



## **BEOORDELINGSRAPPORT**

Beperkte opleidingsbeoordeling

**hbo-bacheloropleiding**

**Mechatronica**

voltijd

**Saxion**

**De kracht van  
kennis.**



# **BEOORDELINGSRAPPORT**

Beperkte opleidingsbeoordeling

**hbo-bacheloropleiding**  
**Mechatronica**  
voltijd

**Saxion**

CROHO nr. 30026

Hobéon Certificering

**Datum**

26 oktober 2016

**Auditpanel**

Dhr. dr. J.W. Wierda

Dhr. dr. Ir. A.M. Rankers

Dhr. J. Bauwens, Ma

Dhr. R. Mannak

**Secretaris**

Mw. H. Bleijs BSc



## **INHOUDSOPGAVE**

<b>1.</b>	<b>BASISGEGEVENS</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>SAMENVATTING</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>ALGEMEEN EINDOORDEEL</b>	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b>AANBEVELINGEN</b>	<b>31</b>
BIJLAGE I	Scoretabel	33
BIJLAGE II	Opleidingsspecifieke eindkwalificaties	35
BIJLAGE III	Schematisch overzicht opleidingsprogramma	37
BIJLAGE IV	Programma, werkwijze en beslisregels	37
BIJLAGE V	Lijst geraadpleegde documenten	43
BIJLAGE VI	Overzicht auditpanel	45



## 1. BASISGEGEVENS

NAAM INSTELLING	Saxion
status instelling	Bekostigd
resultaat instellingstoets kwaliteitszorg	Positief 28.06.2012
NAAM OPLEIDING (zoals in croho)	Mechatronica
registratienummer croho	30026
domein/sector croho	Techniek
oriëntatie opleiding	Hbo
niveau opleiding	Bachelor
graad en titel	BSc (voorheen Bachelor of Engineering)
aantal studiepunten	240 EC
afstudeerrichtingen	nvt
locatie	Enschede
variant	Voltijd
Onderwijstaal	Nederlands
datum audit / opleidingsbeoordeling	25 mei 2016
contactpersoon opleiding	Anke Thijsen j.a.thijsen@saxion.nl

Basisgegevens **hbo-bacheloropleiding Mechatronica** voltijd<sup>1</sup>

bron: Kritische Reflectie Externe visitatie Mechatronica Feb 2016, peildatum: 01-10-2015

instroom (aantal)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
▪ voltijd	10 <sup>2</sup>	30	41	40	43	48
uitval (percentage)						
uit het eerste jaar <sup>3</sup>		2010	2011	2012	2013	2014
▪ voltijd		nvt <sup>4</sup>	30%	14,7%	25%	34,9 %
uit de hoofdphase <sup>5</sup>		2010	2011	2012	2013	2014
▪ voltijd		30% <sup>6</sup>	4 <sup>7</sup>	4	2	
rendement (percentage) <sup>8</sup>		2010	2011	2012	2013	2014
▪ voltijd		30% <sup>9</sup>	nbn	nbn	nbn	nbn
docenten (aantal + fte)		aantal			Fte	
▪ voltijd		11			8,15	
opleidingsniveau docenten (percentage) <sup>10</sup>		Bachelor	Master	PhD.		
▪ voltijd		36%	19%	45%		
docent-student ratio <sup>11</sup>						
▪ voltijd						1: 22

contacturen (aantal) <sup>12</sup>			
1 <sup>e</sup> jaar	15,4	3 <sup>e</sup> jaar	stage: min. 10 begeleidingsuren per student; LT-project: min. 60 begeleidingsuren per groep per semester
2 <sup>e</sup> jaar	14	4 <sup>e</sup> jaar	minor: varieert per door de student gekozen minor afstuderen: min. 20 begeleidingsuren per student

<sup>1</sup> Bron: Basisgegevens opleidingsbeoordeling 'Indicatoren en definities', Nederlands-Vlaamse Accreditatieorganisatie, 19 februari 2015.

<sup>2</sup> De opleiding startte pas echt in 2011-12. Dit betreft instroom vanuit de studieroute mechatronica; in cohort 2010 volgden studenten formeel de studieroute Mechatronica en stonden bijv. ingeschreven bij de opleiding Elektrotechniek of Werktuigbouwkunde.

<sup>3</sup> Het aandeel van het totaal aantal bachelorstudenten (eerstejaars ho) dat na één jaar niet meer bij de opleiding staat ingeschreven, zo mogelijk voor de laatste zes cohorten.

<sup>4</sup> Van het cohort 2010 heeft geen registratie van de uitval plaatsgevonden die kan worden herleid tot Mechatronica, omdat de studenten van het cohort 2010 formeel de studieroute Mechatronica volgden en bijv. stonden ingeschreven bij de opleiding Elektrotechniek.

<sup>5</sup> Het aandeel van de bachelorstudenten die zich na het eerste studiejaar opnieuw bij de opleiding inschrijven (herinschrijvers) dat in de nominale studieduur zonder het diploma te hebben behaald alsnog uitvalt uit de opleiding, zo mogelijk voor de laatste drie cohorten.

<sup>6</sup> Voorlopige cijfers (3 van de 10). Tot dit cohort behoren 10 studenten die formeel de studieroute Mechatronica volgden en bijv. stonden ingeschreven bij de opleiding Elektrotechniek en die zich bij start van de opleiding Mechatronica alsnog bij deze opleiding hebben ingeschreven<sup>42</sup>.

<sup>7</sup> Het uitvalpercentage is gezien de gehanteerde definitie (uitval na het eerste studiejaar) pas na studiejaar 2015/2016 voor het eerst te berekenen. Daarom wordt hier per cohort ter indicatie de uitval in absolute aantallen vermeld; het betreft voorlopige cijfers.

<sup>8</sup> Het aandeel van de bachelorstudenten die zich na het eerste studiejaar opnieuw bij de opleiding inschrijven (herinschrijvers) dat het bachelor diploma haalt in de nominale studieduur + één jaar, zo mogelijk voor de laatste drie cohorten.

<sup>9</sup> Voorlopig cijfer. Tot dit cohort behoren 10 studenten die formeel de studieroute Mechatronica volgden en bijv. stonden ingeschreven bij de opleiding Elektrotechniek en die zich bij start van de opleiding Mechatronica alsnog voor deze opleiding hebben ingeschreven).

<sup>10</sup> Het aandeel docenten (onderwijzend personeel) met een hbo, master en PhD in het totaal aantal docenten (onderwijzend personeel).

<sup>11</sup> De verhouding tussen het totaal aantal ingeschreven studenten en het totaal aantal fte's aan onderwijzend personeel van de opleiding in het meest recente studiejaar.

<sup>12</sup> Het gemiddeld aantal klokuren per week aan geprogrammeerde contacttijd, voor ieder jaar van de opleiding.



## 2. SAMENVATTING

Saxion Hogeschool (Saxion) verzorgt de hbo-bacheloropleiding Mechatronica (M) in een voltijdvariant op de leslocatie in Enschede. De opleiding Mechatronica leidt professionals op die bijdragen aan het ontwikkelingsproces van complexe en geavanceerde high-tech systemen die zijn opgebouwd uit mechanische en elektrische deelsystemen geïntegreerd met software modules. De mechatronicus houdt zich bezig met het systeem als geheel en met de wijze waarop deelsystemen en modules uit verschillende domeinen aan elkaar gekoppeld zijn en interactie met elkaar hebben. De mechatronisch ingenieur kan werkzaam zijn in de hele keten van onderzoek en ontwerp, tot en met beheer, onderhoud en afbraak/hergebruik in de rol van onder meer ontwikkelaar, systeem- of componentontwerper, tester of service-engineer.

De Nederlandse M-opleidingen profileren zich met eigen accenten en inkleuring. Voor Saxion is die inkleuring regionaal bepaald via aansluiting bij gebieden waarop veel bedrijven en kennisinstellingen in de regio zich richten, waaronder: Robotics & Vision en Systems Engineering. Daarnaast is Living Technology speerpunt en ligt de nadruk op toepassing van het V-model (een systematische ontwerpmethodiek).

### **Standaard 1. Beoogde eindkwalificaties**

Het panel stelt vast dat de doelstellingen van de opleiding helder zijn benoemd in de vorm van een inhoudelijk compleet landelijk profiel dat goed gerelateerd is aan (inter)nationale normen betreffende het bachelorniveau en een dekkende Body of Knowledge. Beide zijn afgestemd met het werkveld. Er is een gedegen, gedetailleerde opleidingseigen uitwerking van de eindkwalificaties in 'competentiekaarten' en een profilering (met landelijk afgesproken focuspunten, eigen speerpunt Living Technology en regionale inkleuringen), beide ook afgestemd met het werkveld.

De internationale component kan in eigen competentiekaarten nader uitgewerkt worden, maar het aandeel in de eindkwalificaties is voldoende. Bovendien zijn er zowel binnen de academie als de opleiding prima opvattingen over wat een student op dit aspect moet leren.

Met het feit dat 'onderzoeken' als aparte eindkwalificatie is benoemd en de nadruk die de opleiding legt op het V-model, is voor het panel de onderzoekscomponent in de doelstellingen duidelijk aanwezig.

Het auditpanel is, gezien het prima landelijke profiel en de solide uitwerking daarvan door de opleiding, de sterke betrokkenheid van het werkveld en de expliciete onderzoekscomponent in de eindkwalificatie van oordeel dat een oordeel *goed* op zijn plaats is.

