in het informaticaonderwijs (dat kunnen dus ook docenten van andere afdelingen of faculteiten zijn), gebaseerd op een verkiezing onder studenten. De winnaar van deze prijs doet vervolgens mee aan de verkiezing tot beste docent van de Universiteit Twente.

### III.2. ONDERZOEKSOMGEVING

De afdeling Informatica telt op dit moment 8 vakgroepen:

- CAES – Computer Architecture for Embedded Systems
- DACS – Design and Analysis of Communication Systems
- DB – Databases
- DIES – Distributed and Embedded Security
- FMT – Formal Methods and Tools
- HMI – Human Media Interaction
- ISSE – Information and Software Systems Engineering
- PS – Pervasive Systems

Meer informatie over deze vakgroepen en hun onderzoeksactiviteiten kan gevonden worden via <http://www.utwente.nl/ewi/onderzoek/vakgroepen/index.html>. De leerstoel ISSE is een recente samenvoeging van de leerstoelen SE (Software Engineering) en IS (Information Systems).

Het meeste onderzoek in de afdeling Informatica is ingebed in het onderzoeksinstituut CTIT (Centre for Telematics and Information Technology) dat een sterk interdisciplinair karakter heeft, zie <http://www.utwente.nl/ctit/>.

Daarnaast wordt er onderzoek gedaan in samenwerking met de onderzoeksinstituten MESA+ (Institute for Nanotechnology) en MIRA (Institute for Biomedical Technology and Technical Medicine).

Bij de laatste landelijke onderzoeksvisitatie in 2008 zijn 10 instituten en universiteiten gevisiteerd, waarbij elke instelling uiteindelijk twee cijfers tussen 1 (unsatisfactory) en 5 (excellent) kreeg voor de criteria *Research Program (overall judgement)* en *Leadership*. De afdeling Informatica van de Universiteit Twente kreeg voor *Research Program (overall judgement)* een 4, en voor *Leadership* een 5. Daarmee stond Informatica in Twente op een gedeelde tweede plaats: er was één instelling met in totaal 10 punten, er waren nog twee instellingen met in totaal 9 punten, en de overige zes instellingen hadden 7 tot 8 punten. Zie referentie<sup>59</sup>.

### III.3. VOORZIENINGEN

De studenten van de opleidingen in deze zelfstudie maken vrijwel uitsluitend gebruik van voorzieningen die centraal vanuit de Universiteit Twente verzorgd worden (en die dus ook niet in deze zelfstudie behandeld worden), zoals de onderwijsruimtes, de bibliotheek, de elektronische onderwijsomgeving Blackboard, het studieinformatiesysteem OSIRIS, faciliteiten voor video (conferencing, telelectures, het opnemen van colleges), de Student Portal voor berichten, en de ICT voorzieningen. Overigens was in de enquête onder Bachelorstudenten (referentie<sup>60</sup>, vraag 18) 85% van de respondenten positief over de voorzieningen.

Op dit moment zijn er nog geen centrale voorzieningen voor het produceren van online courses; de eerste verkenning hiervan (via iTunesU) is recentelijk opgestart.

Tot voor kort beheerde de faculteit EWI nog enkele practicumzalen met computers, maar die zijn vrijwel geheel afgeschaft. Dat betekent dat practica geheel zullen worden uitgevoerd op laptops, die vanaf studiejaar 2013-2014 dan ook verplicht zullen zijn voor de instromende studenten. De studenten kunnen via het Notebook Service Centre van de universiteit een laptop aanschaffen, met een uitstekende service en ondersteuning.

Er is een speciale ruimte in de Zilverling (het gebouw waar Informatica is gehuisvest), het Educafé, met studieplekken, ruimtes voor de EWI studieverenigingen, borrelruimtes, en diverse winkels voor materialen. Deze ruimte is toegankelijk voor alle EWI studenten, maar wordt grotendeels door informaticastudenten gebruikt (ook omdat enkele andere opleidingen met jaarzalen werken of werkten). Op drukke momenten kun je er meer dan honderd studerende studenten aantreffen.

De voorlichting, werving en communicatie worden verzorgd vanuit de centrale dienst Marketing en Communicatie, met aanspreekpunten (de zgn. opleidingsmarketeers) binnen de faculteit. Deze marketeers coördineren in samenwerking met het opleidingsmanagement, en met een grote inbreng van studenten, de werving en voorlichting voor de opleidingen.

De universiteit beschikt over een centrale Onderwijskundige Dienst (OD), met gedetacheerde medewerkers bij de faculteiten. De OD speelt een cruciale rol bij de trajecten tot het verkrijgen van een BKO, en bij diverse onderwijskundige projecten en initiatieven. Daarnaast verzorgt de OD cursussen, soms op maat (zo is er een cursus tutoring voor de Bachelor Technische Informatica gegeven). Ook begeleidt de OD docenten die hun vak willen verbeteren.

#### Studiebegeleiding

De faculteit EWI heeft drie studieadviseurs, die elk een aantal opleidingen onder hun hoede hebben. Voor details over de organisatie en werkwijze van de studieadviseurs verwijzen we naar de studiegidsen (referentie<sup>61</sup> en referentie<sup>62</sup>).

---

59 Assessment of Research Quality Computer Science 2002-2008, March 2010.

60 Resultaten Enquête Bachelorstudenten Technische Informatica, J. Kamphuis, mei 2013.

61 Bachelor Studiegids 2012/2013 Technische Informatica.

62 Masters guide 2012/2013 Computer Science, Telematics, Human Media Interaction.

De studieadviseurs zijn goed bereikbaar voor studenten, ook middels een vast inloopsprekkuur in de lunchpauze. Verder hebben de studieadviseurs regelmatig overleg met het opleidingsmanagement en studenten, en zijn ze structureel vertegenwoordigd als adviseur bij de examencommissie. Doordat er drie studieadviseurs zijn is taakverdeling mogelijk en is er altijd back-up bij afwezigheid. In de enquête onder Bachelorstudenten (referentie<sup>63</sup>, vraag 17) waren vrijwel alle respondenten, die met studiebegeleiding te maken hadden gehad, daar positief over.

Studieadviseurs kunnen studenten doorverwijzen naar het Bureau Studentenbegeleiding van de universiteit. Typische knelpunten zijn: beperkt aanbod in het aantal cursussen voor persoonlijke ontwikkeling, en wachtlijsten voor de studentenpsycholoog.

Voor studieadviseurs is het vaak lastig om Masterstudenten te monitoren, vooral in de afstudeerfase. Om hier verbetering in aan te brengen werken we aan een grotere rol van de programme mentoren voor het signaleren van problemen, waarna een studieadviseur geattendeerd kan worden. Dit is extra van belang voor buitenlandse studenten, die vaak door een verblijfsvergunning met extra restricties aan de studieduur geconfronteerd worden.

#### III.4. STUDENTBETROKKENHEID EN STUDIEVERENIGING

Inter-*Actief* is de studievereniging voor de Informatica- en BIT-opleidingen aan de Universiteit Twente. Inter-*Actief* is een vereniging die bestaat uit ongeveer 900 leden (waaronder ook docenten) met ruim 100 actieve leden. Deze actieve leden zorgen dat ongeveer 35 commissies gevuld zijn en elk jaar meer dan 150 activiteiten georganiseerd worden, variërend van barbecues tot symposia.

Inter-*Actief* is nauw betrokken bij de opleidingen. Elk jaar is één bestuurslid speciaal verantwoordelijk voor onderwijs: de commissaris onderwijs. Dit bestuurslid heeft als taak de leden van Inter-*Actief* zo goed mogelijk te helpen als het gaat om onderwijsgerelateerde onderwerpen. De commissaris onderwijs is bij verschillende vergaderingen vanuit de opleiding aanwezig (vergaderingen met Bureau Onderwijs Begeleiding, de opleidingscommissie of een speciaal ingestelde vergadering bedoeld voor het TOM), maar organiseert ook vergaderingen tussen andere verenigingen (bijvoorbeeld een overleg met commissarissen van andere studieverenigingen). Een belangrijk overleg is de maandelijkse afspraak tussen de commissaris onderwijs en de opleidingsdirecteur. Tijdens dit overleg worden klachten doorgespeeld, knelpunten besproken, en de laatste informatie op onderwijsgebied uitgewisseld.

De commissaris onderwijs wordt ondersteund door een Onderwijscommissie, die bestaat uit leden van Inter-*Actief*. Vanuit deze commissie worden onderwijsklachten beoordeeld en worden activiteiten zoals de onderwijslunchlezing georganiseerd, opiniërende of informatieve bijeenkomsten met docenten of onderwijsmanagement. Naast kleine activiteiten die georganiseerd worden op gebied van onderwijs, zijn er ook grote evenementen waar een commissie meerdere weken en soms wel grote delen van een collegejaar mee bezig is, zoals het jaarlijkse symposium. Bij dit symposium komen verschillende docenten en bedrijven uit het hele land naar Enschede om lezingen te houden in het kader van een bepaald thema.

Er bestaan veel activiteiten waar studenten in aanraking kunnen komen met bedrijven. Elke week organiseert Inter-*Actief* een lunchlezing waar een bedrijf wordt uitgenodigd om een lezing te geven, tijdens een door het bedrijf gesponsorde lunch. Een speciale commissie organiseert de Business Course, waarbij studenten bij verschillende bedrijven in-house een uitdagende casus oplossen, en er diners met medewerkers van de bedrijven plaatsvinden. Verder zijn er ondernemersavonden en bedrijfsbezoeken.

