

# Opleidingspecifieke bijlage van de Onderwijs- en Examenregeling voor de Bacheloropleiding Business & IT

De regels in deze bijlage zijn onderdeel van het opleidingsdeel van het studentenstatuut, inclusief de onderwijs- en examenregeling, van de bacheloropleiding Business & IT van de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica van de Universiteit Twente.

<b>1.</b>	<b>INHOUD EN INRICHTING VAN DE OPLEIDING</b> .....	<b>2</b>
1.1	Doelen van de opleiding (Art. 7.13 lid 2c, WHW).....	2
1.2	De eindtermen van de opleiding (Art. 7.13 lid 2c, WHW) .....	3
1.3	Inhoud van de opleiding en van de daaraan verbonden examens (Art. 7.13 lid 2a, WHW) .	4
1.4	Vorm van de opleiding (Art. 7.13 lid 2i, WHW).....	5
<b>2.</b>	<b>TAAL VAN DE OPLEIDING (Art. 3.3 lid 1, OER)</b> .....	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>ONDERWIJS EN TOETSING</b> .....	<b>9</b>
3.1	Vorm beoordeling en tentamens (Art. 7.13 lid 2l, WHW) .....	9
3.2	Registratie resultaten .....	9
3.3	Deelname aan toetsen (Art. 4.3 lid 3, Richtlijn OER).....	9
3.4	Derde poging .....	9
3.5	Transparantie van toetsen .....	9
3.6	Geldigheidsduur (Art. 4.7 lid 2, Richtlijn OER) .....	9
3.7	Vertrouwelijkheid.....	10
3.8	Evaluatie van Onderwijs (Art. 4.10 lid 3 Richtlijn OER) .....	10
<b>4.</b>	<b>EXAMEN</b> .....	<b>10</b>
4.1	Zak/Slaag Regeling.....	10
4.2	Cum Laude.....	11
<b>5.</b>	<b>BINDEND STUDIEADVIES (BSA)</b> .....	<b>11</b>
<b>6.</b>	<b>TOELATING MASTER</b> .....	<b>11</b>
<b>7.</b>	<b>STUDIEMATERIAAL</b> .....	<b>11</b>
	<b>Bijlage: Leerdoelen Modules</b> .....	<b>12</b>
1.	Introduction to BIT (201700139) .....	12
2.	Software Systems (201700117).....	14
3.	Business Intelligence & IT (201300107) .....	16
4.	Data & Information (201300180) .....	17
5.	Finance for Engineers (201400301) .....	18
6.	Intelligent Interaction Design (201600105) .....	19
7.	From Product Design to Online Business (201400467).....	19
8.	Business Innovation through IT Project Management (201500310).....	19
9.	Serious Gaming (201500066) .....	20
10.	Programming Paradigms (201400537) .....	20
11.	Cyber-Physical Systems (201500053) .....	21
12.	Smart Spaces (201500057).....	22
13.	High-Tech Talent Management in a Global Context (201700014) .....	22
14.	Smart Cities – Multifunctional Flood Defences (201600003).....	22
15.	BIT INC (201500119) .....	23
16.	Research Project (201500120).....	23

# 1. INHOUD EN INRICHTING VAN DE OPLEIDING

## 1.1 Doelen van de opleiding (Art. 7.13 lid 2c, WHW)

De bacheloropleiding Business & IT (BIT) richt zich op het opleiden van bachelors die kennis, inzicht en ervaring op academisch niveau hebben in het geïntegreerd en in onderlinge afstemming ontwikkelen van bedrijfsprocessen in organisaties en de ondersteunende informatie- en communicatietechnologie. De bachelors beschikken zowel over gedegen kennis en inzicht in de disciplines Informatica en Technische Bedrijfskunde als over de vaardigheid om deze kennis en inzichten te integreren.

In de opleiding wordt een wetenschappelijk onderzoekende houding ontwikkeld in combinatie met 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 informatie en communicatietechnologie (ICT) 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 specifieke 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 staat wordt de bachelor voorbereid op een toekomst waarin hij in staat is professionele kennis voortdurend aan te vullen en beargumenteerd toe te passen.

Het hoofddoel van de bacheloropleiding Business & IT is doorstroom naar een master opleiding. Nevendoel is het kwalificeren van de afgestudeerde voor een zelfstandige beroepsuitoefening op bachelor niveau.

De doelstelling van de bacheloropleiding is het opleiden van academische bachelors die in staat zijn efficiënte en effectieve ICT-systemen en hun toepassingen van hoge kwaliteit te ontwerpen en af te stemmen op hun gebruikscontext. De bachelors beschikken hiertoe over:

1. inzicht in en ervaring met het toepassen van modellen,
2. wetenschappelijke onderzoekende houding,
3. gedegen technische kennis en inzicht,
4. ervaring met het selecteren en geïntegreerd toepassen van deze kennis in een ontwerpproces:
  - a. het beoordelen van de kosten en baten van ontwikkelde oplossingen,
  - b. het uitzetten van informatiesystemen in hun bedrijfskundige context,
  - c. het ontwikkelproces van software (software engineering),
  - d. het ontwikkelen van (web-)applicaties,
  - e. de interactie tussen mens en machine.
5. kennis en vaardigheid om op wetenschappelijke, ethisch en maatschappelijk verantwoorde wijze geavanceerde ICT toe te passen,
6. de kennis en vaardigheid om bij te dragen aan verdere ontwikkeling in het vakgebied.

## 1.2 De eindtermen van de opleiding (Art. 7.13 lid 2c, WHW)

De eindtermen van de BIT-bacheloropleiding (in het Engels 'Programme Intended Learning Outcomes') zijn weergegeven in Tabel 1, gegroepeerd in 6 verschillende gebieden.