### **Standaard 2. Onderwijsleeromgeving**

Het panel kenschetst het opleidingsprogramma (240 EC) als degelijk met een goede samenhang tussen de leerlijnen, tussen de studieonderdelen per kwartiel en tussen theorie en praktijk. Het panel is complimenteus over hoe de opleiding het programma in een paar jaar heeft neergezet. Het programma biedt studenten de mogelijkheid de eindkwalificaties te behalen. De vormgeving van het curriculum is volgens het panel passend bij het beroep waarvoor wordt opgeleid. Dat geldt ook voor de keuze van de opleiding om de nadruk te leggen op het ontwikkelen van een brede basiskennis in jaar 1 en 2 en de sterke focus op de beroepspraktijk in jaar 3 en 4. In jaar 1 en 2 staat de Body of Knowledge and Skills (BoKS) centraal. De BoKS is te onderscheiden in: 'Kennis', 'Technische vaardigheden', 'Tools' en 'Professionele vaardigheden'. Het panel signaleert een geleidelijke opbouw van moeilijkheidsgraad, complexiteit en integratie in de projecten door de jaren heen.

De werkvormen die de opleiding benut zijn voldoende divers en passend volgens het panel. Er is aandacht voor multidisciplinariteit wat eraan bijdraagt dat studenten een brede, discipline-overstijgende blik ontwikkelen die voor de integraal opererende mechatronici belangrijk is. Het panel ziet dat het ontwerpgerichte onderzoek voldoende aan bod komt in de opleiding, doordat het is verweven in de onderwijsmodulen.

De opleiding werkt aan het beter herkenbaar maken van de onderzoekslijn. Het panel ziet ook dat het consequent hanteren van het V-model en de aandacht voor Systems engineering/methodisch ontwerpen in de opleiding bijdragen aan het onderzoekend vermogen van studenten. Wat betreft onderzoek verdient de ontwikkeling van de 'kritische houding bij de student' nu extra aandacht. M.b.t. internationalisering zullen in het programma meer mogelijkheden gecreëerd gaan worden om de studenten de recent geformuleerde competenties als 'culturele empathie' te laten behalen. Denk daarbij aan internationaal of nationaal georiënteerde projecten. Die beide punten zijn inmiddels wel voortvarend opgepakt volgens het panel.

De kwaliteit van het huidige programma is voor een belangrijk deel te danken aan het bevoegen en inhoudelijk en onderzoeksmatig stevige toegeruste docententeam, dat zich via scholing en training ook op onderwijskundig gebied continu ontwikkelt. Studenten zijn ook zeer tevreden over hun docenten. De werkdruk blijft daarbij wel een aandachtspunt.

Het panel beoordeelt de opleidingsspecifieke voorzieningen als toereikend en signaleert aandacht voor het oppakken van punten waar studenten minder tevreden over zijn. Studenten ervaren een tekort aan fysieke ruimtes om aan projecten te kunnen werken. Het panel vraagt de opleiding hier aandacht voor te hebben.

De informatievoorziening is volgens het panel prima en naar tevredenheid van studenten.

Het panel is tevreden op de drie hoofdonderwerpen van deze standaard, waarvan de onderdelen ruim voldoende zijn (samenhang programma, balans theorie praktijk, deskundigheid personeel). Gezien de ontwikkelmogelijkheden en aandachtspunten waarvan een aantal hierboven benoemd is, beoordeelt het panel deze standaard over de breedte als 'voldoende'.

### **Standaard 3. Toetsing**

Er is een onderbouwd en gedetailleerd vastgelegd toetsstelsel dat is opgezet vanuit heldere uitgangspunten, passend bij de onderwijsvisie waarin een mix aan toetsvormen wordt ingezet. Essentieel voor de opleiding is het verschil tussen het toetsen van de BoKS en het toetsen van competenties. De BoKS (studenten moeten die na jaar 2 allemaal op eindniveau beheersen) wordt via individuele kennis- en/of vaardigheidstoetsen beoordeeld: de kennisgerichte modules door middel van schriftelijke of digitale kennistoetsen en de praktijkmodules op basis van gerichte opdrachten en bijvoorbeeld aangevuld met een rapportage of mondelinge toelichting. De competenties worden getoetst in de praktijklijn (projecten, stage, het LT-project en de afstudeeropdracht) en worden beoordeeld op basis van op te leveren beroepsproducten en processen die de ontwerpmethodiek ondersteunen. Een steekproef van toetsen gaf het panel het beeld dat de toetsen aansluiten bij de beoogde leerdoelen. Er is voldoende aandacht voor individuele prestatie van de student en voor feedback naar de studenten. Omdat de opleiding praktijkgericht is, betreft zij ook de beroepspraktijk bij de beoordelingen. Dat gebeurt in elk geval bij de stage, bij het afstuderen en bij het Living Technology-project (in jaar 3).

Tot op heden tonen studenten met name via het afstuderen aan dat ze alle competenties op het beoogde niveau behalen. Echter het panel constateert dat in het eindwerk niet alle competenties even expliciet aan bod kunnen komen (de focus ligt op een aantal, vooraf met de student afgesproken competenties, die gedetailleerd uitgewerkt worden). Maar tevens ziet het panel dat studenten in andere studieonderdelen zoals stage en LT-project ook werken aan de competenties op het eindniveau. De opleiding beweegt daarom naar een situatie waarin de student een afstudeerdossier opbouwt waarin hij ook competenties op eindniveau kan behalen in stage en het LT-project. Het panel meent dat met dit afstudeerdossier de aantoonbaarheid van door studenten behaalde competenties voor de opleiding sterker zal worden.

Het panel is onder de indruk van de zowel inhoudelijk als procesmatig zeer verzorgde afstudeerprocedure en de transparante vastlegging daarvan op de (uitgebreide) beoordelingsformulieren (die doorgaans volledig ingevuld worden) met de inzet van gecommiteerden als procesbewakers. De serieuze aanpak maakt het beoordelingsproces navolgbaar voor derden.

Borging van toetsing is, zo stelt het panel vast, in belangrijke mate een teaminspanning: er is veel aandacht voor intervisie ter kalibratie en ten behoeve van bewaking van de toetskwaliteit (vier-ogenbeleid bij opstellen toetsen, toetsmatrijzen, nakijkmodellen).

Terwijl er al ruime aandacht 'aan de voorkant van de toetsing' wordt besteed, kan die aandacht aan 'de achterkant', ofwel de evaluatie nog steviger volgens het panel. De intentie voor verbetering is echter duidelijk aanwezig: de opleiding gaat toetsevaluatie structureel agenderen in de curriculum- en toetscommissie en de examencommissie wil de in haar beleid opgenomen steekproeven bij uitgevoerde toetsen meer aandacht geven, omdat die nu wegens prioriteit van andere zaken niet voldoende zijn uitgevoerd. Op basis van de jaarverslagen van de examencommissie en gesprekken tijdens de audit met het management en de examencommissie, stelt het panel vast dat de examencommissie professioneel opereert, een onafhankelijke positie bekleedt en in control is.

De commissie vormt zich bovendien een eigenstandig oordeel over het eindniveau door zelf eindwerken te beoordelen, door betrokken te zijn bij eindbeoordelingen en door zich via uitgebreide verslaglegging te laten informeren door de externe deskundigen die als gecommiteerden optreden.

Afwegend signaleerde het panel op het gebied van toetsing een aantal sterke punten bij de opleiding (zoals een goed toetssysteem, passend bij visie op onderwijs, een examencommissie die 'in control' is en een zowel inhoudelijk als procesmatig een stevige zorgvuldige afstudeerprocedure). Anderzijds zijn er op essentiële punten nog verbeteringen mogelijk: er is – ook naar eigen zeggen – aandacht nodig voor de evaluatieve kant van toetsing en de meer integrale en aantoonbare vorm van competentietoetsing in de afstudeerfase is nog niet uitgekristalliseerd. Omdat de opleiding op deze standaard ruim voldoende scoort, maar er ook nog belangrijke ontwikkel- en verbeterpunten zijn, beoordeelt het panel deze standaard als 'voldoende'.

#### **Standaard 4. Gerealiseerde eindkwalificaties**

Het auditpanel is van oordeel dat de afstudeeropdrachten van de opleiding voldoen aan hbo-bachelorniveau en zelfs over de breedte gezien boven het gemiddelde bachelorniveau uitstijgen. Ook de resultaten van tussentijdse toetsen passen bij de opbouw van het competentieniveau binnen het curriculum. Met betrekking tot het eindwerk verdient het vastleggen van reflectie van de student op afwegingen in het onderzoeksproces en de conclusiefase (die zit nu met name in de verdediging en minder in de scriptie) meer aandacht. Sterke punten die bijdragen aan de hoge waardering van het eindwerk door het panel zijn de reflectie van eigen profilering, het consequent en zinvol benutten van het V-model, de verzorgde onderzoeksmethodiek en de multidisciplinaire insteek van de afstudeeropdrachten. Het panel stelt op basis van de audit en NSE-cijfers en de auditgesprekken vast dat studenten en alumni tevreden zijn over de aansluiting van hun opleiding bij de beroepspraktijk. Blijkens het auditgesprek met de werkveldvertegenwoordigers, het werkveldtevredenheidsonderzoek (WTO 2015) en de verslagen van gecommiteerden over het gerealiseerde eindniveau, is ook het werkveld content met de aansluiting van de opleiding op de beroepspraktijk en met het functioneren van de afgestudeerden daarin.