Inter-*Actief* verzorgt een tweejaarlijkse buitenlandse studiereis, is actief bij voorlichting en werving, verzorgt (op basis van een contract met de opleiding) de opleidingsintroductie bij aanvang van de studie, en verzorgt informatie over studie en opleiding. Ook heeft Inter-*Actief* een bijzonder voordelige boekenservice, die ook studenten van andere opleidingen trekt (wat verklaart dat de studievereniging meer leden heeft dan er studenten bij Informatica en BIT staan ingeschreven). Viermaal per jaar verzorgt de vereniging het populair-wetenschappelijke magazine I/O Vivat, dat onder studentleden en alumni verspreid wordt.

Op regelmatige tijden reikt de studievereniging een zgn. "onderwijsbloemetje" uit aan een docent die zich op enigerlei wijze positief heeft onderscheiden. In navolging hiervan reikt sinds een jaar ook de opleidingscommissie OLC-IT een "studentbloemetje" uit aan een student die op een of andere manier gunstig is opgevallen.

De studievereniging heeft een uitstekende relatie met het opleidingsmanager en vervult een onmisbare rol, niet in het minst bij de extracurriculaire vorming van de studenten, en bij de integratie in de academische gemeenschap. Meer informatie over *Inter-Actief* is te vinden op <https://www.inter-actief.utwente.nl/>

ENIAC is de alumnivereniging voor de Bachelor- en Masteropleidingen Technische Informatica, Telematica en Bedrijfsinformatietechnologie aan de Universiteit Twente. De vereniging heeft als doel de contacten tussen de alumni onderling, en de contacten tussen alumni en de universiteit, te onderhouden en te bevorderen. ENIAC doet dit door gezelligheids- en netwerkactiviteiten te organiseren, door het uitgeven van een lustrumjaarboek, door het jaarlijks organiseren van een scriptieprijs, en door het jaarlijks uitreiken van een scholarship als bijdrage aan een buitenlandse reis. Meer informatie is te vinden op <http://eniacalumni.wordpress.com/>

### III.5. KWALITEITSZORG

#### Visie op kwaliteit

De visie op kwaliteit berust op de volgende uitgangspunten:

- monitoren, borgen, maar vooral verder ontwikkelen van kwaliteit
- de rol van de docent centraal stellen (zie referentie<sup>64</sup>)
- de kwaliteitscyclus volledig doorlopen, dus na peilingen ook acties formuleren én uitvoeren
- behalve monitoren ook inspireren, en resultaten en inzet waarderen
- de dialoog tussen docenten onderling versterken en docenten uitdagen hun didactische opzet te vernieuwen:
  - 12 EWI Onderwijsseminars (docentenlunches) in afgelopen drie jaar, steeds 30 à 40 deelnemende docenten
  - 4 Ask the expert-meetings: kleine groepjes EWI-docenten in gesprek met een externe deskundige (bijv. op het gebied van projectonderwijs)

Meer over deze laatste twee activiteiten op <http://www.utwente.nl/ewi/onderwijskwaliteit/Onderwijsontwikkeling/>.

#### Kwaliteitszorgsysteem

De kwaliteit van het onderwijsprogramma wordt jaarlijks door de OLC en OLD beoordeeld (na het indienen van voorstellen voor wijzigingen in het vakkenaanbod). Bachelor- en Mastervakken worden systematisch geëvalueerd (instrumenten: vragenlijst en panelgesprekken); de resultaten van de afgelopen jaren zijn te vinden op <http://www.utwente.nl/ewi/onderwijskwaliteit/Kwaliteitszorg/vakevaluaties/EWI-vakevaluaties/>.

Voor mastervakken gold dat er vaak een te kleine respons was, vooral omdat sommige vakken weinig studenten hebben. Daarom wordt er nu overgegaan op een nieuw systeem: studenten worden vier keer in hun studieloopbaan gevraagd naar hun mening over het onderwijs. Twee keer gebeurt dat met een vragenlijst (na het eerste semester en na een stage), één keer via panelgesprekken, en tot slot volgt een exitgesprek na het afstuderen (of uitvallen). In de periode november 2012 tot mei 2013 is de vragenlijst over het eerste semester ontwikkeld en getest, en in 2013-2014 wordt het complete traject uitgevoerd.

Studenten spelen een belangrijke rol in de uitvoering van kwaliteitszorg middels de Onderwijs Evaluatie Commissie (OEC), die onder leiding van de kwaliteitszorgcoördinator zorgt voor het invullen en verwerken van de vragenlijsten.

#### TOM en kwaliteitszorg

Voor het nieuwe onderwijs heeft de UT een kader ontwikkeld voor het evalueren van modules. De richtlijnen hierin gaat ook uit van een centrale rol voor de docenten, niet alleen bij het ontwerpen en uitvoeren, maar ook bij het verder ontwikkelen van het onderwijs. Daarnaast is en wordt het onderwijs UT-breed gemonitord en geëvalueerd om de invoering van TOM te volgen. Er is bij de invoering van TOM veel aandacht voor scholing, training en dialoog voor en door docenten. Meer informatie is te vinden in het UT-kader (referentie<sup>65</sup>).

<sup>64</sup> Van handboek naar gesprek met collega's, H. Romkema et al., juni 2012.

<sup>65</sup> Modules en kwaliteitszorg: een voorstel voor een UT-kader, H. Romkema, mei 2013.

### III.6. OPLEIDINGSCOMMISSIES EN EXAMENCOMMISSIE

#### Opleidingscommissies

De opleidingscommissie OLC-IT houdt zich bezig met de opleidingen Technische Informatica, Computer Science, en Telematics. De opleidingscommissie OLC Create-HMI houdt zich bezig met de opleiding Human Media Interaction (en de Bacheloropleiding Creative Technology, die niet onder deze visitatie valt). Beide opleidingscommissies bestaan uit vier stafleden en vier studentleden, allen benoemd door de decaan. Meer informatie, inclusief notulen van vergaderingen, is te vinden op

<http://www.utwente.nl/inf/organisatie/onderwijsorganisatie/olc/> en

<http://www.utwente.nl/create/organization/educationorganization/olc/>

Beiden hebben een huishoudelijk reglement (referentie<sup>66</sup> en referentie<sup>67</sup>); de opleidingscommissie OLC-IT maakt elk jaar een jaarverslag, de drie meest recente verslagen: referentie<sup>68</sup>, referentie<sup>69</sup> en referentie<sup>70</sup>.

De OLC-IT heeft als bijzonderheid dat er gewerkt wordt met drie werkgroepen: de werkgroep OER, de werkgroep Curriculum, en de werkgroep Operationele Zaken. De werkgroepen bestaan uit leden van de OLC en hebben elk een voorzitter. De werkgroepen behandelen de onderwerpen op het eigen gebied op vergaderingen buiten de OLC-vergadering om, en rapporteren in de OLC-vergadering. Dit zorgt ervoor dat de OLC-vergaderingen, ondanks de soms grote hoeveelheid onderwerpen, diepgang hebben en efficiënt verlopen. De werkgroep Curriculum heeft daarnaast nog twee leden uit de staf die niet (meer) in de OLC zitten, en komen uit leerstoelen die geen staf lid in de OLC hebben. Dit zorgt ervoor dat de discussie in de Curriculumwerkgroep vanuit meer invalshoeken gevoerd kan worden, en een breder draagvlak onder de leerstoelen heeft.

De OLC werkt met een vast schema van onderwerpen die jaarlijks de revue passeren. Daarnaast reageert de OLC op nieuwe ontwikkelingen, en komt ze ook zelf met nieuwe initiatieven, vaak ook vanuit de kant van de studentleden. Een goed voorbeeld hiervan vormen de activiteiten rondom challenges (zie sectie I.2.5.1) die zijn ontstaan door initiatieven van OLC-leden.

#### Examencommissie

De Examencommissie bestaat uit een aantal stafleden en een extern lid (allen benoemd door de decaan), ondersteund door een griffier vanuit het Bureau Onderwijszaken. De opleidingsdirecteur, opleidingscoördinatoren en de studieadviseur zijn altijd als adviseur uitgenodigd. Meer informatie is te vinden op <http://www.utwente.nl/inf/organisatie/onderwijsorganisatie/examencommissie.doc/>

De Examencommissie werkt met een huishoudelijk reglement (referentie<sup>71</sup>) en een jaarverslag, de twee meest recente jaarverslagen: referentie<sup>72</sup> en referentie<sup>73</sup>. De Examencommissie is verantwoordelijk voor de Regels en Richtlijnen van de Examencommissie (referentie<sup>74</sup>) die jaarlijks worden vastgesteld.

Aanvankelijk (bij de WHW hervorming van 2010) leek het erop dat het hebben van een extern lid een wettelijke verplichting zou worden (al werd niet precies duidelijk wat de betekenis van "extern" was). Toen dat uiteindelijk niet het geval bleek, heeft de Examencommissie toch eraan vastgehouden om een lid van buiten de faculteit in de gelederen op te nemen, en wel een projectmedewerker van de faculteit Management en Bestuur met veel ervaring op het gebied van toetsbeleid. Het blijkt dat het bijzonder verfrissend is om een visie van buiten de faculteit in de gelederen te hebben. Daarnaast is met name de voorzitter van de Examencommissie actief in het afstemmen van diverse zaken (waaronder toetsbeleid) met andere examencommissies binnen en buiten de faculteit.

De Examencommissie is actief met de nieuwe taak op het gebied van de borging van toetskwaliteit (zie sectie III.7 hieronder). Daarnaast behandelt de Examencommissie veel verzoeken van studenten, vaak verzoeken om dispensaties van regelingen in het licht van bijzondere omstandigheden. De Examencommissie behandelt veel verzoeken op het gebied van de derde kans regeling (zie sectie I.2.4).