Tabel 1. B-BIT Eindtermen (PILOs, 'Programme Intended Learning Outcomes')

<b>1 Business domain knowledge and skills</b>
1.1 Understands theories of the process behind the production of goods and services and can apply this in designing solutions.
1.2 Understands models of costing and budgeting and their significance for the ability to manage business processes and can apply this in designing solutions.
1.3 Can analyse, design and/or redesign business processes and business models, making use of theories, models and methods for analysis and design.
<b>2 Information Technology domain knowledge and skills</b>
2.1 Understands the methods, techniques and tools for the development of software systems, and can apply them.
2.2 Understands theories, methods and techniques for the design of databases, as well as of relevant implementation and maintenance aspects.
2.3 Knows and understands how to design user interfaces, focusing on the interactions between the end-users and the system.
<b>3. Business-IT alignment knowledge and skills</b>
3.1 Can systematically integrate requirements and practices from business and IT in specified application areas using theories and models of organization and IT.
3.2 Understands theories to exploit the role of information technology in business operations and innovation.
3.3 Can analyse, design and/or redesign the information systems that support business operations using the design cycle (see 4.1).
3.4 Understands the management aspects, quality and risk management of the software development process and software products.
<b>4 Scientific approach</b>
4.1 Can under supervision systematically apply the design cycle (analysis, design, implementation, evaluation and reflection) to IT and business problems, applying theories from different disciplines if necessary.
4.2 Can under supervision systematically design and execute a research plan (literature research, problem analysis, formulating hypothesis, design and execution research plan, data analysis, report, conclude) crossing different disciplines or fields if necessary
4.3 Can apply research methodology and research ethics, both in the area of social science research as in design research.
4.4 Can apply creative and critical thinking, reflection and argumentation.
4.5 Is capable of independently acquiring new knowledge and skills from different disciplines.
4.6 Can apply specific mathematical theories and analyse problems and solutions conceptually.

<b>5 Professional skills</b>
5.1 Can cooperate, discuss and report in written and verbal ways, in English, in both a professional and a research setting, and is aware of the differences between these settings.
5.2 Is capable of working as part of a (multi-disciplinary) team in different roles, as member or leader, in terms of sharing responsibilities, applying time management, and planning resources and reporting, and is aware of group dynamics in development projects.
5.3 Is capable of functioning as a professional in and between different disciplines/fields.
5.4 Is capable of setting up and leading a (simple) enterprise.
5.5 Has an entrepreneurial attitude.
<b>6. Taking account of Social and Temporal context</b>
6.1 Is capable of analysing and discussing ethical, social, cultural and societal aspects of problems, solutions and developments and their consequences in the field.
6.2 Can value differences between cultures and can learn from these.

### **1.3 Inhoud van de opleiding en van de daaraan verbonden examens (Art. 7.13 lid 2a, WHW)**

#### **1.3.1 Het Curriculum (Art 4.4 lid 1, Richtlijn OER)**

In Tabel 2 wordt weergegeven uit welke onderwijsheden (modules) het curriculum is opgebouwd, indien van toepassing uit welke module-onderdelen deze zijn opgebouwd, welke wegingen deze in ECs hebben, de taal van de instructie en toetsing, vereiste of gewenste voorkennis en de volgorde waarin deze modules worden aangeboden. In Bijlage 1 zijn de bijbehorende leerdoelen opgenomen.

#### **1.3.2 Invulling Minorruimte**

1. De minorruimte bestaat uit twee minormodules;
2. Het toegestane minoraanbod staat vermeld op de minorwebsite [www.utwente.nl/minor](http://www.utwente.nl/minor);
3. De minorruimte mag uit maximaal één verdiepende minor bestaan, zie Tabel 3;
4. Wanneer er gekozen wordt voor een vrije minor dient een student vooraf toestemming te vragen aan de examencommissie.
5. De richtlijnen die de examencommissie hanteert bij de behandeling van een vrije minor verzoek zijn:
  - a. Het te volgen onderwijs dient op academisch niveau te zijn;
  - b. Binnen minimaal 15 van de 30EC dient sprake te zijn van een paradigma-shift;
    - i. De inhoud van de minor bevindt zich buiten het vakgebied Informatica en (technische) bedrijfskunde; of
    - ii. De inhoud van een exchange minor mag zich wel binnen het vakgebied Informatica bevinden, op voorwaarde dat de minor aan een buitenlandse hoger onderwijsinstelling wordt gevolgd en het onderwijs op academisch niveau is.

- c. De inhoud van het onderwijs mag niet overlappen met de verplichte onderwijseenheden van de opleiding.
- d. Maximaal 5 EC mag bestaan uit vakken over de taal en cultuur van het land waarin de student verblijft.

Meer informatie over o.a. procedures voor goedkeuring van het vakkenpakket door de examencommissie wordt gepubliceerd op <http://www.utwente.nl/bit>. Na goedkeuring verloopt de inschrijving voor de betreffende minor via BOZ.

### **1.3.3 Volgorde-eisen (Art. 7.13 lid 2s, WHW)**

1. Toegang tot de minor is mogelijk indien ten minste 75 EC is behaald op moment van registratie bij het minor bureau;
2. Toegang tot het afstudeersemer modules BIT INC en Research Project is alleen mogelijk indien tenminste 120 EC, exclusief minor, zijn afgerond.

### **1.4 Vorm van de opleiding (Art. 7.13 lid 2i, WHW)**

De opleiding is een voltijdsopleiding.