Omdat -naast het feit dat het panel de eindwerken van goed niveau vindt- 1) de beoordeling van afstudeerwerken door de opleiding en die van het panel goeddeels overeenkomen, 2) de eindwerken naast het vereiste hbo-bachelorniveau ook de bij standaard 1 beschreven profilering weerspiegelen en 3) de aansluiting van afgestudeerden op de beroepspraktijk goed is, beoordeelt het panel deze standaard als 'goed'.

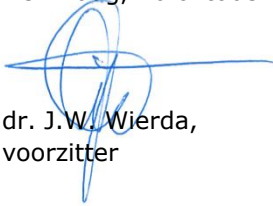
#### **Algemene conclusie**

Het auditpanel trof een jonge opleiding met een zeer hardwerkend en deskundig betrokken team dat in enkele jaren, gesteund door een betrokken werkveld en een constructief landelijk overleg, een zeer degelijk programma neerzette. Het programma en de bijbehorende toetsing bieden studenten de mogelijkheid de beoogde eindkwalificaties te realiseren, eindkwalificaties die voldoen aan (internationale) criteria voor het bachelorniveau en die door het werkveld zijn goedgekeurd.

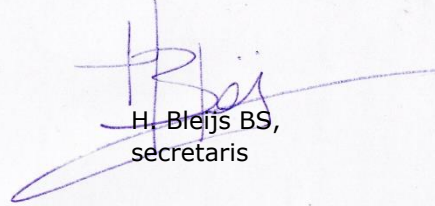
Dat blijkt onder meer uit het feit dat de eindwerken van goede kwaliteit zijn en dat alumni aan de slag kunnen in het werkveld. Nu het programma na een periode van onderwijsontwikkeling stabiel is, is er ruimte om de aspecten onderzoek en internationalisering, die er in de basis voldoende in zitten, naar een hoger plan te brengen.

Het auditpanel beoordeelt de 4 standaarden respectievelijk als 'goed', 'voldoende', 'voldoende' en 'goed'. Op basis daarvan komt het auditpanel, de richtlijnen van de NVAO hanterend, tot de overall kwalificatie 'goed'. Het auditteam adviseert de NVAO derhalve de opleiding te accrediteren voor een periode van zes jaar.

Den Haag, 26 oktober 2016



dr. J.W. Wierda,  
voorzitter



H. Bleijs BS,  
secretaris

### 3. INLEIDING

#### *Algemeen*

De opleiding Mechatronica (M) van Saxion maakt deel uit van de visitatiegroep waaronder ook de overige Nederlandse Mechatronica bacheloropleidingen vallen, namelijk die van Avans Hogescholen, De Haagse Hogeschool en Fontys (Eindhoven en Venlo). De opleiding wordt sinds studiejaar 2011/12 aangeboden op de locatie Enschede en valt onder de Academie Life Science, Engineering and Design (LED). Naast M biedt de academie negen andere bacheloropleidingen aan, verdeeld in de domeinen Engineering (ENG) en Life Science (LS). Mechatronica valt met Werktuigbouwkunde, Elektrotechniek, Industrieel Product ontwerpen, Technische Informatica en Technische Natuurkunde onder eerstgenoemde.

Mechatronica wordt momenteel alleen aangeboden als voltijdvariant. Jaarlijks stromen er tussen de 40 en 50 studenten in. Per 01.09.2016 start er een deeltijd-variant, aangeboden door Saxion Parttime School (binnen het experiment flexibilisering en de pilot vraag-financiering van het Ministerie OCW) en ontwikkelt Saxion een Associate Degree die beoogd is te starten per september 2017. Deze varianten zijn niet beoordeeld door het auditteam omdat ze ten tijde van de audit nog niet ingevoerd waren.

#### *Ontwikkelingen sinds de Toets Nieuwe Opleiding (TNO)*

Bij de TNO in 2010 is de opleiding op alle facetten beoordeeld met een 'voldoende'.

De opleiding is in studiejaar 2011/2012 gestart. De NVAO formuleerde in het besluit naar aanleiding van de bevindingen van het deskundigenpanel de volgende aandachtspunten voor de opleiding. Per punt zijn de belangrijkste acties benoemd die de opleiding naar aanleiding van deze feedback uitvoerde:

- De procedure voor de afstudeeropdracht kan uitgebreider.

Actie opleiding: De opleiding heeft een samenhangende afstudeerprocedure ontworpen met bijbehorende beoordelingsformulieren en afstudeerhandleiding.

- Besteed aandacht aan de verticale samenhang in het programma.

Actie opleiding: De opleiding heeft parallel aan de competentiegerichte inrichting van het curriculum deze samenhang gerealiseerd, onder meer via de relatie tussen de BoKS-modulen en de projecten.

- Versterking van de ervaring van de docenten met de mechatronische beroepspraktijk.

Actie opleiding: De opleiding heeft het docententeam versterkt door mensen met relevante praktijk- en/of onderzoekservaring op mechatronisch gebied aan te trekken.

- Versterk de inrichting van de laboratoria specifiek met het oog op mechatronisch werk.

Actie opleiding: De opleiding heeft een goed ingericht practicumlokaal voor de Skillslabs in gebruik genomen.

In de interne audit die in oktober 2014 plaatsvond, werden door het Saxion auditteam alle standaarden als voldoende beoordeeld. Sinds die interne audit heeft de opleiding het volgende doorgezet:

- Alle relevante documenten zijn geactualiseerd.
- Op deelgebieden hebben de taakverantwoordelijken zorg gedragen voor het onderhoud van deze deelgebieden en de corresponderende documenten. De afstudeercoördinator heeft in samenwerking de afstudeergids aangescherpt waarbij bijvoorbeeld de toetsing met het vier-ogen principe herzien is. Zij bereidden ook de besluitvorming in het docententeam voor. Ontwikkeltaken worden gestructureerd opgepakt.
- Alle besluiten worden in overleg genomen; de docenten opereren nog sterker als team.
- Er zijn structureel extra docenten aangetrokken. Het team bestaat stuk voor stuk uit mensen met een grote expertise op deelgebieden die relevant zijn voor Mechatronica. Het team bouwt verdere ondervinding op, daarbij geholpen door structurele intervisie en didactische scholing.
- Het opleidingsprofiel, dat tevens het leer- en toetsplan omvat, is geactualiseerd.



## 4. OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN

### 4.1. Beoogde eindkwalificaties

**Standaard 1: De beoogde eindkwalificaties van de opleiding zijn wat inhoud, niveau en oriëntatie betreft geconcretiseerd en voldoen aan internationale eisen.**

Toelichting NVAO: De beoogde eindkwalificaties passen wat betreft niveau (bachelor-master) en oriëntatie (hbo-wo) binnen het Nederlands kwalificatieraamwerk. Zij sluiten bovendien aan bij de actuele eisen die in internationaal perspectief vanuit het beroepenveld en het vakgebied worden gesteld aan de inhoud van de opleiding.

#### Bevindingen

##### *Beroepsprofiel*

De vier hogescholen die Mechatronica aanbieden organiseren zich in het Landelijk Mechatronica Overleg (LMO) en vanuit dat gremium is er een beroepsbeschrijving van de mechatronicus opgesteld. Daarin staat dat de mechatronicus niet alleen veel weet van technische systemen, maar dat hij ook in staat is om in verschillende sociale systemen te opereren, zoals in een internationale context en in multidisciplinaire teamverband. De mechatronicus handelt op een zelfstandige manier en kijkt kritisch vanuit een ontwerpgerichte en onderzoekende houding, raadpleegt (wetenschappelijke) bronnen en werkt met behulp van deze kennis aan mechatronische conceptoplossingen. De mechatronicus kan het project opdelen in logische eenheden en planmatig werken. Hij stuurt waar nodig bij, om de doelen op het gebied van kwaliteit, financiën en planning te verwezenlijken. Voorts is de mechatronicus kritisch op het proces en op zijn eigen functioneren en kan hij vanuit reflectie hierop zijn eigen ontwikkeling vormgeven.

De mechatronisch ingenieur kan werkzaam zijn in de hele keten van onderzoek en ontwerp tot en met beheer, onderhoud en afbraak/hergebruik. Afgestudeerden kunnen dan ook terecht komen bij bedrijven en toeleveranciers in de industriële automatisering en machinebouw, maar ook bij ingenieursbureaus, productiebedrijven en kennisinstellingen in de rollen van onder meer ontwikkelaar, systeem- of componentontwerper, tester of service-engineer.

##### *Beoogde eindkwalificaties*

In het domein Engineering, waar Mechatronica binnen valt, wordt het in 2012 vastgestelde landelijke profiel benut: de 'Bachelor of Engineering' (Beng.). Daarin zijn acht competenties gedefinieerd: 1. Analyseren, 2. Ontwerpen, 3. Realiseren, 4. Beheren, 5. Managen, 6. Adviseren, 7. Onderzoeken en 8. Professionaliseren (zie voor een beschrijving bijlage II).

In het LMO stemmen de opleidingen hun uitwerkingen van deze competenties met elkaar af (daarin is de uitwerking van Saxion als best practice benoemd) en is er gezamenlijk een Body of Knowledge and Skills (BoKS) opgesteld (waarvoor de door Saxion opgestelde BoKS de basis vormde). Het panel vindt de competentieset zowel qua inhoud als niveau passend bij het beroepenveld waar de opleiding voor opleidt, ook de BoKS sluiten daar inhoudelijk goed bij aan.