66 Reglement OLC-IT, januari 2012.

67 CreaTe/HMI Programme Committee Regulations, March 2011.

68 OLC-IT jaarverslag 2009-2010.

69 OLC-IT jaarverslag 2010-2011.

70 OLC-IT jaarverslag 2011-2012.

71 Huishoudelijk Reglement examencommissie HMI/INF/TEL, november 2011.

72 Jaarverslag Examencommissie INF/TEL/HMI, 2010-2011.

73 Jaarverslag Examencommissie INF/TEL/HMI, 2011-2012.

74 Regels en Richtlijnen van de Examencommissie 2013-2014.



Ook houdt de Examencommissie het Register van Examinatoren bij, en benoemt de Examencommissie de programme mentoren voor de Masteropleidingen, die gerechtigd zijn te controleren of het studieprogramma van een student aan de eisen in de Onderwijs en Examen Regeling van de betreffende Masteropleiding voldoet.

### III.7. BORGING TOETSKWALITEIT

De laatste jaren heeft de kwaliteit van toetsing en met name de borging van toetskwaliteit steeds meer aandacht gekregen in het universitair onderwijs. In de wet Versterking Besturing (september 2010) is vastgelegd dat de Examencommissie een centrale rol heeft in het borgen van toetskwaliteit. Om deze wet te kunnen uitvoeren is op de Universiteit Twente een toetskader gedefinieerd, zie <http://www.utwente.nl/so/toetsing/Examencommissies/Toetsbeleid UT/Kader Toetsbeleid UT - versie april 2011.doc/> en referentie<sup>75</sup>. Dit toetskader is vertaald naar een toetsbeleid voor de Bacheloropleidingen Technische Informatica en de Masteropleidingen Computer Science, Telematics, en Human Media Interaction (referentie<sup>76</sup>). Verder hebben de leden van de Examencommissie enkele cursussen gevolgd over toetskwaliteit en toetsbeleid, om zich op hun nieuwe rol te kunnen voorbereiden. Overigens beschikte de opleiding reeds vanaf 2007 over een toetsbeleid (referentie<sup>77</sup>), maar dat was nog niet ingericht op de nieuwe rol van de examencommissie, en veel aspecten uit dat toetsbeleid van 2007 hebben in de loop der jaren een plaats gevonden in de Reglementen en Richtlijnen van de Examencommissie. De eerste fase van het ontwikkelen van het toetsbeleid is vooral gericht op het vaststellen van een aantal procedures, en rollen, taken en verantwoordelijkheden van betrokkenen rondom toetsing; daarmee worden de organisatorische randvoorwaarden geschapen om in een volgende fase te werken aan inhoudelijke kwaliteitscriteria voor toetsen. We behandelen een aantal belangrijke punten van het toetsbeleid:

**Het vakdossier.** Het uitgangspunt van de kwaliteitszorg in de faculteit EWI is dat docenten een centrale rol spelen bij het realiseren van een goede kwaliteit. Dat geldt ook voor de kwaliteit van het toetsen: docenten documenteren zelf hun toetsen, en de kwaliteitscontrole hiervan vindt in eerste instantie plaats middels peer review. Docenten nodigen hun collega's uit om feedback te geven over toetsschema's, toetsspecificaties, toetsen, uitwerkingen en normeringsschema's, en reflecteren zelf over toetsresultaten en evaluatieresultaten. Het centrale instrument hierbij is het vakdossier, dat per vak wordt bijgehouden. Het vakdossier bevat naast informatie die ook voor studenten toegankelijk is (leerdoelen, vakbeschrijving, organisatie van onderwijs en toetsing) ook niet voor studenten toegankelijke informatie, met name:

1. Logboek: welke activiteiten zijn er wanneer rond het vakdossier geweest, bv. peer reviews
2. Toetsschema en toetsspecificatie
3. Toetsopgaven, uitwerkingen en normeringen
4. Toetsresultaten
5. Evaluatieresultaten
6. Peer reviews
7. Reflectie docent: op toetsresultaten, evaluatieresultaten, en uitkomsten peer reviews

De docent wordt in het vullen van dit vakdossier ondersteund middels templates, en middels het centraal vullen van die informatie die centraal beschikbaar is (bv. vakinformatie, toets- en evaluatieresultaten). Een lid van de examencommissie is belast met de taak van *coördinator vakdossier*: deze functionaris heeft toegang tot de vakdossiers, en monitort de activiteiten rondom de vakdossiers (vooral via het logboek). De coördinator vakdossier rapporteert over zijn bevindingen aan de Examencommissie, die zondig actie kan ondernemen (denk aan het aanmanen van docenten om bepaalde delen van hun vakdossiers bij te houden). Op deze wijze is de Examencommissie in staat invulling te geven aan haar verantwoordelijkheid voor de borging van de kwaliteitszorg rondom toetsen.

In 2012 is binnen Informatica met een aantal docenten begonnen met een pilot rondom het ontwikkelen van een vakdossier. Dit heeft geleid tot een voorstel om binnen de hele faculteit EWI het vakdossier in te voeren (referentie<sup>78</sup>).

<sup>75</sup> UT Toetskader, september 2013.

<sup>76</sup> Toetsbeleid Informatica, Computer Science, Telematics, en Human Media Interaction, april 2013.

<sup>77</sup> Toetsbeleid INF-Opleidingen, November 2007.

<sup>78</sup> Vakdossiers als onderdeel van het EWI Kwaliteitszorgsysteem, H. Romkema, januari 2013.

Op het moment van het schrijven van dit rapport loopt binnen de afdeling Informatica een project om te beginnen met het aanleggen van vakdossiers (referentie<sup>79</sup>), onder leiding van een inmiddels aangestelde coördinator vakdossiers vanuit de examencommissie. De bedoeling is om in september 2013 ongeveer 20 gevulde vakdossiers te hebben, en deze vakdossiers daadwerkelijk te gebruiken voor de kwaliteitszorg rondom toetsen. Het streven is om eind 2014 vakdossiers te hebben voor alle vakken. Ook voor het nieuwe TOM onderwijs zal begonnen worden met het aanleggen van vakdossiers; het idee is om één dossier per module bij te houden, dat onderhouden kan worden door de betrokken docenten onder verantwoordelijkheid van de modulecoördinator.

**Leerdoelen.** Een belangrijke voorwaarde voor het uitvoeren van een toetsbeleid is dat er voor elk vak een goede beschrijving is van de leerdoelen. Hiermee is een begin gemaakt in het project "Leerdoelen Informatica", dat in 2007 werd afgesloten, en een vervolg kreeg in het EWI-brede project VakInformatieproject (VI-project). In deze projecten werd voor een vak een initiële beschrijving gemaakt op grond van beschikbare vakinformatie, die vervolgens verfijnd werd in een bespreking tussen één of meer docenten en een onderwijskundige uit het project. In tussenrapportages van het VI-project (referentie<sup>80</sup>, referentie<sup>81</sup>) is te zien dat nu vrijwel alle vakken in de Bachelor, en een groot gedeelte van de vakken in de Masters, van goedgeformuleerde leerdoelen voorzien zijn. Ook voor het nieuwe TOM curriculum zullen leerdoelen geformuleerd worden, die vervolgens als input kunnen dienen bij het maken van een toetsschema.

### III.8. STERKE EN VERBETERPUNTEN

Sterk:

- Docenten zijn van hoge kwaliteit, en het BKO percentage ligt hoog.
- De onderzoeksomgeving van de opleidingen behoort tot de besten van Informatica in Nederland.
- De voorzieningen zijn goed.
- De kwaliteit van de studiebegeleiding is goed.
- Inter-Actief is een zeer actieve en uitstekend georganiseerde studievereniging.
- De Opleidingscommissie OLC-IT heeft in de werkgroepen een zeer effectieve organisatievorm gevonden.
- De Examencommissie is zeer actief, ook in het realiseren van de nieuwe taakstelling.
- Het vakdossier is een veelbelovende manier om de kwaliteitsborging te realiseren.

Verbeterpunten:

- Ondanks de expliciete aandacht in het jaargesprek lijkt het onderwijs in het functioneren van docenten nog steeds minder belangrijk dan het onderzoek.
- De werkdruk voor docenten is hoog.
- De werkdruk voor studieadviseurs is hoog.
- De monitoring van Masterstudenten vereist meer aandacht,
- Met de borging van het toetsbeleid is nog maar een begin gemaakt.

---

79 Kwaliteitszorg, referenties en toelichting, juli 2013.

80 Tussenrapportage VI-project EWI, maart 2012.

81 Rapportage VakInformatie project Computer Science, juni 2013.

# BIJLAGEN

## BIJLAGE 1A: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER BACHELOR INFORMATICA

### *Characteristics of Graduates*

At a broad level, the expected characteristics of computer science graduates include the following:

#### **1. Technical understanding of Computer Science.**

Graduates should have a mastery of computer science as described by the core of the Body of Knowledge.

#### **2. Familiarity with common themes and principles.**

Graduates need understanding of a number of recurring themes, such as abstraction, complexity, and evolutionary change, and a set of general principles, such as sharing a common resource, security, and concurrency. Graduates should recognize that these themes and principles have broad application to the field of computer science and should not consider them as relevant only to the domains in which they were introduced.

#### **3. Appreciation of the interplay between theory and practice.**

A fundamental aspect of computer science is understanding the interplay between theory and practice and the essential links between them. Graduates of a computer science program need to understand how theory and practice influence each other.

#### **4. System-level perspective.**

Graduates of a computer science program need to think at multiple levels of detail and abstraction. This understanding should transcend the implementation details of the various components to encompass an appreciation for the structure of computer systems and the processes involved in their construction and analysis. They need to recognize the context in which a computer system may function, including its interactions with people and the physical world.

#### **5. Problem solving skills.**

Graduates need to understand how to apply the knowledge they have gained to solve real problems, not just write code and move bits. They should also realize that there are multiple solutions to a given problem and that selecting among them is not a purely technical activity, as these solutions will have a real impact on people's lives. Graduates also should be able to communicate their solution to others, including why and how a solution solves the problem and what assumptions were made.