Tabel 2. B-BIT curriculum

<b>Cursuscode / Module-onderdeel</b>	<b>Naam Cursus / Module-onderdelen</b>	<b>Toetsing</b>	<b>EC</b>	<b>Taal</b>	<b>Kwartiel</b>	<b>Voorkenniseisen*</b>
<b>B1-fase (Jaar 1)</b>						
201700149	Introduction to BIT		15	EN	1A	
I	Math A + B1	Schriftelijke toets; case	4			
II	Introduction to BIT	Schriftelijke toetsen; MCV toetsen; opdrachten; case; producten; verslagen; presentatie	11			
201700117	Software Systems		15	EN	1B	Gewenst: Introduction to BIT
I	Math B2	Schriftelijke toets; case	3			
II	Software Systems	Schriftelijke toetsen; opdrachten; producten; verslagen	12			
201300107	Business Intelligence & IT		15	EN	2A	Gewenst: Introduction to BIT
I	Math C1	Schriftelijke toets; case	3			
II	Business Intelligence & IT	Schriftelijke toetsen; MCV toetsen; MC toetsen; opdrachten; product; verslag; presentatie	12			
201300180	Data & Information		15	EN	2B	Gewenst: Introduction to BIT + Software Systems
I	Probability Theory	Schriftelijke toets; case	3			
II	Data & Information	Schriftelijke toetsen; opdrachten; product; verslag; presentatie	12			

\*Gewenst: kennis uit module is nodig om module te kunnen volgen, echter geen voorwaarde om met module te mogen starten. Verplicht: aan voorwaarde moet zijn voldaan om met module te mogen starten

Vervolg Tabel 2. B-BIT curriculum

<b>Cursuscode / Module- onderdeel</b>	<b>Naam Cursus / Module-onderdelen</b>	<b>Toetsing</b>	<b>EC</b>	<b>Taal</b>	<b>Kwartiel</b>	<b>Voorkenniseisen*</b>
<b>B2-fase (Jaar 2)</b>						
201400301	Finance for Engineers	Schriftelijke toetsen; MCV toetsen; opdrachten; product; verslag; presentatie	15	EN	1A	
201600105	Intelligent Interaction Design	Schriftelijke toetsen; MCV toetsen; practicumtoets; opdrachten; product; verslag; presentatie	15	EN	1B	Gewenst: Software Systems + Data & Information
201400467	From Product Design to Online Business	MCV toetsen; product; verslag; presentatie	15	EN	2A	Gewenst: alle voorgaande modules
201500310	Business Innovation through IT Project Management	Schriftelijke toets; product; verslag; presentatie	15	EN	2B	
<b>B3-fase (Jaar 3)</b>						
xxxxxxxx	Minorruimte		15		1A	Verplicht voor deelname minormodule: 75 EC op moment van inschrijving in Osiris
xxxxxxxx	Minorruimte		15		1B	Verplicht voor deelname minormodule: 75 EC op moment van inschrijving in Osiris
201500119	BIT INC.	product; verslag; presentatie	15	EN	1A of 2A	Verplicht: 120 EC (Exclusief minor) op moment van inschrijving in Osiris
201500120	Research Project	Opdrachten, presentatie	15	EN	1B of 2B	Verplicht: 120 EC (Exclusief minor) op moment van inschrijving in Osiris

\*Gewenst: kennis uit module is nodig om module te kunnen volgen, echter geen voorwaarde om met module te mogen starten. Verplicht: aan voorwaarde moet zijn voldaan om met module te mogen starten

Tabel 3. Verdiepende minor modules

<b>Cursuscode / Module- onderdeel</b>	<b>Naam Cursus / Module-onderdelen</b>	<b>Toetsing</b>	<b>EC</b>	<b>Taal</b>	<b>Kwartiel</b>	<b>Voorkenniseisen*</b>
201500066	Serious Gaming	Product; verslag; game.	15	EN	1A	
201600005	Smart Cities: multifunctional flood defences	Product; verslag	15	EN	1A	
201500057	Smart Spaces	Schriftelijke toetsen; challenges; product; verslag; presentatie	15	EN	1A	Gewenst: Software Systems
201500025	Web Science	Schriftelijke toetsen, verslagen, presentatie	15	EN	1B	Gewenst: Software Systems
201700014	High Tech Talent Management in a Global Context		15	EN	1B	
I	IT Support for Talent Management	Individuele toetsing	9			
II	Design of IT-enabled Talent Management Tool	Project	6			
201500053	Cyber-Physical Systems	Schriftelijke toetsen; verslagen; opdrachten; product; presentatie	15	EN	1B	Gewenst: Software Systems
201400537	Programming Paradigms	Schriftelijke toetsen; product; verslag; presentatie	15	EN	2B	Gewenst: Software Systems

\*Gewenst: kennis uit module is nodig om module te kunnen volgen, echter geen voorwaarde om met module te mogen starten. Verplicht: aan voorwaarde moet zijn voldaan om met module te mogen starten



## **2. TAAL VAN DE OPLEIDING (Art. 3.3 lid 1, OER)**

De voertaal van de opleiding is Engels vanaf cohort 2016 en Nederlands voor de cohorten 2015 en ouder.

## **3. ONDERWIJS EN TOETSING**

### **3.1 Vorm beoordeling en tentamens (Art. 7.13 lid 2I, WHW)**

De tentamenvormen van de onderwijseenheden zijn vermeld in de bijlage.

### **3.2 Registratie resultaten**

In aanvulling op Art. 4.1 Richtlijn OER:

1. Het resultaat "vrijstelling" krijgt bij tentamens de vaste waarde VR.
2. Een vrijstelling krijgt de numerieke waarde 6 toegekend.
3. De alfanumerieke toetsresultaten voldaan (V) en niet voldaan (NVD) kennen geen numerieke waardes.

### **3.3 Deelname aan toetsen (Art. 4.3 lid 3, Richtlijn OER)**

1. Wanneer aanwezigheid bij aangewezen onderwijsactiviteiten voorwaarde is voor deelname aan een toets, is het aan de modulecoördinator om al dan niet ontheffing te verlenen voor herkansers of een alternatieve invulling van de aanwezigheidsplicht te definiëren;
2. Indien een module is gewijzigd en het niet-deelbare onderdeel niet meer duidelijk identificeerbaar is, is het aan de coördinator van de betreffende module om aan te wijzen welke toetsen afgelegd dienen te worden om het oude niet-deelbare onderdeel alsnog te kunnen afronden;
3. Voor deelname aan zittingen buiten de loop van de module dient een met reden omkleed verzoek te worden ingediend bij de examencommissie.