Het panel stelt vast dat de opleiding per competentie op heldere wijze heeft beschreven op welke beroepsrol/functie deze betrekking heeft en dat kritische beroepssituaties en dilemma's en de vereiste mate van complexiteit en zelfstandigheid beschreven zijn. Verder is elke competentie geconcretiseerd in deelaspecten en zijn per competenties beoordelingsaspecten benoemd (voor studenten 'bewijzen voor de competentie' genoemd) die zijn uitgewerkt in prestatie indicatoren (voor studenten 'bewijsmateriaal in [proces]detail' genoemd). Zie verderop in deze standaard onder de kop 'onderzoek' een voorbeeld van deze uitwerking.

### *Niveau en Oriëntatie*

De opleiding heeft in het eigen opleidingsprofiel (afgeleid van de landelijke profielbeschrijving) aangetoond dat de set eindkwalificaties aansluit bij de (inter)nationale eisen die qua onderwijsniveau gesteld worden door een koppeling te maken met de Dublin Descriptoren.

In de 'Bachelor of Engineering' zijn drie competentie-beheersniveaus geformuleerd. De opleiding bepaalde, binnen de richtlijnen van de domeinbeschrijving, dat studenten drie van de acht competenties op niveau 3 dienen te behalen en de overige op niveau 2. Saxion kiest er sinds februari 2014 voor om studenten de competentie Professionaliseren op een hoger niveau te laten behalen dan het landelijk afgestemde niveau (op niveau 3 i.p.v. 2, zie ook bijlage II).

Met de opleidingseigen uitwerking van de eindkwalificaties in direct aan het beroep ontleende situaties, rollen (waarvoor het V-model<sup>13</sup> gehanteerd is, zie alinea hieronder) en resultaten, geconcretiseerd in prestatie-indicatoren zijn de eindkwalificaties volgens het panel duidelijk beroepsgericht, zoals vereist voor een hbo-bacheloropleiding.

### *Profilering/positionering in domein*

Alle Nederlandse Mechatronica opleidingen profileren zich met eigen accenten en inkleuring. Voor Saxion is die inkleuring regionaal bepaald door aan te sluiten bij gebieden waarop veel bedrijven en kennisinstellingen in de regio zich richten, waaronder: Robotics & Vision en Systems Engineering. Met die accenten, het eigen speerpunt Living Technology (High Tech Systemen en materialen) en de nadruk op het toepassen van het V-model (zie standaard 2) profileert de opleiding zich ten opzichte van de andere Nederlandse opleidingen. Het panel herkent die profilering, onder meer in de werkveldrelaties die de opleiding heeft en herkent tevens dat het V-model centraal stond bij de uitwerking van de competentiekaarten door de opleiding.

Het panel stelt dat de gekozen accenten (R&V, HTS&M en SE) afzonderlijk niet uniek zijn, maar landelijk gezien als combinatie profilerend. Het onderscheidend vermogen zit ook een laag dieper, namelijk op applicatieniveau en wel door de regionale inkleuring.

### *Internationalisering*

In de vastgelegde Bachelor of Engineering-domeincompetenties heeft internationalisering een plek in de beschrijving van de competenties Managen en Professionaliseren en in het landelijk geformuleerde beroepsprofiel staat dat de mechatronicus kan opereren in internationale teams en dat hij vanuit een open blik rekening houdt met de verschillende normen en waarden in de diverse culturen. In de Saxion uitwerking van de landelijke competenties is dit niet gedetailleerd uitgewerkt maar het panel ziet dit wel terug in de complexiteit-/zelfstandigheid-beschrijving bij de competenties 'Managen' en 'Professionaliseren'. Bij 'managen' gaat het dan om effectief kunnen communiceren met internationale opdrachtgevers, projectleden en andere betrokkenen. De omschrijving bij 'professionaliseren' omvat onder meer het hebben van een internationale oriëntatie (zoals kennis van ontwikkelingen in het buitenland).

Het internationale aspect is daarmee aantoonbaar opgenomen. Het panel heeft begrepen dat internationalisering bij deze jonge opleiding –na de opbouwfase waarin onderwijsontwikkeling en uitvoering prioriteit genoten - inmiddels meer prioriteit heeft; daarbij gestimuleerd door ontwikkelingen die op dit gebied bij de Academie LED gaande zijn. LED werkt er namelijk aan dat internationalisering een integraal en vanzelfsprekend onderdeel moet gaan worden van de academie.

---

<sup>13</sup> Het V-model is een model voor ontwikkeling en verificatie van een systeemontwerp. Het ontwerp inclusief de verificatie is opgedeeld in een aantal fasen die elk een aantal vooraf gedefinieerde producten opleveren. Wanneer de producten van een fase zijn opgeleverd, vormen deze de basis voor de volgende fase, er kan dus niet worden begonnen aan een nieuwe fase wanneer de producten van de vorige fase niet zijn opgeleverd (en goedgekeurd). Dit herhaalt zich voor alle fasen.



Daartoe is er een helder plan waarin het begrip internationalisering geconcretiseerd is, met doelen en een strategie hoe die te bereiken zijn. De door LED geformuleerde internationale en interculturele competenties zijn: 1) culturele empathie, 2) open-minded 3) taalvaardigheid, 4) mondiale betrokkenheid en 5) flexibiliteit. 'Internationalisering at home' zal het voornaamste middel zijn om deze competenties praktijkgericht te kunnen realiseren, al wordt 'internationalisering abroad' ook gestimuleerd.

Concluderend ziet het panel dat het internationale aspect deel uitmaakt van de eindkwalificaties. Het panel onderschrijft de opmerking van de opleiding in de audit dat dit in de eigen competentieset nog nader gedetailleerd kan worden, mogelijk gebruikmakend van de hiervoor genoemde door LED opgestelde competenties.

### *Onderzoek*

'Onderzoeken' is een aparte competentie in het landelijke domeinprofiel en dus ook in de beoogde eindkwalificaties van de opleiding. In het beroepsprofiel staat dat de mechatronicus met een zelfstandige en kritische houding ontwerpgericht onderzoek uitvoert en (wetenschappelijke) bronnen raadpleegt en met behulp van deze kennis werkt aan mechatronische conceptoplossingen.

Hieronder zijn de stappen van de competentie 'onderzoeken' op domeinniveau naar de opleidingsspecifieke uitwerking in prestatie-indicatoren weergegeven.

#### Competentiebeschrijving 'onderzoeken', zoals geformuleerd in het landelijk profiel Bachelor of Engineering

De engineer heeft een kritisch onderzoekende houding en maakt gebruik van geschikte methoden en technieken m.b.t. het vergaren en beoordelen van informatie, om toegepast onderzoek uit te kunnen voeren en te innoveren. Deze methoden kunnen zijn: literatuuronderzoek, het ontwerp en de uitvoering van experimenten, de interpretatie van data en computer simulaties en het trekken van gefundeerde conclusies. Hiervoor worden databanken, standaarden en (veiligheids)normen geraadpleegd en houdt de engineer zaken als betrouwbaarheid en validiteit nauwlettend in de gaten.

#### Vertaling van de domeincompetentie 'onderzoeken' door de opleiding (opgenomen in de competentiekaart)

1. de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de vraagstelling opstellen;
2. zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren;
3. de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de onderzoeks- vraag;
4. resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard;
5. op basis van de verkregen resultaten de gekozen aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek.

#### Uitwerking van bovengenoemd punt 2 naar prestatie-indicatoren (opgenomen in de competentiekaart)

- 2.1 Meerdere zoek- en onderzoeksmethoden inzetten om gewenste literatuur te vinden.
- 2.2 Bronvermelding gebruiken op correcte manier zowel in de tekst als de literatuurlijst.
- 2.3 Beoordelen van bronnen op hun betrouwbaarheid en validiteit.
- 2.4 Werkmethode vastleggen voor het uit te voeren onderzoek.

De onderzoekscompetentie is voor Mechatronica vooral gericht op ontwerpend onderzoeken, maar ook op het ontwikkelen van een kritische houding bij studenten. Het panel vindt beide uitwerkingen passend en belangrijk voor dit type opleiding. Zie voor de samenwerking met lectoraten op het gebied van onderzoek in de opleiding standaard 2.

### *Validering door het werkveld*

De betrokkenheid van het werkveld en de validering door het werkveld van de eindkwalificaties is goed te noemen aldus het panel. De domeincompetenties zijn opgesteld met stevige inbreng van het werkveld, wat ook geldt voor het landelijk beroepsprofiel dat in het LMO opgesteld is.

Ook de eigen uitwerking (competentie-uitwerkingen, BoKS en keuze voor de inhoudelijke accenten) van Saxion wordt – zo blijkt uit de notulen van de beroepenveldcommissie (BVC) en het gesprek in de audit met werkveldvertegenwoordigers – regelmatig en inhoudelijk met een afvaardiging van het beroepenveld besproken. Hiertoe komt twee maal per jaar de BVC bijeen. Die BVC bestaat volgens het panel uit een representatieve vertegenwoordiging van het (regionale) werkveld, passend bij de profilering.

### **Weging en Oordeel**

Het panel concludeert dat de doelstellingen van de opleiding helder zijn benoemd in de vorm van een inhoudelijk compleet landelijk profiel dat goed gerelateerd is aan (inter)nationale normen betreffende het niveau en een dekkende Body of Knowledge; beide afgestemd met het werkveld. Er is een gedegen, gedetailleerde opleidingseigen uitwerking van de eindkwalificaties en een profilering (met landelijk afgesproken focuspunten, eigen speerpunt Living Technology en regionale inkleuringen) wederom afgestemd met het werkveld.