#### **6. Project experience.**

To ensure that graduates can successfully apply the knowledge they have gained, all graduates of computer science programs should have been involved in at least one substantial project. In most cases, this experience will be a software development project, but other experiences are also appropriate in particular circumstances. Such projects should challenge students by being integrative, requiring evaluation of potential solutions, and requiring work on a larger scale than typical course projects. Students should have opportunities to develop their interpersonal communication skills as part of their project experience.

#### **7. Commitment to life-long learning.**

Graduates of a computer science program should realize that the computing field advances at a rapid pace. Specific languages and technology platforms change over time. Therefore, graduates need to realize that they must continue to learn and adapt their skills throughout their careers. To develop this ability, students should be exposed to multiple programming languages, tools, and technologies as well as the fundamental underlying principles throughout their education.

**8. Commitment to professional responsibility.**

Graduates should recognize the social, legal, ethical and cultural issues involved in the deployment and use of computer technology. They should respond to these issues from an informed perspective, guided by personal and professional principles. They must further recognize that social, legal, and ethical standards vary internationally.

**9. Communication and organizational skills.**

Graduates should have the ability to make succinct presentations to a range of audiences about technical problems and their solutions. This may involve face-to-face, written, or electronic communication. They should be prepared to work effectively as members of teams. Graduates should be able to manage their own learning and development, including managing time, priorities, and progress.

**10. Awareness of the broad applicability of computing.**

Platforms range from embedded micro sensors to high-performance clusters and distributed clouds. Computer applications impact nearly every aspect of modern life. Graduates should understand the full range of opportunities available in computing.

**11. Appreciation of domain-specific knowledge.**

Graduates should understand that computing interacts with many different domains. Solutions to many problems require both computing skills and domain knowledge. Therefore, graduates need to be able to communicate with, and learn from, experts from different domains throughout their careers.

***Knowledge Areas***

<b>Code</b>	<b>Name</b>	<b>hours</b>	<b>percentage</b>
AL	Algorithms and Complexity	28	9%
AR	Architecture and Organization	16	5%
CN	Computational Science	1	0%
DS	Discrete Structures	41	13%
GV	Graphics and Visual Computing	3	1%
HC	Human-Computer Interaction	8	3%
IAS	Security and Information Assurance	8	3%
IM	Information Management	10	3%
IS	Intelligent Systems	10	3%
NC	Networking and Communication	10	3%
OS	Operating Systems	15	5%
PBD	Platform-based Development	0	0%
PD	Parallel and Distributed Computing 1	5	5%
PL	Programming Languages	28	9%
SDF	Software Development Fundamentals	42	14%
SE	Software Engineering	27	9%
SF	System Fundamentals	27	9%
SP	Social and Professional Issues	16	5%
Total		305	100%

## BIJLAGE 1B: EINDTERMEN BACHELOR TECHNISCHE INFORMATICA

### *Kennis en ervaring met betrekking tot het domein Technische Informatica (TI)*

De bachelor heeft kennis en inzicht in het vakgebied Technische Informatica. Deze kennis omvat:

1. **Software:** programmeertalen, principes van software ontwikkeling, software engineering, formele methoden
2. **Computers:** architectuur en organisatie, beheerssystemen
3. **Netwerken:** netwerken en communicatie, platform-based development, grondslagen van systemen
4. **Grondslagen van Informatica:** algorithmen en complexiteit, discrete structuren, parallel en gedistribueerd rekenen
5. **Human media interaction:** computational science, graphics and visualization, mens-machine interactie, intelligente systemen
6. **Informatiemanagement:** databases
7. **Informatiebeveiliging en security:** grondslagen van de security, netwerk security, cryptografie
8. **Wiskunde:** discrete wiskunde, calculus, lineaire algebra, kansrekening en statistiek

### *Ontwerpen (Ow)*

1. De bachelor is in staat bij het ontwerpen van systemen relevante domeinkennis geïntegreerd toe te passen.
2. De bachelor is in staat om op basis van een globale beschrijving een probleem in kaart te brengen en hiervoor een oplossing te specificeren.
3. De bachelor is in staat om oplossingen/systemen te ontwerpen en hierbij methoden, technieken en modellen te selecteren en te benutten.
4. De bachelor is in staat oplossingen/systemen te evalueren op hun eigenschappen en op basis hiervan een keuze te maken tussen verschillende oplossingen en deze keuze te verantwoorden.

### *Onderzoeken (Oz)*

1. De bachelor is in staat op een kritische manier problemen in het vakgebied te analyseren.
2. De bachelor is in staat om op een systematische manier een onderzoek op te zetten en uit te voeren.
3. De bachelor is in staat om op een deelgebied bij te dragen aan de ontwikkeling van het vakgebied.

### *Organiseren (Or)*

1. De bachelor is in staat zelfstandig benodigde kennis te verwerven en zich zelfstandig nieuwe kennis en vaardigheden eigen te maken.
2. De bachelor is in staat ethische, sociale, culturele en maatschappelijke aspecten van problemen, oplossingen en ontwikkelingen binnen het vakgebied te analyseren en bespreken.
3. De bachelor heeft inzicht in het functioneren van teams en is in staat om samen te werken in een team en met diverse belanghebbenden (zoals opdrachtgever en gebruiker).
4. De bachelor is in staat, zowel mondeling als schriftelijk, effectief en efficiënt te communiceren met vakgenoten en niet-vakgenoten.
5. De bachelor is in staat werkprocessen te organiseren en hierop te reflecteren.
6. De bachelor kan een standpunt innemen en dit standpunt onderbouwen ten aanzien van een ontwerp of wetenschappelijk betoog.
7. De bachelor is multidisciplinair ingesteld.

## BIJLAGE 1C: MEIJERS CRITERIA, DSRK COMPETENTIES, EN EINDTERMEN

### *Meijers Criteria*

#### **1. Kundig in één of meer wetenschappelijke disciplines**

DSRK 1: Technical understanding of computer science

Eindtermen: TI.1 t/m TI.8 (zie boven voor relatie met ACM)

#### **2. Bekwaam in onderzoeken**

DSRK 3: Appreciation of the interplay between theory and practice

DSRK 4: System-level perspective

DSRK 5: Problem solving skills

Eindtermen: Oz.1 t/m Oz.3:

1. De bachelor is in staat op een kritische manier problemen in het vakgebied te analyseren.
2. De bachelor is in staat om op een systematische manier een onderzoek op te zetten en uit te voeren.
3. De bachelor is in staat om op een deelgebied bij te dragen aan de ontwikkeling van het vakgebied.

#### **3. Bekwaam in ontwerpen**

DSRK 3: Appreciation of the interplay between theory and practice

DSRK 4: System-level perspective

DSRK 5: Problem solving skills

Eindtermen:

- Ow.1: De bachelor is in staat bij het ontwerpen van systemen relevante domeinkennis geïntegreerd toe te passen.
- Ow.2: De bachelor is in staat om op basis van een globale beschrijving een probleem in kaart te brengen en hiervoor een oplossing te specificeren.
- Ow.3: De bachelor is in staat om oplossingen/systemen te ontwerpen en hierbij methoden, technieken en modellen te selecteren en te benutten.
- Ow.4: De bachelor is in staat oplossingen/systemen te evalueren op hun eigenschappen en op basis hiervan een keuze te maken tussen verschillende oplossingen en deze keuze te verantwoorden.

#### **4. Wetenschappelijke benadering**

DSRK 2: Familiarity with common themes and principles

Eindtermen:

- Ow.3: De bachelor is in staat om oplossingen/systemen te ontwerpen en hierbij methoden, technieken en modellen te selecteren en te benutten.
- Ow.4: De bachelor is in staat oplossingen/systemen te evalueren op hun eigenschappen en op basis hiervan een keuze te maken tussen verschillende oplossingen en deze keuze te verantwoorden.
- Oz.1: De bachelor is in staat op een kritische manier problemen in het vakgebied te analyseren.
- Oz.2: De bachelor is in staat om op een systematische manier een onderzoek op te zetten en uit te voeren.

## 5. Intellectuele basisvaardigheden

DSRK 7: Commitment to life-long learning

DSRK 8: Appreciation of domain-specific knowledge

Eindtermen:

- Or.1: De bachelor is in staat zelfstandig benodigde kennis te verwerven en zich zelfstandig nieuwe kennis en vaardigheden eigen te maken
- Or.6: De bachelor kan een standpunt innemen en dit standpunt onderbouwen ten aanzien van een ontwerp of wetenschappelijk betoog.

## 6. Bekwaam in samenwerken en communiceren

DSRK 6: Project Experience

DSRK 9: Communication and organizational skills

Eindtermen:

- Or.3: De bachelor heeft inzicht in het functioneren van teams en is in staat om samen te werken in een team en met diverse belanghebbenden (zoals opdrachtgever en gebruiker).
- Or.4: De bachelor is in staat, zowel mondeling als schriftelijk, effectief en efficiënt te communiceren met vakgenoten en niet-vakgenoten.
- Or.5: De bachelor is in staat werkprocessen te organiseren en hierop te reflecteren.

## 7. Temporele en maatschappelijke context

DSRK 8: Commitment to professional responsibility

DSRK 10: Awareness of the broad applicability of computing

Eindtermen:

- Or.2: De bachelor is in staat ethische, sociale, culturele en maatschappelijke aspecten van problemen, oplossingen en ontwikkelingen binnen het vakgebied te analyseren en bespreken.
- Or.7: De bachelor is multidisciplinair ingesteld.