### **3.4 Derde poging**

Wanneer meer dan twee opeenvolgende academische jaren nodig zijn om een gehele module te behalen, dient de student minimaal twee weken voor aanvang van de betreffende module een plan van aanpak, met daarin afspraken over zaken zoals tijdschrijven en actieve deelname aan werkcolleges, met de studieadviseur te hebben afgesproken. Dit studieplan dient ter goedkeuring bij de opleidingsdirecteur te worden ingediend.

### **3.5 Transparantie van toetsen**

In aanvulling op Art. 4.4 Richtlijn OER zorgt de opleiding ervoor dat voor elke toets informatie beschikbaar is over het niveau, de structuur en de normering van een toets, bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van een modeltoets, een representatieve oude toets, of een verzameling representatieve voorbeeldopgaven.

### **3.6 Geldigheidsduur (Art. 4.7 lid 2, Richtlijn OER)**

In de modulebeschrijvingen in Tabel 2 staan de module-onderdelen aangegeven met een Romeins cijfer. Van deze module-onderdelen is de geldigheidsduur van de behaalde resultaten onbeperkt.

### **3.7 Vertrouwelijkheid**

In aanvulling op Art. 4.9 lid 2 (Richtlijn OER):

1. Het verslag van een eindopdracht is openbaar behoudens het navolgende.
2. Het opleidingsbestuur kan op basis van een gemotiveerd verzoek het verslag voor een bepaalde termijn vertrouwelijk verklaren:
  - a. Een verzoek dient voor aanvang van de opdracht door de eerste begeleider te worden ingediend bij het opleidingsbestuur.
  - b. Het vertrouwelijke verslag dient toegankelijk/ beschikbaar te zijn voor de beoordelingscommissie van de eindopdracht, het opleidingsbestuur, en leden van instanties die als wettelijke taak hebben de kwaliteit van beoordeling of de opleiding als geheel te controleren.
  - c. De hiervoor genoemde partijen zijn dan gehouden de vertrouwelijkheid in acht te nemen.
3. Wanneer er sprake is van een eindopdracht waarvan het verslag vertrouwelijk is verklaard, zoals genoemd in lid 2, mag de openbare eindpresentatie een aangepaste vorm hebben zodat geen vertrouwelijke informatie naar buiten wordt gebracht.

### **3.8 Evaluatie van Onderwijs (Art. 4.10 lid 3 Richtlijn OER)**

1. Iedere module wordt na afloop geëvalueerd middels de online Student Experience Questionnaire (SEQ);
2. Daarnaast kan de module coördinator aanvullende evaluatieactiviteiten ondernemen, zoals additionele enquêtes en panelgesprekken gedurende de loop of na afloop van de module;
3. Wanneer de resultaten van de SEQ en/of klachten vanuit de studenten reden tot zorg zijn, gaat de opleidingsdirecteur gedurende of na afloop van de module in gesprek met de module coördinator;
4. Uit het gesprek volgt een plan voor verbetering van de resterende loop of een volgende editie van de module en hoe deze verbeteringen geëvalueerd zullen worden.

## **4. EXAMEN**

### **4.1 Zak/Slaag Regeling**

1. Een kandidaat is voor het Bachelor-examen van de opleiding BIT geslaagd indien hij aan de volgende eisen voldoet:
  - a. De kandidaat heeft voor alle onderwijseenheden van het B-examen een beoordeling gekregen;
  - b. Geen enkele onderwijseenheid is met een resultaat lager dan een 6 beoordeeld;
2. In alle andere dan onder lid 1 beschreven gevallen is de kandidaat afgewezen.

## **4.2 Cum Laude**

1. Het Bachelor-examen kan met het judicium "cum laude" afgelegd worden. Als richtlijn voor het verstrekken van dit predicaat geldt dat aan elk van de volgende voorwaarden voldaan moet zijn:
  - a. Het Bachelor-examen is binnen 4 jaar na de eerste inschrijving behaald (tempo-eis);
  - b. Het gemiddelde van de beoordelingen over de onderwijseenheden is 8,0 of hoger, waarbij niet-cijfermatige beoordelingen die voldoende zijn en vrijstellingen niet worden meegerekend. Bij het bepalen van het gemiddelde worden de beoordelingen van de onderwijseenheden gewogen met het aantal EC van de betreffende onderwijseenheid;
  - c. Maximaal één tentamenresultaat is een 6;
  - d. Het toetsresultaat van de toets Research Project van de module Research Project is een 8,0 of hoger.
2. In bijzondere individuele gevallen kan de examencommissie op verzoek van de student het judicium "cum laude" toekennen indien de tempo-eis op excuseerbare gronden overschreden is. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij erkende vertraging, volgens de bepalingen die daar binnen de instelling voor opgesteld zijn. Daarnaast geldt dat de toekenning van het predicaat "cum laude" nooit een automatisme is.

## **5. BINDEND STUDIEADVIES (BSA)**

De student ontvangt een positief BSA wanneer hij aan een van de volgende voorwaarden heeft voldaan (Artikel 6.3 Richtlijn OER):

1. Drie volledige modules met goed gevolg heeft afgerond;
2. In totaal 45 EC aan module-onderdelen met goed gevolg heeft afgerond waaronder ten minste drie wiskunde module-onderdelen (Math A+B1, Math B2, Math C1, Probability Theory);
3. In aanvulling op lid 2, een module-onderdeel is met goed gevolg afgerond wanneer het onderdeel is van een volledig afgeronde module of, in geval van een onvolledig afgeronde module, de individuele toetsresultaten van het afgeronde module-onderdeel een 5,5 of hoger zijn.

## **6. TOELATING MASTER**

Een afgeronde bachelor Business & IT biedt toegang, zonder selectie, tot de volgende masterprogramma's van de Universiteit Twente:

- Business Information Technology
- Computer Science\*

\*Er worden additionele eisen gesteld binnen de master voor studenten met een BSc Business & IT-diploma van de Universiteit Twente.