Ondanks dat de internationale component in eigen competentiekaarten nader uitgewerkt kan worden, is het aandeel in de eindkwalificaties voldoende. Bovendien zijn er op dit aspect zowel in de academie als in de opleiding ideeën over wat een student moet leren. Met het feit dat 'onderzoeken' een aparte eindkwalificatie is in het beroepsprofiel en de nadruk die de opleiding van Saxion legt op het V-model, is voor het panel de onderzoekscomponent in de opleidingsdoelstellingen duidelijk aanwezig. Het auditpanel is, het bovenstaande afwegend, van oordeel dat een oordeel 'goed' op zijn plaats is.

## 4.2. Onderwijsleeromgeving

**Standaard 2: Het programma, het personeel en de opleidingsspecifieke voorzieningen maken het voor de instromende studenten mogelijk de beoogde eindkwalificaties te realiseren.**

Toelichting NVAO: De inhoud en vormgeving van het programma stellen de toegelaten studenten in staat de beoogde eindkwalificaties te bereiken. De kwaliteit van het personeel en van de opleidingsspecifieke voorzieningen is daarbij essentieel. Programma, personeel en voorzieningen vormen een voor studenten samenhangende onderwijsleeromgeving.

### Bevindingen

#### Programma

Het programma van de voltijd-opleiding Mechatronica bestaat uit vier jaar van elk 60 European Credits (EC). In de eerste twee jaar volgt de student een vast programma kennis- en vaardigheidsvakken en past die toe in projecten (zie voor een overzicht bijlage III). Jaar 3 en 4 bestaan uit vier onderdelen van elk een half jaar: de stage, een Living Technology project (LT-project), een minor en het afstuderen.

Het programma is vormgegeven naar vijf uitgangspunten zoals gedefinieerd in de visie op leren in het opleidingsplan van de opleiding:

1. Focus op de beroepspraktijk;
2. Geleidelijke opbouw van moeilijkheidsgraad, complexiteit en integratie;
3. Intensief programma van instructie, training en oefening;
4. Zelfverantwoordelijke en zelfsturende student;
5. De school is de werkplaats met het project als centraal onderwijsmiddel.

Het panel herkent deze uitgangspunten in het programma.

#### *Instream*

De opleiding kent een diverse instroom van mbo-ers, havisten en vwo-ers met de profielen Natuur & Techniek en Natuur & Gezondheid. De opleiding voert oriëntatiegerichte intakegesprekken met aankomende studenten, om zicht te krijgen op de vraag of opleiding en student bij elkaar passen. De intake omvat ook een digitaal assessment, dat het startniveau van de studenten met betrekking tot zaken als rekenvaardigheid, wiskundige vaardigheid, Nederlandse taal, Engelse taal en de persoonlijkheid van de student in beeld brengt. Als de uitkomsten er aanleiding toe geven kan de opleiding een student aanraden om zich op een gebied bij te scholen, bijvoorbeeld via een zomercursus Wiskunde, of de student (niet-bindend) adviseren deze studie niet te gaan volgen. Verder benut de opleiding de resultaten voor studieloopbaanbegeleiding. Ook zijn er enkele 'homologatie modules' in jaar 1 opgenomen, die als doel hebben de diverse instroomgroepen in jaar 1 inhoudelijk gelijk te trekken. Havisten volgen bijvoorbeeld de module Technisch Teken wel, maar de module Taal niet. Met een ROC in de buurt waar veel mbo-ers vandaan komen, stemt de opleiding inhoudelijk af. Volgens het panel is mede dankzij de voornoemde maatregelen de uitval relatief laag (variërend tussen circa 15 en 35% in het eerste jaar).

#### *Relatie eindkwalificaties – programma*

Zoals in standaard 1 reeds is vermeld, vertaalde de opleiding de landelijke kwalificaties van de Bachelor of Engineering helder naar een gedetailleerde competentieset voor Mechatronica. Die vormt samen met de landelijk vastgestelde Body of Knowledge en Skills (BoKS) de basis voor het leerplan en het toetsplan. Daarnaast hanteert de opleiding drie niveaus waarop de competenties behaald dienen te worden. Om die niveaus te kunnen meten zijn ze opgebouwd uit drie te scoren onderdelen betreffende zelfstandigheid, complexiteit van de opdracht en complexiteit van de werkomgeving.

De competentieset is op niveau 3 'beginnend beroepsbeoefenaar' beschreven. (dit is bewust gedaan ook al hoeft niet elke competentie op niveau 3 behaald te worden).

Het leerplan is een blauwdruk van de opleiding, waarin jaar 1 en 2 zijn uitgewerkt in vakken en projecten binnen een aantal leerlijnen (zie onder de kop 'Vormgeving curriculum'). Volgens het panel is die blauwdruk helder en dekkend. In het toetsplan dat per module wordt opgesteld is af te lezen aan welke competentie-onderdelen wordt gewerkt en op welk niveau (uitgesplitst naar zelfstandigheid en complexiteit van opdracht en werkomgeving). In de studiehandleidingen staan voor studenten concrete leerdoelen. Zo staan in de modulehandleiding voor 'Programmeren in c' onder meer de volgende leerdoelen: de basisconstructie van C++ toepassen, eenvoudige algoritmen ontwerpen, datastructuren ontwerpen passend bij algoritmen en een verzorgde programmeerstijl hanteren en documenteren.

Het panel heeft niet in één overzicht kunnen zien dat alle onderdelen van alle competenties in het programma afgedekt zijn, maar de gedegen uitgewerkte voorbeelden van competentiekaarten, studiehandleidingen en toetsplannen die het panel wel heeft gezien, gaven geen reden tot twijfel hierover.

#### *Vormgeving curriculum*

In de eerste twee opleidingsjaren staat een brede oriëntatie centraal, waarin studenten zich de benodigde basiskennis en vaardigheden eigen maken in drie leerlijnen gekoppeld aan de technische disciplines die ten grondslag liggen aan Mechatronica (W, E, I). Daarnaast is er een leerlijn voor wiskunde en een leerlijn waarin studenten leren werken in projecten en het daarin toepassen van de door hen opgedane kennis en vaardigheden. Het projectmatig werken wordt gestructureerd op basis van daarvoor bestaande modellen (zoals Prince2 en met name door het V-model). In jaar 2 komt er een 'integratie-lijn' bij. Daarin leert de student meer in systemen te denken en de drie disciplines te integreren.

In het derde en vierde studiejaar staat de beroepsrol en dus het 'buitenschools werken aan competenties' centraal. Studenten doen praktijkervaring op in de stage en bouwen die verder uit in de multidisciplinaire projecten in het Living Technology semester, de minorruimte en het afstuderen. Studenten kunnen kiezen uit Saxion minoren die binnen Saxion zijn ontwikkeld of minoren die (bijvoorbeeld via het samenwerkingsverband van de vier hogescholen zijn ontwikkeld) bij een andere hogeschool worden aangeboden. Een minor op het gebied van Robotica en Vision is binnen de academie in ontwikkeling.

De vormgeving van het curriculum is volgens het panel passend bij het beroep waarvoor wordt opgeleid. De keuze voor de nadruk op het ontwikkelen van een brede basiskennis in jaar 1 en 2 en de sterke focus op de beroepspraktijk in jaar 3 en 4 is legitiem. Het panel signaleert een geleidelijke opbouw van moeilijkheidsgraad, complexiteit en integratie in de projecten.

In een opleiding als Mechatronica waarin in projecten de integratie van verschillende disciplines centraal staat is een goede samenhang in de studieonderdelen van groot belang. Het panel ziet dat hier de juiste aandacht voor is en stelt vast dat de samenhang tussen de studieonderdelen prima is. Ook studenten onderschrijven dat (NSE 2016 score: 7,5). Het panel vindt het sterk dat de opleiding op dit vlak goed luistert naar studenten en waar dat zinvol is aanpassingen doet in het programma, wat de studeerbaarheid ten goed komt. Het panel kreeg hiervan van studenten diverse voorbeelden. Studenten zien door de jaren heen dat de integratie van de leerlijnen in de projecten is verbeterd doordat er is geschoven in vakken. In jaar 1 passen studenten nu het vak Sensoren en Actuatoren toe in het "project Embedded Systems" waarbij men een autonoom rijdende stofzuiger construeert. Door het verplaatsen van het elektronica Skillslab van kwartiel 4 naar 1 in jaar 1 sluit dit beter aan bij het "Project Data-Acquisitie".

De werkvormen die de opleiding benut zijn voldoende divers en passend volgens het panel. Via colleges en practica ontwikkelen studenten kennis en vaardigheden van de disciplines W, E en I. In de projecten leren ze het toepassen en integreren daarvan en het projectmatig en professioneel werken. Het feit dat sommige projecten (het LT-project en doorgaans de minoren) multidisciplinair zijn, draagt bij aan het ontwikkelen van een brede, discipline-overstijgende blik, die voor de integraal opererende mechatronicus belangrijk is.

#### *Kennisontwikkeling, vakinhoudelijk niveau*

Voor de kennisontwikkeling op vakinhoudelijk niveau is een Body of Knowledge and Skills opgesteld. De richtlijn hiervoor is in het LMO vastgesteld. De BoKS is te onderscheiden in:

- 'Kennis', zoals statica en sterkteleer (werktuigbouwkunde), onderzoekmethodieken, integreren en complex rekenen (wiskunde);
- 'Technische vaardigheden', zoals CAD-tekenen, software schrijven;
- 'Tools', zoals software pakketten (solid works, Matlab, office) en gereedschap (solderen, lassen);
- 'Professionele vaardigheden', zoals methodisch en multidisciplinair werken.

Het panel mist in de BoKS geen essentiële onderdelen en beschouwt de BoKS derhalve als adequaat voor de hbo-mechatronicus. De wijze waarop de BoKS met name in de eerste twee jaar is opgenomen past bij het uitgangspunt in de visie op onderwijs: 'Intensief programma van instructie, training en oefening'.