## APPENDIX 1D: DOMAIN SPECIFIC FRAME OF REFERENCE MASTER'S DEGREE COURSES IN COMPUTER SCIENCE

### Learning outcome in general

The Dublin descriptors indicate in general terms what levels a student should reach in knowledge and understanding, the application of knowledge and understanding, forming judgments, communication and learning skills to award him the Master's title. In the objectives and content of a Master's degree course it must be clear that teaching and assessment of students aims at reaching the goals set in the Dublin descriptors. They are as follows.

Students to whom a Master's degree is awarded:

- Have demonstrated knowledge and understanding that is founded upon and extends and/or enhances that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis or opportunity for originality in developing and/or applying ideas, often within a research<sup>82</sup> context;
- Can apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study;
- Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements;
- Can communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these, to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously;
- Have the learning skills to allow them to continue to study in a manner that may be largely self-directed or autonomous.

### Domain specific contents, the nature of Master's degree courses

The Master's degree course will build upon knowledge and understanding at undergraduate level. The core of this knowledge and understanding is as described by the Joint Task Force for Computing Science Curricula of ACM/IEEE-CS in their (draft) report "Computing Science Curricula 2013" (<http://cs2013.org/>). The contents of the Master's degree programme should lead the student towards the frontiers of design and applications in the field, and/or towards the major research issues in the field.

The students in the Master's degree course will generally concentrate on subjects in a limited specialization within the field, or in the border region with adjacent fields. If the course borders on adjacent fields (Management Sciences, Electrical Engineering and Telecommunication, Cognitive Science) it will meet international standards which are not necessarily only the standards set for Computing Science Curricula. In particular such courses have identified a (international) community of courses of a similar nature and they will fit the standards of that community.

The Master's degree course may not aim at educating students to be researchers, or it may have tracks for students who do not aim at such a goal. There is however always strong relationship between the degree course and research activities, and researchers are active as lecturers and supervisors in the degree course. Even if a student who is awarded the degree is not trained to be a researcher, he will have a basic understanding of the nature of research, and he will have proven research skills. In each degree course there will be a final project that takes at least one quarter of the entire course. In the final project the student can show his capabilities in each of the five fields of the Dublin descriptors (knowledge and understanding, application of knowledge and understanding, forming judgments, communication and learning skills).

### Preparation for a further career in a PhD position or as a highly qualified professional in the field

A talented and successful student in the Master's degree course must be educated to a level where he is eligible for a PhD-position. Participation in research projects, especially during the final project must be open to such students.

The Master's degree course must address the development of skills and competencies that are essential for a working professional. It must be possible for students to participate in cooperation with trade and industry, in particular during a final project. This requires the courses to have sufficient contacts within trade and industry.

---

<sup>82</sup> 'research' is used to cover a wide variety of activities, with the context often related to a field of study; the term is used here to represent a careful study or investigation based on a systematic understanding and critical awareness of knowledge.



## APPENDIX 1E: GENERAL ATTAINMENT TARGETS FOR COMPUTER SCIENCE, TELEMATICS AND HUMAN MEDIA INTERACTION

The Master's programmes have the following general attainment targets:

- a. Graduates have an extensive knowledge of and understand the issues relevant to their specific field of study (i.e. domain specific attainment targets) described in Appendices 1F, 1G, or 1H.
- b. Graduates can contribute to scientific research, and independently design, conduct and present the results of small-scale research.
- c. Graduates can provide an original contribution to the development and/or application of the field of study. 'Original' is understood to mean 'demonstrative of a creative contribution'.
- d. Graduates can analyse complex problems (change problems) relevant to the field of study and obtain the required knowledge and information.
- e. Graduates can design, validate and implement solutions/systems in their operational context; identify and apply relevant advanced knowledge, methods and techniques from their field of study.
- f. Graduates can assess solutions/systems and their applications according to their properties and potential to solve problems even if they are new to or unfamiliar with the situation or lack information and/or reliable information; they can use their assessment as a basis for (substantiation of) decisions.
- g. Graduates understand the ethical, social, cultural and public aspects of problems and solutions in their field of study; apply this insight in their international role as scholar.
- h. Graduates can work as part of and play a leading role in a team; manage and plan a development process; document development and research processes.
- i. Graduates can substantiate research results, designs and applications in writing and verbally; critically assess and participate in debates regarding the same.
- j. Graduates can independently acquire new knowledge and skills; reflect on trends in their field of study, responsibilities and roles and use this insight as a guide for and integrate it into their own personal development.
- k. Graduates can integrate information from other disciplines into their own work if necessary.
- l. Graduates take a critical approach to reading, incorporating information presented in and participating in debates regarding international scientific literature relevant to their field of study.

## APPENDIX 1F: SPECIFIC ATTAINMENT TARGETS FOR COMPUTER SCIENCE

The specific attainment targets for the specialization *Computer Security*:

- SEC 1: graduates have a profound understanding of security and privacy risks in ICT systems and are able to model and evaluate these risks.
- SEC 2: graduates have a profound understanding and are capable of applying the formal methods and cryptographic foundations underlying security and privacy.
- SEC 3: graduates have a profound understanding of and gained experience with methodologies for design of secure and privacy-preserving ICT systems.
- SEC 4: graduates have gained insight into cross-disciplinary aspects of security and privacy such as law and business processes and are able to read and understand texts from those domains or communicate with domain experts from those domains over security and privacy issues.
- SEC 5: graduates have profound knowledge about and gained first practical experience in methods and approaches for practical security evaluation of ICT systems such as penetration testing or risk management.
- SEC 6: graduates have specialist knowledge and understanding of one or more sub-fields or aspects of the security and privacy discipline, e.g. Cybercrime or security in mobile systems.
- SEC 7: graduates have practical experience conducting scientific research into security and privacy methods, contribute to such research, apply the results, follow the trends of this sub-field and contribute to its further development.

The specific attainment targets for the specialization *Information and Software Engineering*:

- ISE 1: graduates have thorough knowledge of a distributed information system's life cycle (requirement analysis, architecture design, realization and maintenance).
- ISE 2: graduates have thorough knowledge of workflow, groupware and e-business processes and the distribution of these across organizational units and physical locations.
- ISE 3: graduates have thorough knowledge of the management of large volumes of internal information, including structured and sensor data, multimedia data or geographic information.
- ISE 4: graduates are able to combine and configure basic software components of information systems, such as database management systems, transaction processing monitors, workflow management systems and middleware.

The specific attainment targets for the specialization *Information and Software Engineering*:

- MTV 1: graduates have a thorough knowledge of and understand the scope of formal methods as a scientific and design discipline.
- MTV 2: graduates have a thorough knowledge of, understand and gain practical experience with the application of formal methods and tools in the development process of software, distributed and/or embedded systems.
- MTV 3: graduates can apply formal methods and tools during system development on the basis of knowledge and insight, make an informed selection of these and contribute to their further development.
- MTV 4: graduates have knowledge of and understand various aspects of theoretical computer science, including process algebra, proof systems and formal testing theory.
- MTV 5: graduates have specialist knowledge and understanding of one or more sub-fields or aspects of the formal methods discipline, e.g. Process Algebra, Software Model Checking, Distributed Model Checking, Program Verification, Proof Systems, Testing, Quantitative Modeling and/or Analysis, Graph Transformations, Game Theory.
- MTV 6: graduates have practical experience conducting scientific research into formal methods, contribute to such research, apply the results, follow the trends of this sub-field and contribute to its further development.

The specific attainment targets for the specialization *Wireless and Sensor Networks*:

- WISE a: graduates have knowledge and understanding of flexible and efficient communication.
- WISE b: graduates have knowledge and understanding of distributed wireless systems.
- WISE c: graduates have knowledge and understanding of distributed data processing and reasoning.
- WISE 1: graduates have the ability to demonstrate their comprehensive knowledge on principles of wireless and sensor systems.
- WISE 2: graduates have the ability to understand, analyze, and reason about system-wide aspects and interaction between the key principles of wireless and sensor systems.
- WISE 3: graduates have the ability to conduct scientific research in wireless and sensor systems and contributing to research in the field.
- WISE 4: graduates have the ability to apply their knowledge in system-wide context.

## APPENDIX 1G: SPECIFIC ATTAINMENT TARGETS FOR TELEMATICS

The specific attainment targets for the Master's programme Telematics:

- M-TEL 1: graduates have thorough knowledge about and understanding of both wired and wireless communication devices, networks and systems, in terms of both key principles and contemporary technologies.
- M-TEL 2: graduates can design and evaluate wired and wireless communication devices, networks and systems; in doing so, they can take into account both detailed aspects of the individual components, and system-wide aspects such as security and management.
- M-TEL 3: graduates can quantitatively evaluate the performance of networked systems, and judge their formal correctness, using both analytical methods and computer tools.
- M-TEL 4: graduates have practical experience conducting research and/or doing design work in a sub-field of networked systems, can follow trends in the field and contribute to its further development.

## APPENDIX 1H: SPECIFIC ATTAINMENT TARGETS FOR HUMAN MEDIA INTERACTION

HMI 1: graduates have a thorough knowledge and understanding of each of the sub-fields listed below and identify and utilize any links:

- methodology of user-oriented design, including the drafting of user requirements, user studies and usability engineering;
- forms of natural interaction, including natural language and speech recognition technology, multimodal interaction and interaction via dialogue systems and conversational agents;
- intelligent interaction employing techniques taken from artificial intelligence, e.g. intelligent multi-agent systems and learning systems;
- media technologies, e.g. image processing, computer vision, graphics and virtual reality, enabling complex interaction.

HMI 2: graduates can design, both independently and as part of a team, sophisticated applications involving digital media and interactive systems and geared to the needs of users.

HMI 3: graduates can use state-of-the-art techniques, methods and design and development tools in developing sophisticated applications and make an informed selection of and contribute to the further development of these methods, techniques and tools.

HMI 4: graduates have knowledge of and gain practical experience with interaction design methods.