## **7. STUDIEMATERIAAL**

Studenten die in september 2013 of later met de opleiding zijn begonnen dienen minimaal de beschikking te hebben over een "budget notebook" van het Notebook Service Centre, of vergelijkbaar. Geadviseerd wordt om het "high-end notebook" aan te schaffen.

## **Bijlage: Leerdoelen Modules**

### **1. Introduction to BIT (201700139)**

#### **1.1 Leerdoelen module-onderdeel I**

- Clearly express formulations;
  - Work with elementary properties of sets and logic;
  - Construct elementary proofs using basic techniques;
  - Work with elementary properties of combinatorics.
- Work with vectors and elementary properties of functions, especially with the rules of differentiability;
  - Apply elementary vector operations;
  - Calculate dot product and cross product;
  - Apply elementary properties of functions;
  - Calculate derivatives using differentiation rules and the derivatives of elementary functions;
- Work with limits and the definitions of continuity and differentiability and applications, for functions of 1 variable;
  - Calculate limits
  - State and apply the definition of (left, right) continuity;
  - Work with limits involving infinity;
  - State and apply the definition of differentiability;
  - Calculate and apply linear approximations and differentials;
  - Calculate the absolute extreme values on a close bounded interval;
  - Apply l'Hôpital's rule to indeterminate forms of limits;
- Investigate functions in two variables;
  - Plot graphs and contour lines;
  - Investigate continuity and differentiability;
  - Calculate partial derivatives;
  - Calculate the tangent plane and linearization.

#### **1.2 Leerdoelen module-onderdeel II**

##### **Production Management**

- The student knows the different operations and modes of production controlling and internal logistics.
- The student knows and has historical awareness of production controlling and internal logistics since the industrial revolution until today and its significant developments in technology, operations and information provision.
- The student can analyze and calculate simple growth and bottleneck scenarios using spreadsheet software.

##### **Information Management**

- The student is capable of describing the latest ICT technologies in a business context.
- The student knows different business information systems (ES/ERP, MIS/SCM), the different characteristics, goals and its applications.
- The student can analyze a new service or an improvement of an existing process using the Business Model Canvas by Osterwalder and an enterprise architecture.

### Supply Chain Management & Sourcing

- The student knows the terms supply chain and bullwhip effect and knows what the causes of the bullwhip effect are.
- The student knows the possibilities of information sharing in the supply chain as well as which actual technologies and ways to organize the supply chain can reduce the bullwhip effect, prevent it or how it can lead to a quickly adaptable supply chain.
- The student can describe and draw a supply chain with its shape, dependencies and actors based on a simplified case description.
- The student can analyze actions of different actors in the supply chain and also indicate which measures could lead to a reduction of the bullwhip effect.

### Financial Management

- The student has encountered several aspects of financial analysis and financial management in a business context.
- The student knows some basic principles of and complications with valuation problems in business context.
- The student has encountered principles behind valuation from an investor's perspective and has started thinking about the sense and nonsense of investing advice.

### Research methodology

#### Students:

- Know and experience that design, research and decision-making can be done systematically, as opposed to with merely 'common sense'.
- Understand the pros and cons of a systematic versus a common sense approach
- Are acquainted with key elements of design (action problems), research (knowledge problems) and decision-making (attractiveness of options, scores, weights). Just the 'what', not the 'why' and 'how'.
- Are able to derive action and knowledge problems and decision points from a problem context
- Are able to identify the phases and cycles to which basic problem-solving, research and decision activities belong
- Are able to establish relationships between problem-solving, research and decision activities
- Are acquainted with and can apply the Lean management method.

### Algorithms and Python Programming

- The student can explain the importance of search- and sort algorithms.
- The student can explain the operation of and difference between linear and binary search methods as well as between insertion sort, bubble sort, merge sort and quick sort.
- The student understands complexity arguments for and against abovementioned algorithms as well as its importance for application.
- The student knows and understands simple imperative programming concepts: if/then, while, integer-variables and arrays.
- The student can program the abovementioned algorithms in Python.

### Functional Programming

- The student knows the basic concepts of the chosen functional language.

- The student understands the basic principles of recursion and the connection to induction.
- The student can explain the concept of function-application.
- The student can explain the difference between applicative (functional) and state-based (imperative) programming.
- The student can program standard sorting algorithms in the chosen functional language.

#### Operating Systems and Computer Networks

- The student can identify and describe the most important tasks of an operating system.
- The student has insight into the the operation and structure of computer networks and can use terms like packet switching, protocol and layering.
- The student has knowledge of the global structure of the internet and internet applications and can use terms like TCP/IP, IP-address, port number, HTML.

#### Java Programming

- The student can write, compile and execute relatively simple Java programs.
- The student can explain and apply the basic principles of object-orientation to define Java classes.
- The student can define and test relatively simple control flows and algorithms.

#### Academic Skills

- The student has gained insight into how to function in an international environment.
- The student has gained insight into the possible personal learning styles, in study planning and time management and can describe ways of improvement.
- The student has gained insight into his or her reading, presenting and writing skills as well as his or her skills for working in a team.