#### *Praktijkgerichtheid en ontwikkeling beroepsvaardigheden, professioneel niveau*

Eén van de uitgangspunten in de visie is 'Focus op de beroepspraktijk'. Het panel herkent dat punt en stelt vast dat het beroepsgerichte karakter van de opleiding tot uiting komt in alle jaren van de opleiding. De beroepsgerichte competentiebeschrijvingen vormen daarvoor de basis. Al in de eerste twee jaar, waarin studenten met name werken aan het ontwikkelen van de theoretische en praktische basiskennis, passen zij deze ook toe in samenwerking met de beroepspraktijk ontwikkelde projecten (passend bij visie-uitgangspunt: 'De school is de werkplaats met het project als centraal onderwijsmiddel'). Bijvoorbeeld in projecten 'inleiding in de Mechatronica' in jaar1' en 'ontwerpen en realiseren' in jaar 2.

In deze studie jaren wordt de rol van systeemontwerper, bouwer en systeemintegrator beoefend. Daarbij ontwerpen de studenten beroepsproducten en beroepsconcepten (via het V-model). De 3D Beton-printer als ontwikkeling voor de bouwindustrie in samenwerking met Dura Vermeer en het lectoraat Industrial Design dient als voorbeeld. Ook via gastsprekers, excursies (drie werkbezoeken in jaar 1 bij o.a. databedrijven), beurzen (jaarlijks de Precisiebeurs en de WATT) en de projectweek zijn er vrijwel continu links met de praktijk. Zoals al aangegeven zijn jaar 3 en 4 nog sterker gericht op het ontwikkelen van beroepsvaardigheden in een realistische werkomgeving, zoals in de stage en het afstuderen, waarbij de student zelf een opdracht zoekt bij een bedrijf (of lectoraat) en die daar ook uitvoert.

De studenten die het auditpanel sprak, waarderen de praktijkgerichtheid positief. Ze vinden het leerzaam en leuk dat mensen uit het bedrijfsleven betrokken worden bij de begeleiding van projecten. De NSE 2016 ondersteunt dit beeld. Daarin scoort 'het opdoen voor vaardigheden voor de beroepspraktijk' een 7,2.

In de onderwerpen van de opleiding zoals het project "Ontwerpen en Realiseren" alsmede "Analyseren en Conceptualiseren", maar ook in de minor R&V, de projecten via het lectoraat en het Living Technology project, ziet het panel de landelijke en regionaal gekozen profilering van de opleiding terug (de accenten Robotics & Vision, HTSM en SE, het Saxion speerpunt Living Technology en de nadruk op toepassen van het V-model ).

### *Ontwikkeling onderzoekvaardigheden*

In standaard 1 is de competentie 'Onderzoeken' al genoemd. Die is voor Mechatronica vooral gericht op ontwerpend onderzoeken, maar ook op het ontwikkelen van een kritische onderzoekende houding bij studenten, die verondersteld worden 'reflectieve beroepsbeoefenaren' te worden. In de opleiding Mechatronica zit door het ontwerpproces dat studenten doorlopen al een vanzelfsprekende onderzoekscomponent. Studenten maken zich het daarvoor benodigde onderzoekende vermogen eigen, geïntegreerd in de onderwijsmodulen en aan de hand van beroepsproducten, bijvoorbeeld in:

- Het SkillsLab data-acquisitie (jaar 1); daarin komen literatuuronderzoek, vooronderzoek doen, criteria bepalen etc aan de orde.
- Het project Ontwerpen en Realiseren (jaar 2); daarin is onder meer aandacht voor het uitvoeren van het onderzoek en onderzoeksresultaten samenvatten, structureren, interpreteren en relevante conclusies trekken en resultaten rapporteren conform een gewenste standaard, geïntegreerd in beroepsproducten zoals een plan van aanpak, een ontwerp, een testrapportage en een schriftelijk betoog voor een conceptkeuze.
- Het LT-project (jaar 3); hierin werken projectgroepen aan ontwikkel- en haalbaarheidsvraagstukken uit de multidisciplinaire beroepspraktijk.
- Het afstuderen, waarin de student een probleemstelling en onderzoeksplan schrijft en dit praktijkonderzoek uitvoert.

Het panel ziet ook dat het consequente hanteren van het V-model en de aandacht voor Systems engineering/methodisch ontwerpen in de opleiding bijdragen aan het onderzoekend vermogen van studenten.

Het panel ziet dat het ontwerpgerichte onderzoek voldoende aan bod komt in de opleiding, verweven in de onderwijsmodulen. Doel vanuit de opleiding is dat de verschillende programmaonderdelen een voor studenten goed herkenbare onderzoeklijn gaan vormen, daar wordt nu aan gewerkt. Voorts zeiden docenten dat ze willen dat studenten zich meer onderzoekend gaan tonen op onderdelen waar ze weinig van weten. Dat past bij de signalering van het panel dat op het ontwikkelen van een kritisch houding nog winst te behalen is. Dat bleek uit gesprekken met docent/onderzoekers over de verschillende lectorale projecten waar studenten bij betrokken zijn.

Voor doorontwikkeling van onderzoek is volgens het panel een goede voedingsbodem aanwezig:

- Een aanzienlijk aantal docenten is docent-onderzoeker en werkt zowel voor de opleiding als voor het lectoraat alwaar ze toegepast onderzoek uitvoeren. Met die onderzoeken (relevant voor het maatschappij en werkveld en steeds zo geformuleerd dat studenten kunnen bijdragen) wordt expliciet ingezet op het vormen van een link tussen praktijkgericht onderzoek en onderwijs.
- In de uitvoering van onderzoek werkt de opleiding samen met het lectoraat Mechatronica en zijn er (verder te intensiveren) contacten met de overige lectoraten Lichtgewicht Construeren en NanoPhysicsInterface binnen het domein. De lectoraten dragen al bij aan de inhoud van het onderwijs; voorlopig nog vooral aan de minoren en het LT-project.
- Daarnaast zijn er zo nu en dan stagiairs of afstudeerders werkzaam bij de lectoraten. Dat aantal zal mogelijk verder toenemen zodra de lectoraten bekender worden bij studenten, wat - zo bleek uit het gesprek met de studenten - nog niet heel sterk het geval is.

### *Internationale aspecten in het programma*

Het panel heeft er begrip voor dat internationalisering in de pioniersjaren van de opleiding niet hoog op de agenda stond gezien de onderwijs-ontwikkeltaken en beperkte personeelscapaciteit. Daardoor is het aandeel internationalisering nog in beperkte mate aanwezig. Recent zijn er echter wel ontwikkelingen zichtbaar in het programma, waarvan recentelijke geïnitieerd vanuit de Academie LED, die in april 2016 een beleidsplan ontwikkelde met daarin internationale competenties (zie standaard 1).

Een mooi voorbeeld van internationalisering is dat het Living Technology-project is toegelaten tot het European Project Semester (EPS), waardoor studenten uit de deelnemende landen bij elkaar vergelijkbaar projectonderwijs kunnen volgen. Hierdoor zal het in de toekomst vaker voorkomen dat studenten Mechatronica samen met studenten uit deze landen een projectgroep vormen of zelf in het buitenland het LT-project doen. Daardoor zullen ze meer mogelijkheden krijgen om aan de internationale competenties 'culturele empathie', 'open-minded' en 'mondiale betrokkenheid' te werken. Studenten leren nu al in verschillende projecten (o.a. LT-project) communiceren in het Engels en moeten in diverse modules ook internationale literatuur en referenties gebruiken. Circa een derde deel van de door het panel bestudeerde scripties was Engelstalig.

Er zijn al enkele studenten die stage lopen, minoren volgen of afstuderen in het buitenland. Het gaat hierbij om trajecten in Zuid-Afrika, China, Duitsland, Zwitserland en Denemarken. De opleiding neemt tevens deel in het EPS (European Project Semester), waarbij een student van ons in Polen heeft geparticipeerd. De opleiding wil de buitenlandse uitwisselingen en deelnemingen vergroten. Die ambitie is er ook bij de studenten, stelt het panel vast. Daarom krijgen de tweedejaars studenten daarover sinds dit jaar een informatiesessie.

Het auditpanel concludeert dat het aandeel internationalisering in de opleiding nog niet optimaal is. Het zit zagezegd nog niet in het DNA en het panel raadt aan de weg naar internationale projecten, stages en afstuderen duidelijker te plaveien. Tegelijkertijd signaleert het panel de eerste aanzetten alsook planvorming en de aanwezige voorwaarden om die te gaan realiseren (aantal internationale docenten, meer capaciteit in docententeam, reeds aanwezig netwerk met o.a. Duitsland, i.c. HTW Saarbrücken, en Zweden).

#### *Studielast, studeerbaarheid en studieloopbaanbegeleiding*

Mechatronica is een relatief zware opleiding, wat voortkomt uit het feit dat de student zich van drie disciplines (W, I en E) relevante basiskennis eigen moet maken. Omdat de studielast voldoende evenredig gespreid is over de kwartielen is de opleiding voor de gemotiveerde student met de juiste vooropleiding in principe prima haalbaar, aldus de opleiding en de studenten. Met het bindend studieadvies (BSA) van 51 EC selecteert de opleiding al vanaf het eerste jaar stevig en daardoor stromen alleen studenten door die het niveau aankunnen. Het panel vindt het goed om te vernemen dat voor de studenten die geen moeite hebben met het niveau excellentie-trajecten aangeboden worden, zoals in de casus van een student die via het lectoraat een extra praktijkopdracht (voor Demcon) uitvoert voor 30 EC.