HMI 5: graduates have knowledge of and understand various aspects of the user context of digital media and interactive systems and, based on this, communicate effectively and efficiently with users during the various phases of the development process.

HMI 6: graduates have knowledge of and understand basic questions and research methods into human behavior (psychology and philosophy) and grasp the relevance of these fields of study to the design of interactive systems.

HMI 7: graduates can draft, transfer, document and communicate to technical designers specifications on the basis of a knowledge and understanding of the technical aspects of digital media and interactive systems.

HMI 8: graduates can assess systems for human media interaction according to their technical and operational aspects, incorporating a thorough knowledge and understanding of mathematics.

HMI graduates have specialist knowledge of one or more of the four Human Media Interaction sub-fields outlined above and practical experience conducting, reporting about and applying the results of scientific research in developing innovative interactive systems and the relevant techniques and methods.

## BIJLAGE 2A: HUIDIGE PROGRAMMA BACHELOR TECHNISCHE INFORMATICA

**HET EERSTE JAAR**

Semester 1		Semester 2	
1A	1B	2A	2B
191521610 Discrete Wiskunde I (5 EC)	191521010 Calculus I (5 EC)	191521620 Discrete wiskunde II (5 EC)	191521650 Lineaire algebra (5 EC)
192135000 Programmeren I (5 EC)	192130300 Computerarchitectuur en - organisatie (5 EC)	192120100 Informatiesystemen (5 EC)	192111801 Basismodellen in de informatica (5 EC)
192610000 Telematicasystemen en –toepassingen (5 EC)	192150000 Academische Vaar- digheden Informatica I (5 EC)	192135050 Programmeren II (5 EC)	192145090 Inleiding Mens Machine Interactie (5 EC)

**HET TWEEDE JAAR**

Semester 1		Semester 2	
1A	1B	2A	2B
192110740 Gegevensbanken (5 EC)	192140200 Algoritmen, datastructuren en complexiteit (5 EC)	192135201 Formele methoden voor SE (5 EC)	192140302 Artificial intelligence (5 EC)
192620000 Telematicanetwerken (5 EC)	192135100 Software engineering mod- ellen (5 EC)	Keuzevak 1 (academische vorming) (5 EC)	Keuzevak 2 (project) (5 EC)
191521020 Calculus II (5 EC)	192110452 Besturingssystemen (5 EC)	191530082 Kansrekening en statis- tiek (5 EC)	194115040 Management & Organisatie (5 EC)

**HET DERDE JAAR**

Semester 1		Semester 2	
1A	1B	2A	2B
Minor (20 EC)		Algebra en security (5 C) 191511410	Vertalerbouw (5 EC) 192110352
keuzevak 3 (informatica) (5 EC)			
keuzevak 4 (informatica) (5 EC)			
Ontwerpproject (10 EC) 192199109			
Bachelorreferaat (10 EC) 192199259			

## BIJLAGE 2B: ONTWERP TOM CURRICULUM TI

**1E JAAR**

<b>Module 1.1</b>	<b>Module 1.2</b>	<b>Module 1.3</b>	<b>Module 1.4</b>
Inleiding TI 11 Discrete Wiskunde 2 Calculus 2	Software Systemen 12 Calculus 3	Netwerk Systemen 12 Lineaire Algebra 3	Data & Informatie 12 Calculus

**2E JAAR**

<b>Module 2.1</b>	<b>Module 2.2</b>	<b>Module 2.3</b>	<b>Module 2.4 (keuze)</b>
Computersystemen 12 Discrete Wiskunde 3	Interactie 12 Statistiek 3	Discrete Structuren 15	Smart Spaces 15

**3E JAAR**

<b>Module 3.1 (keuze)</b>	<b>Module 3.2 (keuze)</b>	<b>Module 3.3 en 3.4</b>	
Programmeerprincipes 15	Wireless & Mobile 15	Bachelorreferaat Ontwerpproject	15 15

*(de getallen in de tabel zijn EC's)*

## BIJLAGE 3A: LIJST VAN VAKKEN IN DE BACHELOR TI

<b>Cursuscode</b>	<b>Naam</b>	<b>Punten</b>	<b>Aanvangsblok</b>
192150000	Academische Vaardigheden Informatica 1	5 (EC)	1B
191511410	Algebra & Security	5 (EC)	1A
192140200	Algoritmen, Datastructuren & Complexiteit	5 (EC)	1B
192140302	Artificial Intelligence	5 (EC)	2B
192199259	Bachelor Referaat	10 (EC)	1A
192111801	Basismodellen in de Informatica	5 (EC)	2B
192110452	Besturingssystemen	5 (EC)	1B
201100049	Business Process Management	5 (EC)	2A
191521010	Calculus I Voor TI	5 (EC)	1B
191521020	Calculus II Voor TI	5 (EC)	1A
192145150	Codesign Project	5 (EC)	2B
192130300	Computerarchitectuur en -Organisatie	5 (EC)	1B
201000228	Computerarchitectuur en -Organisatie 2	5 (EC)	1B
192110542	Computersystemen	5 (EC)	2A
192135300	Concurrent and Distributed Programming	5 (EC)	1B
192320201	Data Warehousing and Data Mining	5 (EC)	1B
191521610	Discrete Wiskunde I	5 (EC)	1A
191521620	Discrete Wiskunde II	5 (EC)	2A
192135201	Form. Methoden voor Software Engineering	5 (EC)	2A
192112051	Functioneel Programmeren	5 (EC)	1A
192110741	Gegevensbanken	5 (EC)	1A
201000183	Geschiedenis v.d. Natuurwetenschap va Newton	5 (EC)	2A
192120100	Informatiesystemen	5 (EC)	2A
192111121	Inleiding Logica	5 (EC)	2B
192145090	Inleiding MMI	5 (EC)	2B
201100072	Introduction to Information Security	5 (EC)	1B
194101210	IT & Recht	5 (EC)	2A
191530082	Kansrekening en Statistiek	5 (EC)	2A
191521650	Lineaire Algebra	5 (EC)	2B
201100182	Management & Organisatie voor TI	5 (EC)	2B
192654000	Network Security	5 (EC)	1A
201200005	Networked Smart Systems	5 (EC)	2B
201000215	Nieuwe Media en Communicatie voor TI	5 (EC)	2A
192199109	Ontwerpproject	10 (EC)	1A
192135000	Programmeren 1	5 (EC)	1A
192135050	Programmeren 2	5 (EC)	2A



192135100	Software Engineering Modellen	5 (EC)	1B
192140400	Telematica Project	5 (EC)	2B
192620000	Telematicanetwerken	5 (EC)	1A
192610000	Telematicasystemen en -Toepassingen	5 (EC)	1A
201200147	Themavak Studiereis	5 (EC)	2B
192162000	User Experience Design	5 (EC)	2B
192114700	Verification Engineering	5 (EC)	2B
192110352	Vertalerbouw	5 (EC)	2B
192199855	Vrije projecten	5 (EC)	JAAR



<b>Derde jaar</b>								
Minor								
Keuzevak 3 (Informatica)	O	O	O	O	O	O	O	
Keuzevak 4 (Informatica)	O	O	O	O	O	O	O	
Algebra en Security							X	X
Vertalerbouw	X			X				
Ontwerpproject								
Bachelorreferaat	O	O	O	O	O	O	O	

O = een keuze leidt tot één of meer van de opties in deze rij

Tabel 2 Eindtermen Ontwerpen

Vak	Eindterm Ontwerpen:	1	2	3	4
<b>Eerste jaar</b>					
	Discrete Wiskunde I				
	Programmeren I				
	Telematicasystemen en -toepassingen				
	Calculus I				
	Computerarchitectuur en -organisatie				
	Academische Vaardigheden INF I				
	Discrete Wiskunde II				
	Informatiesystemen				
	Programmeren II	X	X	X	X
	Lineaire Algebra				
	Basismodellen in de Informatica				
	Inleiding Mens Machine Interactie	X	X	X	X
<b>Tweede jaar</b>					
	Gegevensbanken				X
	Telematicanetwerken				
	Calculus II				
	Algoritmen, Datastructuren, Complexiteit			X	
	Software Engineering Modellen	X	X	X	X
	Besturingssystemen				
	Formele Methoden voor SE				
	Keuzevak 1 (Academische Vorming)				
	Kansrekening en Statistiek				
	Artificial Intelligence				
	Keuzevak 2 (Project)	X	X	X	X
	Management en Organisatie				
<b>Derde jaar</b>					
	Minor				
	Keuzevak 3 (Informatica)				
	Keuzevak 4 (Informatica)				
	Algebra en Security				
	Vertalerbouw				
	Ontwerpproject	X	X	X	X
	Bachelorreferaat				

Tabel 3 Eindtermen Onderzoeken

Vak	Eindterm Onderzoeken:	1	2	3
<b>Eerste jaar</b>				
	Discrete Wiskunde I			
	Programmeren I			
	Telematicasystemen en -toepassingen			
	Calculus I			
	Computerarchitectuur en -organisatie			
	Academische Vaardigheden INF I	X	X	X
	Discrete Wiskunde II			
	Informatiesystemen			
	Programmeren II			
	Lineaire Algebra			
	Basismodellen in de Informatica	X		
	Inleiding Mens Machine Interactie			
<b>Tweede jaar</b>				
	Gegevensbanken	X		
	Telematicanetwerken			
	Calculus II			
	Algoritmen, Datastructuren, Complexiteit	X		
	Software Engineering Modellen	X		
	Besturingssystemen			
	Formele Methoden voor SE	X		
	Keuzevak 1 (Academische Vorming)			
	Kansrekening en Statistiek			
	Artificial Intelligence	X		
	Keuzevak 2 (Project)			
	Management en Organisatie			
<b>Derde jaar</b>				
	Minor			
	Keuzevak 3 (Informatica)			
	Keuzevak 4 (Informatica)			
	Algebra en Security	X		
	Vertalerbouw			
	Ontwerpproject			
	Bachelorreferaat	X	X	X