## **2. Software Systems (201700117)**

### **2.1 Leerdoelen module-onderdeel I**

- Work with elementary properties of integrals and calculate integrals using different techniques, for functions of 1 variable;
  - formulate Riemann sums
  - formulate and use the Fundamental Theorem of Calculus
  - calculate integrals using anti-derivatives
  - calculate integrals using the substitution method
  - calculate integrals using the technique of integration by parts
  - calculate improper integrals using limits
- Work with power series and Taylor series, for functions of 1 variable;
  - calculate the convergence radius by the ratio test
  - calculate Taylor series and polynomials
- Solve linear differential equations;
  - solve first order equations using integrating factor
  - solve second order homogeneous equations with constant coefficients using the characteristic equation
  - solve first and second order equations with constant coefficients using the method of undetermined coefficients
  - solve initial / boundary value problems

- Work with complex numbers;
  - plot (sets of) complex numbers in the plane
  - calculate absolute value and argument of a complex number to express the complex number in polar form
  - apply the complex arithmetic operations
  - find roots of a complex number and solve binomial equations

## 2.2 Leerdoelen module-onderdeel II

Concerning Software Design, after successfully finishing this module a student is capable of:

- Specifying an existing software system or a software system under design in terms of UML models (including class diagrams, activity diagrams and state machines);
- Interpreting these models, explaining the relation between different models, and between each model and the software code, and the usefulness of defining models in addition to writing software code;
- Explaining the commonly recognised phases of software development;
- Applying version management in software development projects;
- Explaining basic software metrics and using them to assess quality characteristics of a code base.

Concerning Programming, after successfully finishing this module a student is capable of:

- Explaining and applying the core concepts of imperative programming, such as variables, data types, structured programming statements, recursion, lists, arrays, methods, parameters, and exceptions.
- Explaining and applying the core concepts of object-orientation, such as object, class, value, type, object reference, interface, specialisation / inheritance, and composition.
- Using the Model/View/Controller pattern when developing applications.
- Writing simple multi-threaded programs, and explaining the operation and problems (race-conditions) of concurrent threads, and using synchronisation mechanisms, such as monitors, locks and wait sets.
- Writing programs using basic network mechanisms, based on sockets.
- Explaining and applying the basic concepts of security engineering and applying them to Java programs.
- Writing software of average size (around ten classes) in Java, by using the concepts mentioned above, including the use of algorithms for searching and sorting data
- Documenting software of this size, by using (informal)preconditions, post conditions and (class) invariants, and (informally) justifying the correctness of the implemented software.
- Explaining how this software can be tested, defining and executing a test plan, and measuring and improving test coverage.

Concerning Academic Skills, after successfully finishing this module a student is capable of:

- Describing the major principles of effective time management.
- Applying these principles to make a personal planning for a medium long term period, e.g., a study semester, and for a medium-sized project.
- Formulating personal strengths and weaknesses with regard to time management, study behaviour and project work.

- Describing the major principles for defining a general project planning.
- Applying these principles when reflecting on some previous project planning.
- Giving and receiving peer feedback.
- Identifying major personal pitfalls concerning procrastination behaviour.

### **3. Business Intelligence & IT (201300107)**

#### **3.1 Leerdoelen module-onderdeel I**

After following this course students should be able to:

- work with subspaces of  $R^n$  and determinants and connect them with the previous concepts;
- write a solid line of argument, based on a clear question and understand the basic principles of effective presentations.

#### **3.2 Leerdoelen module-onderdeel II**

This can be refined in the following sub-goals corresponding to the three module components, as follows:

- Students can design a simple data base, populate it with data and query it in order to retrieve data. These goals are important since the core of any enterprise information system is the database;
- Students can analyze information generated by information systems, and stored in data warehouses, and can use it to monitor and evaluate business performance and determine/shape an organization's business strategy (i.e., the so-called business intelligence);
- Students can design and develop/implement enterprise information systems, which facilitate, support and/or automate the execution and analysis/monitoring of business processes;

Considering these three main directions (i.e., module components), the learning objectives can be further refined for each module component as follows:

- Database systems: The student
  - Can design data models, database schemas, and SQL queries. (Level: 3)
  - Understands and can apply data management and web related technologies (e.g., MySQL);
  - Has hands-on knowledge on how to design, access and use a database for Web based applications;
- Business intelligence: The student
  - Can explain the need for computerized support of managerial decision making;
  - Can explain the business intelligence (BI) methodology and concepts and can relate them to decision support systems (DSS);
  - Can apply the basic definitions and concepts of data warehouses (Level: 3)
  - Can evaluate and compare the different types of data warehousing architectures;
  - Can explain the process of developing and managing data warehouses and collecting data for business intelligence applications;
  - Can analyse the all-encompassing nature of performance management (BPM) and apply some of the best practices in planning and management reporting;



- Can evaluate the objectives and benefits of business analytics and data mining, recognize the wide range of applications of data mining, and apply some of these techniques in relatively simple concrete problems;
- Can apply, compare and evaluate the theoretical knowledge of BI in designing and implementing BI applications;
- Enterprise modelling: The student
  - Can explain and relate concepts, modelling languages, methods, techniques, and tools related to enterprise architecture, business processes and workflow management;
  - Can explain the design/architecture, functionality and usage of process-aware information systems;
  - Can apply the above-mentioned concepts in solving relatively simple business problems;
  - Can design and automate a process model starting from an informal description of a business problem;
  - Can analyse an enterprise architecture/workflow/process (validation, verification, and performance analysis).

#### **4. Data & Information (201300180)**

##### **4.1 Leerdoelen module-onderdeel I**

After successful completion of the module student is able to ...

- explain and apply the use of elementary probability theory, such as combinatoric probability theory, conditional probability, independence;
- explain and apply probability distributions of one or more random variables, (discrete) conditional probabilities, and compute expectation, variance, and correlation coefficient;
- explain and apply basic discrete and continuous distributions, including binomial, geometric, Poisson, uniform, exponential and normal distributions.

##### **4.2 Leerdoelen module-onderdeel II**

After successful completion of the module student is able to ...