Via de studieloopbaanbegeleiding (SLB) en het vak Persoonlijke Professionele Ontwikkeling (PPO) houdt de opleiding vinger aan de pols bij de voortgang van studenten. Omdat dat nog beter (lees: minder versnipperd) kon, worden sinds vorig studiejaar die vakken (SLB en PPO) door een vaste docent per klas gegeven, met een wekelijks gezamenlijk uur voor de hele klas. Studenten zijn hierover tevreden, ze waarderen dat je er in de SLB-les echt op aangesproken wordt als je je toetsen niet haalt.

In de studieloopbaanbegeleiding is het uitgangspunt 'zelfverantwoordelijke en zelfsturende student' herkenbaar. Na de eerste twee jaar wordt dit vak vraaggericht aangeboden in plaats van gestructureerd aanbodgericht. In jaar 3 en 4, waarin de student zelfsturend is in de invulling van zijn programma, zal hij aan de hand van een portfolio onderbouwen waar hij aan welke competenties werkt.

#### **Docenten**

##### *Kwaliteit*

Het panel trof een docententeam aan met een hoge mate van betrokkenheid bij de opleiding en dat een zeer energieke indruk wekte. De drive om de opleiding zowel inhoudelijk als onderwijskundig kwalitatief goed neer te zetten is groot, zo bleek uit de verslagen van teamoverleggen en uit de auditgesprekken met het management, studenten en de docenten zelf. De organisatie van het team is helder.

Er is een teamleider en taken en eigenaarschap zijn verdeeld, waarmee structuur is aangebracht in de ontwikkeltaken die bij een opleiding horen. Docenten hebben naast hun onderwijsuitvoeringstaak verschillende taken in bijvoorbeeld de curriculum- en toetscommissie. De docenten houden elkaar scherp op rolvastheid: niet het hele docententeam, maar de (onderwijs)taakeigenaren zijn primair verantwoordelijk. Dit werkt naar tevredenheid gezien de resultaten van het medewerkertevredenheidsonderzoek 2015 bij de opleiding: de algemene tevredenheid scoorde daarbij een 8,8.

Het auditpanel is van oordeel dat het team de opleiding inhoudelijk kan dragen. Uit de door de opleiding opgestelde skillslijst blijkt dat voor het overgrote deel van de vakken (zoals Programmeren in C, Skillslab Robotica en Elektrische actuatoren) de inhoudelijke onderwijsexpertise op basis-, ervaren- of expertniveau in huis is. Op enkele vakken zitten docenten nog op startniveau (zoals Nederlands voor MBO, PLC-programmeren en computer architectuur). Op die vakken moet nog ervaring opgebouwd worden en kan de opleiding nu expertise van andere opleidingen inschakelen.

Voor de onderwijstaken naast les geven geldt eveneens dat voldoende expertise in huis is: voor SLB-begeleiding, stage- en afstudeerbegeleiding zijn ervaren of zeer ervaren medewerkers in het team aanwezig en voor de benodigde skills voor toetsing en didactiek stelt de opleiding certificeringseisen. Uit de skills-lijst blijkt voorts dat, gezien de korte periode dat een aantal docenten bij de opleiding werkt, het verder opbouwen van ervaring op het gebied van de teamtaken in de breedte van het team aan de orde is.

M.b.t. de samenstelling van het docententeam viel het panel voorts een aantal zaken in positieve zin expliciet op:

- Het docententeam is internationaal samengesteld (Nederland, Rusland, Ethiopië, Verenigde Staten en België), wat de realisatie van de ambities voor het verstevigen van de internationale component in de opleiding zeer ten goede komt.
- Het docententeam is, ondanks dat het een vrij jong team is, hoog gekwalificeerd: vijf docenten zijn in het bezit van een PhD, twee zijn op MSc niveau opgeleid en vier op Bachelor-niveau (drie van die vier werken aan hun master of gaan daaraan werken, één docent hoeft dat bij wijze van uitzondering niet meer vanwege zijn door de jaren opgebouwde kennis en ervaring en leeftijd). Er is daarmee ook ruim voldoende onderzoekend vermogen in huis om eigen doelstellingen en verdere ambities op het gebied van onderzoek te kunnen realiseren.
- Van de 11 docenten zijn er 5 verbonden zijn met een lectoraat. Docenten zijn aangesteld als docent-onderzoeker en werken zowel voor de opleiding als voor een lectoraat. Aldaar voeren ze toegepaste onderzoeken uit die relevant zijn voor de maatschappij en het werkveld en dusdanig geformuleerd worden dat studenten kunnen bijdragen. Hiermee is er een stevig vermogen om vanuit de lectoraten directe bijdragen te leveren aan de onderwijsinhoud. Het panel ziet dat dat vermogen deels al benut wordt, maar dat dit nog veel sterker kan.
- Er is (naast de stimulans om een master- of Phd-graad te halen) ruime aandacht voor scholing op onderwijs-technische aspecten: alle docenten zijn BKE-gecertificeerd en dus gekwalificeerd voor het maken en beoordelen van toetsen. (Twee docenten die recent in dienst kwamen gaan deze nog behalen). Zeven docenten zijn inmiddels in het bezit van het door Saxion gewenste certificaat op het gebied van didactische scholing (BDB) en vier docenten behalen die in 2016-2017.
- Een aanzienlijk deel van de docenten heeft relevante praktijkervaring (afkomstig uit bedrijfsleven of via praktijkgerichte onderzoeken van een lectoraat), wat waardevol is voor een hbo-opleiding. Via trainingen (zoals nu gepland Industry 4.0), bedrijfsbezoeken, beurzen en conferenties actualiseren docenten hun praktijkkennis.



- Naast formele training en scholing faciliteert het management ruimte voor intervisie in het team, die docenten als zeer effectief kenmerken. In de teammeetings wordt alles in gezamenlijkheid besproken, zoals het komen tot de BoKS, de samenhang in het programma en opgestelde toetsen.
- De docenten van de opleiding hebben via contacten met gecommiteerden, BVC en andere werkveldcontacten relaties met lectoraten en kennisinstellingen (in Nederland en daarbuiten) een stevig netwerk ter benutting in het onderwijs (onder meer in het LT-project en bij gastlessen).

Studenten zijn tevreden over de docenten (themascore NSE 2016: 7,2). In de audit zeiden de studenten ook expliciet zeer tevreden te zijn over de invulling van de recent ingevulde vacatures. In de NSE 2016 beoordelen zij de inhoudelijke deskundigheid (7,3), de betrokkenheid (7,6), de kwaliteit van de begeleiding (7,3), de kennis over de beroepspraktijk (7,3) en de didactische kwaliteit van docenten (7,1) positief. Deze scores zijn in 2016 net iets gestegen ten opzichte van 2015. In de audit koppelden studenten dat aan het feit dat er vorig jaar minder docenten waren én dat er toen een aantal nieuwe docenten binnen kwam. Waarschijnlijk scoort om die laatste reden de mate waarin docenten inspirerend zijn met een 6,6 iets lager dan de overige scores. In de audit zeiden studenten dat ze gemiddeld genomen de lessen van docenten wel inspirerend vinden, maar dat er soms een wat mindere tussen zit. De opleiding verwacht dat naar mate de docenten meer onderwijservaring opdoen, hun didactische kwaliteiten en inspirerend vermogen verder zullen toenemen in combinatie met intervisie en scholing (BDB).

#### *Capaciteit*

De opleiding kampte een aantal jaren met een capaciteitstekort die ,in combinatie met ziekte van enkele docenten en de ontwikkelfase waarin de opleiding zich bevond tot een stevige werkdruk leidde. Het panel vindt het bewonderenswaardig en sprekend voor de kwaliteit en betrokkenheid van het opleidingsteam hoe dat de opleiding op adequate wijze draaiende heeft gehouden. Het panel stelt vast dat vanuit academie en opleiding steeds gezocht is naar uitbreiding van het team, maar dat het aantrekken van goede mensen in het vakgebied Mechatronica moeilijk is. Inmiddels zijn de vacatures met inhoudelijk goede mensen vervuld en is het team op sterkte (11 kerndocenten met een totale omvang van 9,6 fte, waarvan 2,3 fte inzet voor het lectoraat en een docent-student ratio van 1:21). Desalniettemin bemerken studenten nog steeds enige krapte en hoge werkdruk bij hun docenten (al scoort bereikbaarheid van docenten in NSE 2016 een 7,0). De reden hiervoor is een sterk ambitieus programma met een duidelijk accent op onderzoek en een ontwikkelend curriculum. In het Onderwijsevaluatiemoment (OEM) van mei 2015 brachten studenten onder meer naar voren dat zij graag willen dat een aantal docenten beter bereikbaar is. De opleiding heeft, daarop reagerend met de invoering van 'office hours', de bereikbaarheid van docenten recent verder verhoogd. Een goede maatregel aldus het panel, aangezien studenten vinden dat dit werkt.

Het panel heeft met de docenten over werkdruk gesproken., De docenten erkennen dat die er is, met name doordat er recent nog relatief veel onderwijsontwikkeling plaatsvond. Tegelijkertijd zien zij veel support voor hun specifieke situatie vanuit het management. Een illustratie hiervan is dat wanneer het team aangeeft dat er te weinig capaciteit is er vacatures uitgezet worden. Voorts is het team optimistisch over de toekomst, omdat het programma inmiddels stabiel is waardoor de druk afneemt en het team ruimte ziet voor verdere ontwikkelingen op het gebied van internationalisering en onderzoek.