Tabel 4 Eindtermen Organiseren

Vak	Eindterm Organiseren:	1	2	3	4	5	6	7
<b>Eerste jaar</b>								
Discrete Wiskunde I								
Programmeren I								
Telematicasystemen en -toepassingen								
Calculus I								
Computerarchitectuur en -organisatie								
Academische Vaardigheden INF I	X		X	X	X	X		
Discrete Wiskunde II								
Informatiesystemen								
Programmeren II			X	X	X			
Lineaire Algebra								
Basismodellen in de Informatica								
Inleiding Mens Machine Interactie								X
<b>Tweede jaar</b>								
Gegevensbanken								
Telematicanetwerken								
Calculus II								
Algoritmen, Datastructuren, Complexiteit								
Software Engineering Modellen								
Besturingssystemen								
Formele Methoden voor SE								
Keuzevak 1 (Academische Vorming)		X					X	X
Kansrekening en Statistiek								
Artificial Intelligence								
Keuzevak 2 (Project)	X		X	X	X			
Management en Organisatie		X				X	X	X
<b>Derde jaar</b>								
Minor								X
Keuzevak 3 (Informatica)								
Keuzevak 4 (Informatica)								
Algebra en Security								
Vertalerbouw								
Ontwerpproject	X		X	X	X	X		
Bachelorreferaat	X			X	X	X		

## BIJLAGE 3C: EINDTERMEN EN TOM-MODULES

Kennis en ervaring mbt het domein TI	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	PP	SSp	WiMo	3.3+3.4
<b>Technische Informatica</b>											
1. Software	X	O		X				*			T
2. Computers	X				O				*	*	T
3. Netwerken	X		O						*	*	T
4. Grondslagen van Informatica	X						O	*	*		T
5. Human Media Interaction	X					O			*		T
6. Informatie management	X			O							T
7. Informatiebeveiliging en security	X	X	X	X	X	X	X				T
8. Wiskunde: discrete wiskunde	X				X		X				
8. Wiskunde: calculus	X	X		X							
8. Wiskunde: lineaire algebra			X								
8. Wiskunde: kansrekening en statistiek					X	X					
<b>Ontwerpen</b>											
1. domeinkennis toepassen	X	X	X	X	X	X		*	*	*	F,T
2. probleem, oplossing specificeren	X	X	X	X	X	X		*	*	*	F,T
3. methoden, technieken, modellen	X	X	X	X	X	X		*	*	*	F,T
4. evalueren, keuze oplossing	X	X	X	X	X	X		*	*	*	F,T
<b>Onderzoeken</b>											
1. problemen analyseren	F						F				F,T
2. onderzoek opzetten/uitvoeren.	F						F				F,T
3. bijdragen vakgebied	F						F				F,T
<b>Organiseren</b>											
1. kennis verwerven	F							*	*	*	T
2. ethisch/soc./cult./maatsch.				F		X		*	*	*	T
3. werken in team	F							*	*	*	T
4. communicatie			F					*	*	*	T
5. werkprocessen organiseren		F						*	*	*	T
6. standpunt onderbouwen							F				F,T
7. multidisciplinair								*	*	*	

X: module levert een bijdrage aan de eindterm

O: module levert een majeure bijdrage aan de eindterm

F: in deze module bijzondere aandacht voor de eindterm: focus leerlijn

\*: optionele bijdrage, in in elk geval één van de keuzemodules

## APPENDIX 3D: ATTAINMENT TARGETS AND DUBLIN DESCRIPTORS

Table 1. The relationship between Dublin descriptors and general attainment targets

Dublin descriptor	Attainment target										
	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Knowledge and understanding	X					X				X	
Applying knowledge/ understanding	X	X	X	X	X					X	
Making judgements	X		X	X	X	X					X
Communication	X						X	X			
Learning skills	X	X	X						X	X	

Table 2. The relationship between Dublin descriptors and attainment targets for the CSc specialization  
Computer Security

Dublin descriptor	Attainment target						
	SEC1	SEC2	SEC3	SEC4	SEC5	SEC6	SEC7
Knowledge and understanding	X	X	X	X	X	X	
Applying knowledge/ understanding		X	X		X	X	
Making judgements				X	X		X
Communication							
Learning skills							

Table 3. The relationship between Dublin descriptors and attainment targets for the CSc specialization Information and  
Software Engineering

Dublin descriptor	Attainment target			
	ISE1	ISE2	ISE3	ISE4
Knowledge and understanding	X	X	X	
Applying knowledge/ understanding				X
Making judgements				X
Communication				
Learning skills				





## APPENDIX 3E: COURSE PROGRAMMES AND RELATION TO ATTAINMENT LEVELS – COMPUTER SCIENCE

The attainment levels in the tables below correspond to the attainment levels in Appendix 1F. The abbreviation SE stands for Software Engineering aspects like software management, architectural design, and model-driven engineering; this indicates the courses that will be interesting for students interested in adding a software engineering component to their specialization.

*Table 1: Specific programme component CSc specialization: Computer Security*

<b>Basic courses:</b>		<b>Contributes to attainment target:</b>
192194100	Cryptography 1 (TU/e) (6 EC)	SEC1, SEC2, SEC7
192195200	Security in organizations (RU) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC4, SEC7
192195100	Software security (RU) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC7
192194200	Verification of security protocols (TU/e) (6 EC)	SEC1, SEC2, SEC3, SEC7
201100220	Security and Privacy in Mobile Systems (UT) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC5, SEC6,
201000086	Network security for Kerckhoffs students (UT) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC5, SEC7
<b>Advanced courses (at least three of the following courses):</b>		
191210901	Introduction to Biometrics (UT) (6EC)	SEC1, SEC6, SEC7
192110941	Secure data management (UT) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC7
192195400	Seminar (Privacy) (RU) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC4, SEC7
192194110	Cryptography 2 (TU/e) (6 EC)	SEC1, SEC2, SEC7
192195300	Hardware and operating systems security (RU) (6 EC)	SEC1, SEC3, SEC5, SEC7
192195500	Law in cyberspace (RU) (6 EC)	SEC1, SEC4, SEC7
201100140	Hacker's Hut (TU/e) (6 EC)	SEC1, SEC5, SEC7
192194400	Seminar information security technology (TU/e) (6 EC)	SEC1, SEC7
201100221	Cyber-crime Science (UT) (6 EC)	SEC1, SEC4, SEC6, SEC7

*Table 2: Specific programme component CSc specialization: Information and Software Engineering*

<b>Basic courses:</b>		<b>Contributes to attainment target:</b>
192110902	Advanced Database systems	ISE1, ISE3, ISE4
192320820	Design science methodology	ISE1, ISE4
<b>Basic courses (at least three of the following courses):</b>		
192320111	Architecture of information systems	ISE1, ISE2
192340041	Software Management	ISE4, (SE)
201200044	Managing Big Data	ISE3
192110940	Secure Data management	ISE1
192110961	XML & Databases 1	ISE3, ISE4
192320501	Electronic Commerce	ISE1, ISE2
192320850	Advanced requirements engineering (start module)	ISE1, ISE2
192330301	Specification of information systems	ISE1, ISE3
192652150	Service-oriented architecture with web services	ISE1, ISE2
192111332	Design of Software Architectures	(SE)

**Advanced courses (at least four of the following courses):**

201300074	Research Experiments with Data and Information retrieval	ISE3, ISE4
192160400	Information retrieval	ISE3
192320220	Advanced architecture of information systems	ISE1, ISE2
192320850	Advanced requirements engineering (follow up modules)	ISE1, ISE2
192135450	Advanced Design of Software Architectures – Model Driven Engineering	(SE)
192135400	Advanced Design of Software Architectures – Product Line Engineering	(SE)

Table 3: Specific programme component CSc specialization: Methods and Tools for Verification

**Basic courses:**

192111092	Advanced Logic	MTV3, MTV4, MTV6
192135310	Modelling and Analysis of Concurrent Systems 1	MTV1, MTV2, MTV3, MTV4, MTV5
192140122	System Validation	MTV1, MTV2, MTV3
192170015	Testing Techniques	MTV1, MTV2, MTV5
192135320	Modelling and Analysis of Concurrent Systems 2	MTV1, MTV4, MTV5, MTV6
192114300	Program Verification	MTV1, MTV4, MTV5, MTV6

**Contributes to attainment target:****Advanced courses (at least three of the following courses):**

192111332	Design of Software Architectures	(SE)
192130092	Fault Tolerant Digital Systems	MTV2
191520751	Graph Theory	MTV4
191560561	Introduction to Mathematical Systems Theory	MTV5
201200006	Quantitative Evaluation of Embedded Systems	MTV3, MTV5
192620300	Performance Evaluation	MTV5
191210341	Physical Systems Modelling of Embedded Systems	MTV2
191580251	Mathematical Programming	MTV4
192135450	Advanced Design of Software Architectures – Model Driven Engineering	MTV3
192135400	Advanced Design of Software Architectures – Product Line Engineering	(SE)

**Advanced courses (at least two the following courses):**

192114100	Principles of Model Checking	MTV1, MTV4, MTV5, MTV6
201300042	Limits to Computing	MTV4
191581420	Optimization Modelling	MTV4

Table 4: Specific programme component CSc specialization: Wireless and Sensor Networks

**Basic courses:**

192620010	Mobile and Wireless Networking I	Wa, W1, W2
201000075	Wireless Sensor Networks	Wa, Wb, Wc, W1, W2, W3, W4
191211590	System-on-Chip for ES	Wa, W1, W4
192111301	Ubiquitous Computing	Wb, Wc, W1, W3, W4