Agile software engineering

- develop software following Agile principles: SCRUM meetings, task boards, burn-down charts, frameworks, etc.;
- apply requirements-based testing;

Requirements engineering

- identify business requirements and translate these to user stories;
- specify functional and non-functional requirements;
- prioritize requirements in collaboration with various stakeholders;
- design a UML class diagram;
- systematically design web based applications using UML;

Structured data

- derive a logical database schema from a UML class diagram;
- identify functional dependencies and use these to systematically normalize a database to BCNF;
- formulate questions and translate these to SQL queries;
- apply SQL triggers in simple cases;

- identify transactions and explain the effect of different isolation levels on concurrency;

#### Web programming

- design and implement complex multi-tier web applications;
- use repositories and version management;
- integrate web applications with existing (REST-ful) services;
- build user interfaces with frameworks for HTML, CSS, and javascript;
- explain the consequences of server-side vs. client-side scripting, servlets, Ajax, JSP, Web frameworks, etc.;

#### Semi- and unstructured data

- apply basic techniques for handling XML/JSON data in an XML database using XML standards such as XPath and XQuery
- apply basic techniques for handling XML/JSON data in a relational database using extensions to the SQL standard, such as SQL/XML and JSON types, functions and operators
- understand the basic theoretical principles behind tree data structures and indexing of tree data
- understand the basic theoretical principles behind information retrieval and apply basic full text querying support in XML and relational databases

#### Security

- protect applications against unauthorized access;
- protect applications against (SQL-)injection and cross-site scripting;

#### Academic skills: Project skills

- apply the Belbin team role model
- apply the core quality quadrant model of Daniel Ofman
- effectively give and receive feedback
- effectively resolve team conflicts
- explain the concepts of fraud and plagiarism and behave responsibly as a professional concerning these aspects

## **5. Finance for Engineers (201400301)**

### **5.1 Leerdoelen module Finance for Engineers**

- Valuation: understanding of the main principles of financial valuation, and ability to apply the valuation techniques in determining the value of bond, shares, firms as well as simple financial options;
- Accounting / performance: interpret real world financial figures related to (external) financial accounting and (internal) management accounting;
- Decisions / management: understanding some basic principles underlying financial and investment decisions, and the ability to perform corresponding basic applications;
- Financial markets: elementary knowledge of financial markets and their role in corporate finance;
- ICT & Law: knowledge and application of legal aspects of IT.

## **6. Intelligent Interaction Design (201600105)**

### **6.1 Leerdoelen Intelligent Interaction Design**

- The student can design, develop and evaluate low fidelity and high fidelity prototypes of an intelligent interactive system that is well justified in context.
- The student is able to take real users into account in the analysis, design, and evaluation of interactive systems with respect to both usability and user experience.
- The student can formulate a research question and answer it by choosing and applying various research methods, collecting data, analysing the data using the appropriate statistical or other methods, and drawing conclusions from this.
- The student can explain and apply the main AI-techniques concerning search, Bayesian networks and machine learning.

## **7. From Product Design to Online Business (201400467)**

### **7.1 Leerdoelen From Product Design to Online Business**

High level learning objectives are:

- Students will apply cross functional and supply chain integration to design a digital business that aims to deliver customizable products/services to markets using digital channels in a sustainable way
- Students will be able to apply a design science/lean startup approach and use an online business as a research living lab
- Students demonstrate that they are able to use new ICT technology to devise strategy, design online sales, production, E-marketing and supply chain and finance in their business project
- Students implement legal, societal, sustainability and Corporate Social Responsibility frames that apply to modern and global business in their business design

Students will develop and customize an Enterprise Resource Systems (ERP) to support and integrate the business functions of their business project, and also will be able to see the complexities and limitations of these systems

## **8. Business Innovation through IT Project Management (201500310)**

### **8.1 Leerdoelen Business Innovation through IT Project Management**

Methods and techniques of IT project management

- Know how to scope a project
- Know how to define IT project requirements
- Know how to create a business case
- Know how to select a project from a portfolio of alternatives
- Know how to plan a project
- Agile methods
- Project legal issues
- Know the Prince 2
- Know how to optimize the diversity of skills and competences of team members
- Know how to create a project dash board

## Understanding of IT project management contexts

- Understand implications of an IT project's organizational context
- Understand the implications of an organization's strategy for an IT project
- Understanding problems and issues of new systems implementations in organizations.

## Project design

- Know how to transform a project mandate into a IT project plan
- Know how to write a project reflection paper
- Know how to optimize the communication in and for a project and present a project design to experts.
- Know how to read relevant academic articles (on project management) and make optimal use of academic insights for project design and management.

## **9. Serious Gaming (201500066)**

### **9.1 Leerdoelen Serious Gaming**

Students are able to:

- apply game design methodologies;
- apply game mechanics;
- apply the SCRUM project management methodology;
- provide structured feedback;
- work in multidisciplinary teams present projects during poster presentations.

## **10. Programming Paradigms (201400537)**

### **10.1 Leerdoelen Programming Paradigms**

After successful completion of this module, the student is able to:

- Describe the major programming paradigms (FP, LP and CP) and their essential characteristics and differences
- Write basic programs in all major programming paradigms
- Solve non-trivial programming problems in FP and CP
- Explain the concepts and importance of typing, in terms of FP and CC
- Explain and use the typical types and data structures in FP and CP
- Explain and take advantage of the evaluation and execution mechanisms of FP (lazy evaluation) and CP (hardware-related aspects, concurrency models)
- Explain and use the following concepts of FP: recursion, list comprehension, higher order functions, parameter accumulation, function composition, lazy evaluation.
- Explain and use the following concepts of CP: interleaving, fairness, deadlock, memory models, synchronisation, locking.
- Explain and use the following concepts of CC: syntactic and semantic analysis, scanning, parsing, run-time organisation, code generation, optimisation.
- Write a compiler for a non-trivial imperative language with concurrency features generating a given (dedicated) instruction set.

## **11. Cyber-Physical Systems (201500053)**

### **11.1 Leerdoelen module Cyber-Physical Systems**

Formal specification and hybrid systems:

After this module, the student is able to:

- understand the fundamentals of Timed Automata (TA)
- understand the use of model checking in the tool UPPAAL
- use TA and UPPAAL in the analysis and design of real-time systems
- understand the fundamentals of Statistical Model Checking (SMC)
- use UPPAAL SMC for analyzing simple hybrid systems

Sensor and actuator systems

After this module, the student is able to:

- Describe and explain main design principles behind WSN systems, protocols and algorithms.
- Describe and explain mechanisms to be used to achieve distributed and self-organizing capabilities at various layers of an WSN architecture.
- Describe in detail how some well-established WSN systems, protocols and algorithms function, and describe their strengths and weaknesses.
- Use critical thinking skills to develop alternative strategies for solving WSN problems.

Physical-Systems Modeling and Controller Design (for CS).

After successful completion, the student knows essentials of:

- modeling of the dynamic behavior of physical systems, using a Domain-Specific Modeling Formalism;
- the design of loop controllers for these physical systems, to adapt / influence the dynamic behavior of those;
- testing and implementing these loop controllers on processors running hard real-time operating systems;
- and can apply the above to basic CPSes, using modern, model-based tools.

Dependable system and network design and evaluation:

After this module, the student is able to:

- Explain the concepts of dependability and the basic principles of dependable system design;
- Explain and apply simple redundancy mechanisms to improve system dependability;
- Explain and apply basic techniques to evaluate system dependability, such as reliability block diagrams, fault-trees and Markov chains;
- Explain and apply the basic principles of highly-dependable storage systems;
- Discuss key developments (from an historical perspective) in fault-tolerant system design;
- Use state-of-the-art tools for evaluation system dependability (for example Möbius or PRISM).

Real-time operating systems:

After successful completion, the student can:

- Model and analyze simple real-time systems using data flow techniques
- Apply these in the context of a small lab set-up (using raspberry Pi's)

Project part.

- Propose and defend a plan for a simple cyber-physical system
- Apply different modeling and analysis techniques (as learned in the first 6 weeks of the module) to support design decisions
- Design, implement and document a simple cyber-physical system
- Report about it in writing (short paper), presenting (powerpoint and video)

## **12. Smart Spaces (201500057)**

### **12.1 Leerdoelen module Smart Spaces**

In this module students will learn the principles, concepts and techniques required to create and evaluate smart spaces. After the module, students are able to:

- explain and characterize principles of smart spaces and underlying methods and technologies
- develop creative, useful, and efficient smart space solutions and services
- explain basics of context awareness, service design and engineering
- explain and design (distributed) algorithms for context awareness, reasoning, and recognition
- design smart interaction methods based on context
- design solutions for and using technologies for user interaction, localization and other areas similarly relevant for smart spaces
- structurally evaluate and analysis of complex interactive smart spaces
- project planning and management
- perform fair self-assessment and reflection based on peer reviewing

## **13. High-Tech Talent Management in a Global Context (201700014)**

### **13.1 Leerdoelen module High-Tech Talent Management in a Global Context**

After completing this minor, students are expected to be able to:

- understand design methodology with specific focus on the topics of High Tech Talent Management in a Global Context,
- explain basic theoretical concepts of Talent Management (TM), online Recruitment, e-Training, Employer Branding and Technology, their interrelations, the internal and external environment in which they apply, Information Technology (IT) roles in TM and the implementation of IT,
- analyze complex situations of Talent Management in the global context,
- explain factors affecting convergence-divergence in TM across countries,
- design an on-line assessment tool for talent management.

## **14. Smart Cities – Multifunctional Flood Defences (201600003)**

### **14.1 Leerdoelen module Smart Cities**

- To provide an overview of MFDs, their purpose, functioning and challenges in designing them
- To explain the use function and associated user requirements for the preliminary design of MFDs
- To translate use function and user requirements into an implementation plan of the final design
- To apply Building with Nature techniques for flood protection
- To derive spatial characteristics from GIS and translate into the design

- To quantify the effect of soil-structure-water interactions in MFDs for flood protection
- To be able to integrate different topics into a design of MFDs within an interdisciplinary team
- To present the design using a physical model to visualize the final design
- To implement their expertise in an interdisciplinary team

## **15. BIT INC (201500119)**

### **15.1 Leerdoelen module BIT INC**

At the end of the module, the student is able to:

- Work on a real Business & IT problem, for a real client, in an in-company setting;
- Collect functional and quality requirements from the client, and prioritize them;
- Methodically design a system or business solution that meets the requirements, using relevant knowledge, techniques and tools;
- Document decisions made throughout the trajectory;
- Justify choices and coordinate them with the client;
- Indicate consequences of design choices (ethical, societal, organizational);
- Present the results of the work to the client, as well as to others not directly involved in the project;
- Work in a team: plan activities, distribute responsibilities, interact in a constructive way;
- Indicate and advise on follow up steps for the client.

## **16. Research Project (201500120)**

### **15.1 Leerdoelen module Research Project**

Leerdoelen Research component

- Onderzoek van beperkte omvang uitvoeren en daar een paper over schrijven. Dit leerdoel heeft subdoelen:
  - Wetenschappelijke literatuur zoeken, lezen en beoordelen op kwaliteit en relevantie voor het eigen uit te voeren onderzoek.
  - Een beargumenteerde keuze maken voor een onderzoeksmethode.
  - Een research proposal schrijven volgens een gegeven template.
  - Een paper volgens wetenschappelijke maatstaven schrijven en daarbij gebruik te maken van een gegeven template.
- Een review schrijven van research proposals van collega-studenten.
- Een review schrijven van papers van collega-studenten.
- Een presentatie over het uitgevoerde onderzoek geven.

Leerdoelen Reflectiecomponent: De leerdoelen zijn om het volgende te verbeteren

- het vermogen kritisch te redenen en het maken van ethische overwegingen toe te passen op informatica-onderzoek
- het vermogen te begrijpen hoe informatica onderzoek van invloed is op morele waarden, welzijn van gebruikers en maatschappelijke verandering
- kennis van fundamentele discussies, theorieën en controverses in computerethiek, in het bijzonder gerelateerd aan informaticaonderwijs

- kennis van professionele codes van ethiek en Nederlands/Europese wetgeving gerelateerd aan informatica-onderzoek.