**Contributes to attainment target:****Advanced courses (at least four of the following courses):**

192130112	Distributed Systems	Wb, W1, W2, W4
191211030	Mobile Radio Communications	Wa, W1, W2
192620300	Performance Evaluation	Wb, W1, W2, W4
192620020	Mobile and Wireless Networking II	Wa, Wb, W1, W2, W4
191210590	Embedded Signal Processing	Wa, W1, W2
191211650	Multi Disciplinary Design Project	Wc, W1

## APPENDIX 3F: COURSE PROGRAMME AND RELATION TO ATTAINMENT LEVELS – TELEMATICS

Table 1: Specific programme component Telematics

<b>Basic courses:</b>		<b>Contributes to attainment target:</b>
192620010	Mobile and wireless networking 1	TEL1
192620300	Performance evaluation	TEL3
192652150	Service oriented architecture with web services	TEL1, TEL2
192654000	Network security	TEL2
<b>Advanced courses (at least six of the following courses):</b>		
(at least one of the following courses on modeling and validation):		
201200006	Quantitative Evaluation of Embedded Systems	TEL3
192140122	System validation	TEL3
192170015	Testing techniques	TEL3
(at least two of the following courses on networking technologies):		
191211710	Core networks	TEL1, TEL2
192620020	Mobile and wireless networking 2	TEL1, TEL2
192620250	Selected topics in P2P systems	TEL1, TEL2
192653100	Internet management and measurement	TEL1, TEL2
(zero or more of the following courses):		
191210780	Modern Communication Systems	TEL4
191210800	Information Theory	TEL4
191211030	Mobile radio communications	TEL4
192111301	Ubiquitous computing	TEL4
192135450	Advanced Design of Software Architectures – Model Driven Engineering	TEL4
192140700	The numbers tell the tale (meten = weten)	TEL4
201100140	Hacker's Hut (offered by TU/e)	TEL4
192195200	Security in organizations (offered by RU)	TEL4
192320111	Architecture of information services	TEL4
192631000	Mobile e-health applications and services	TEL4

## APPENDIX 3G: COURSE PROGRAMME AND RELATION TO ATTAINMENT LEVELS – HUMAN MEDIA INTERACTION

Table 4: Specific programme component Human Media Interaction

(At least 40 EC in basic and advanced courses together; at least 10 and at most 15 EC in basic and advanced courses supporting HMI 5, at least 5 EC in support of HMI 1b and also HMI 1c)

### Basic courses:

191612680	Computer Ethics (mandatory);
192166100	HMI project (mandatory);
192165201	KMT Mediatechnologie
201200123	Intelligent Systems
192166310	Speech and language processing 1,

### Contributes to attainment target:

HMI 5
HMI 1a, HMI 2, HMI 3, HMI 4, HMI 7
HMI 2, HMI 5
HMI 5
HMI 1b, HMI 2

### Advanced courses:

201000113	User Centred Design of New Media	HMI 2, HMI 5, HMI 6
192166320	Speech and language processing 2	HMI 1b, HMI 2
192166370	Conversational agents	HMI 1b, HMI 6
201000078	Brain Computer Interfacing	HMI 1b, HMI 7
192320601	Multi agent systems	HMI 1c, HMI 8
192166420	Machine learning	HMI 1c, HMI 3, HMI 7, HMI 8
201200063	Philosophy of technology	HMI 5, HMI 6
192165201	KMT Mediatechnologie	HMI 5, HMI 6
201100126	Human Computer Interaction	HMI 1a, HMI 4, HMI 5
192934090	Human Error	HMI 5, HMI 6
191210910	Image processing and computer vision	HMI 1d, HMI 3, HMI 8
192160400	Information retrieval	HMI 1d

## BIJLAGE 4: OPLEIDINGS- EN EXAMENREGLEMENTEN EN REGELS EN RICHTLIJNEN

De Onderwijs- en Examenregeling (OER)  
voor de Bacheloropleiding Technische Informatica

Teaching and Examination Regulations (TER) for the Computer Science and Telematics Master of Science Programmes.

Teaching and Examination Regulations (TER) for the Human Media Interaction Master of Science Programme.

Regels en Richtlijnen (R&R) van de Examencommissie van de Opleidingen TI/Csc/HMI/TEL.

## BIJLAGE 5: OVERZICHT DOCENTEN

Deze bijlage bevat een overzicht van de docenten, naar leerstoel gegroepeerd.

## BIJLAGE 6 : AFGESTUDEERDEN

Deze bijlage bevat een overzicht van de afgestudeerden van de Bachelor TI, in de studie jaren 2011-2012 en 2012-2013.

Deze bijlage bevat een overzicht van de afgestudeerden van de Masters CSc, M-TEL en HMI, in de studie jaren 2011-2012 en 2012-2013.

## BIJLAGE 7: PUBLICATIES STUDENTEN EN CONTACTEN WERKVELD

Deze bijlage bevat, per leerstoel, uit de periode 2008-2013:

- de publicaties met Bachelorstudenten (totaal 15)
- de publicaties met Masterstudenten (totaal 124)
- de contacten, in het kader van onderwijs, met bedrijven en instellingen

## BIJLAGE A: VERBETERPUNTEN UIT DE VORIGE VISITATIE (2006)

In deze bijlage is het commentaar verzameld, dat ter verbetering gegeven werd naar aanleiding van de vorige visitatie, die plaatsvond van 15 t/m 17 november 2006. De paginanummers verwijzen naar het QANU Onderwijsvisitatierapport "Informatica", september 2007.

### 1. DOELSTELLINGEN EN EINDTERMEN (P.262)

"Overigens vindt de commissie wel dat een van de belangrijkste requirements uit het rapport van ACM/IEEE, te weten 'essential and foundational underpinnings of its discipline', wel expliciet in de doelstellingen en eindtermen van de opleiding zouden moeten terugkeren en niet impliciet, zoals de zelfstudie vermeldt. Dat zou ook in lijn zijn met een van de uitgangspunten die volgens de zelfstudie zijn gehanteerd bij het formuleren van de doelstellingen en eindtermen van de bacheloropleiding: "Het gaat in de bacheloropleiding om de elementaire kennis en inzicht in het vakgebied." "

### 2. INZICHT IN ARBEIDSMARKTPERSPECTIEF (P.266)

"Het opleidingsmanagement beschikt niet over een systematisch inzicht in de arbeidsmarktperspectieven van de afgestudeerde bachelors. Ze meent dat het opleidingsmanagement zich in dit opzicht wel wat actiever zou mogen opstellen door bijvoorbeeld actief contact te zoeken met de beroepspraktijk en te sonderen wat de arbeidsmarktperspectieven van de afgestudeerde bachelor zouden kunnen zijn."

### 3. AFSTEMMING TUSSEN THEMA'S (P. 274)

"De commissie tekent wel aan dat men in de beide bacheloropleidingen weliswaar voldoende aandacht besteedt aan docentenoverleg van vakken binnen een bepaald thema, maar dat de afstemming tussen de thema's vanuit opleidingsperspectief periodiek ook de nodige aandacht vraagt; niet alleen van de opleidingsdirecteur maar ook van de docenten zelf. Dit zou zich niet moeten beperken tot de momenten dat complete curriculumwijzigingen plaatsvinden."

### 4. ONBEGAANBARE STUDIEPADEN (P. 276 )

"Wel vindt de commissie dat het opleidingsmanagement actiever zou mogen optreden (bijvoorbeeld middels het Onderwijs- en Examenreglement) tegen het verschijnsel dat vertrapte studenten overduidelijk 'onbegaanbare' studiepaden kiezen om opgelopen vertraging weg te werken, en daar pas na verloop van tijd achter komen. Individuele keuzevrijheid is een groot goed, maar in sommige situaties dienen (onervaren) studenten tegen zichzelf in bescherming genomen te worden door degenen die al jarenlang keer op keer zien gebeuren dat studenten bij bepaalde keuzes vastlopen."

### 5. ETHISCHE, SOCIALE, CULTURELE EN MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN (P.281)

"Wel mist ze een onderdeel dat ook in de eindtermen wordt genoemd: het leren nadenken over de ethische, sociale, culturele en maatschappelijke aspecten van het vakgebied."

### 6. NAKIJKTERMIJNEN (P.282)

"Als minpunt wordt in de zelfstudies genoemd het gegeven dat met enige regelmaat de nakijktermijnen niet worden gehaald. De commissie heeft de indruk gekregen dat het overschrijden van de termijnen eerder een structureel dan een incidenteel verschijnsel is, vooral bij de beoordeling van projecten. De commissie heeft kennisgenomen van het feit dat het opleidingsmanagement momenteel geen toetsbeleid kent, maar wel stappen heeft gezet om de consistentie en transparantie van de beoordeling door de verschillende docenten beter te borgen."

### 7. BETROKKENHEID HOGLERAREN (P.284)

"De commissie vond de betrokkenheid van hoogleraren bij het onderwijs te beperkt, zeker waar het de bacheloropleiding betreft. Tijdens het visitatiebezoek heeft de commissie onder gespreksgroepen met de docenten nauwelijks hoogleraren aangetroffen."

### 8. DIDACTISCHE VAARDIGHEID DOCENTEN (P.291)

"Ze stelt vast dat het opleidingsmanagement in het algemeen adequaat heeft gereageerd op de vorige visitatie, al blijft de commissie moeite hebben met het vrijblijvende karakter van de didactische (bij)scholing en het beperken van de eis van didactische vaardigheid tot nieuwe docenten."







Universiteit Twente  
Drienerlolaan 5  
7522 NB Enschede

Postbus 217  
7500 AE Enschede

T +31 (0)53 489 9111  
F +31 (0)53 489 2000  
info@utwente.nl

[www.utwente.nl](http://www.utwente.nl)