#### **Voorzieningen**

##### *Opleidingsspecifieke faciliteiten*

De opleiding benut algemene faciliteiten van Saxion zoals mediatheek, reguliere onderwijsplekken en ICT-voorzieningen zoals de digitale leeromgeving. Studenten waarderen die als voldoende (themascore 6,7 in NSE 2016).

Daarnaast biedt de opleiding Mechatronica een aantal specifieke faciliteiten zoals 'skillslabs' waar studenten praktische vaardigheden leren en werkplaatsen en projectruimtes waar zij aan hun projecten kunnen werken die een fysieke component hebben. Het panel heeft de verschillende labs (o.a. 3D printen en lasersnijden) en werkplaatsen in gebruik gezien en beoordeelt die als toereikend. De studenten zijn daarover, blijkens de NSE en de auditgesprekken, ook tevreden.

Het panel stelt vast dat de opleiding reeds extra capaciteit creëerde voor de werkplaatsen en dat er oog is voor de druk die daar op staat door de groei van de opleiding.

Studenten toonden zich in 2015 en 2016 minder tevreden over de geschiktheid en beschikbaarheid van werkplekken, wat te maken heeft met de groei van de opleiding. De auditgesprekken leerden het panel dat studenten creatief genoeg zijn om plekken voor zelfstudie of groepswork zonder fysieke componenten te vinden, maar dat vooral een tekort aan (meerdere kleine) projectruimtes voor het in projectgroepen kunnen werken aan hun fysieke projecten door hen als vervelend wordt ervaren. Het panel begrijpt dat en beveelt de opleiding aan hiervoor naar een oplossing te blijven zoeken.

Aanvullend op de in de opleiding opgenomen studieloopbaanbegeleiding zijn er specifieke voorzieningen mogelijk als de situatie daar om vraagt (bijvoorbeeld als een student nog een voltijd studie volgt) of voor studenten met een vorm van beperking als dyslexie of faalangst.

De gebruikte literatuur bestaat uit gerenommeerde en deels internationale werken en is daarmee ook van ruim voldoende kwaliteit aldus het panel.

Concluderend stelt het panel dat de opleidings specifieke voorzieningen voldoen.

#### *Informatievoorziening*

Studenten ontvangen op verschillende manieren de informatie die zij nodig hebben (MijnSaxion, studievoortgang in BISON en e-mail). Studenten waarderen de informatie van de opleiding met gemiddeld een 6,5 (NSE 2015 en 2016). Uit de NSE en uit gesprekken met studenten blijkt dat het bekend maken van toetsresultaten nog onvoldoende vlot gaat (NSE 2016: 5,1). De nakijktijd is volgens studenten de afgelopen jaren soms lang geweest vanwege een tot voor kort zeer krappe docentcapaciteit, onder andere, vanwege ziekte-uitval. Omdat daar dan wel communicatie over was en het invoeren van de cijferadministratie over het algemeen prima verloopt, zijn studenten toch tevreden over de informatie over de studievoortgang, zo gaven zij aan in het gesprek en zo blijkt ook uit de NSE (2016: 7,4). Omdat het panel die communicatie en onbelemmerde studievoortgang belangrijk vindt, beoordeelt zij de informatievoorziening daarmee dan ook als voldoende.

#### **Weging en Oordeel**

Het panel kenschetst het opleidingsprogramma als stabiel met een goede samenhang tussen de leerlijnen, tussen de studieonderdelen per kwartiel en tussen theorie en praktijk. De inhoud en vormgeving bieden studenten de mogelijkheid de eindkwalificaties te behalen. Het panel is complimenteuz over hoe de opleiding het programma in een paar jaar heeft neergezet waarbij onderwijsontwikkeling en uitvoering gepaste prioriteit genoten over zaken als het door ontwikkelen van onderzoek en internationalisering. Wat betreft onderzoek verdient de ontwikkeling van de 'kritische houding bij de student' nu extra aandacht. Op het gebied van internationalisering gaat het om het in programma meer mogelijkheden te creëren (via internationaal of internationaal georiënteerde projecten) om studenten de recent geformuleerde competenties als 'culturele empathie' te laten behalen. Die beide punten zijn inmiddels wel voortvarend opgepakt volgens het panel.

De kwaliteit van het huidige programma is voor een belangrijk deel te danken aan het bevlogen en inhoudelijk en onderzoeksmatig stevige toegeruste docententeam, dat zich via scholing en training ook op onderwijskundig gebied continu ontwikkelt. Studenten zijn ook zeer tevreden over hun docenten. De werkdruk blijft daarbij wel een aandachtspunt.

Het panel beoordeelt de opleidingsspecifieke voorzieningen als toereikend en signaleert aandacht voor het oppakken van punten waar studenten minder tevreden zijn. Het panel vraagt aandacht voor het tekort dat studenten ervaren aan ruimtes om aan projecten te werken. De informatievoorziening is volgens het panel prima en naar tevredenheid van studenten.

Het panel is tevreden op de drie hoofdonderwerpen van deze standaard, waarvan onderdelen ruimvoldoende zijn (samenhang programma, balans theorie praktijk, deskundigheid personeel). Gezien de ontwikkelmogelijkheden en aandachtspunten die er nog zijn waarvan een aantal hierboven benoemd is, beoordeelt het panel deze standaard over de breedte als 'voldoende'.

## 4.3. Toetsing

### **Standaard 3: De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing**

Toelichting NVAO: De toetsen en de beoordeling zijn valide, betrouwbaar en voor studenten inzichtelijk. De examencommissie van de opleiding borgt de kwaliteit van de tentaminering en examinering.

#### **Bevindingen**

##### *Toetssysteem*

Er is een toetssysteem dat is opgezet vanuit heldere uitgangspunten, passend bij de onderwijsvisie en daarbij gebruik makend van een mix aan toetsvormen. Het systeem, de theoretische onderbouwing en de gedetailleerde uitwerking ervan zijn vastgelegd in het document 'Toetsplan'. Essentieel is voor de opleiding het verschil tussen het toetsen van de BoKS en het toetsen van competenties. De BoKS (studenten moeten die na jaar 2 allemaal op eindniveau beheersen) wordt via individuele kennis- en/of vaardigheidstoetsen beoordeeld: de kennisgerichte modules door middel van schriftelijke of digitale kennistoetsen en de praktijkmodules op basis van gerichte opdrachten en bijvoorbeeld aangevuld met een rapportage of mondelinge toelichting. Zo heeft het panel gezien dat de opleiding programmeren toetst via opdrachten en simuleren en testen bijvoorbeeld via de verslaglegging die een student omtrent een test opstelt. Het panel vindt dat passend.

De competenties worden getoetst in de praktijklijn (projecten, stage, het LT-project en de afstudeeropdracht) en worden beoordeeld op basis van op te leveren beroepsproducten en processen die de ontwerpmethodiek ondersteunen. De student werkt aan de projecten in projectgroepen. Het panel stelt vast dat de opleiding voldoende borgt dat daarbij ook de individuele prestatie van de student beoordeeld wordt. De beoordelende docenten benutten daarbij peer-assessments van studenten en individuele reflectie. Afstuderen gebeurt altijd individueel.

Omdat de opleiding praktijkgericht is, betreft zij ook de beroepspraktijk bij de beoordelingen. Dat gebeurt in elk geval bij de stage (samenwerking bedrijfscoach en opleidingscoach), bij het afstuderen (bedrijfsbeoordelaar beoordeelt functioneren in bedrijf) en bij het LT-project (de opdrachtgever heeft een adviesrol in de beoordeling).

Verder is er aandacht voor feedback, zowel door studenten onderling (in peer-assessments) als door docenten naar de student bij momenten van toetsinzage en na competentiebeoordelingen.

Zoals eerder vermeld heeft de opleiding de competenties beschreven op het niveau van de beginnend beroepsbeoefenaar (niveau 3). Om de competenties op niveau 1, 2 en 3 te kunnen meten zijn er parameters als 'complexiteit van de opdracht' en 'mate van zelfstandigheid' die meewegen bij de beoordeling en die variëren al naar gelang de leerdoelen van een studieonderdeel. Zo werkt de student aan projecten (en enkele skillslabs) met eindniveau "uitvoeringsvaardig in beschermde context in projectgroepen". Voor de stage is het eindniveau gedefinieerd als "uitvoeringsvaardig in beschermde context, individueel". Het LT-project heeft eindniveau "bredere uitvoeringsvaardigheid met nadruk op professioneel handelen en onderzoek in projectgroepen in complexe context". En in afstudeerprojecten toont de student het niveau "Individueel smaller en dieper competent handelen in een veelal complexe context" aan.

Per project is volgens het panel een inzichtelijk toetsplan opgesteld met daarin welke (deel)competenties getoetst worden en op welk niveau. Ook is vastgelegd op basis van welke

beroepsproducten of processen de student deze aantoont en wat groepsgewijs en wat individueel.

*Afstudeerbeoordeling, afstudeerfase en –dossier, een overgangssituatie*

De cohorten 2010 en 2011 vallen onder de oude afstudeerregeling, hetgeen betekent dat tijdens hun afstudeeropdracht alle competenties op eindniveau worden beoordeeld dit zonder formatieve toetsing en feedback via de opbouw van een afstudeerdossier. De studenten van deze cohorten tonen dat enkel aan met hun afstudeeropdracht. Daar zit voor het panel nog een punt van aandacht. Er is een spanning tussen alle competenties willen aftoetsen in het afstuderen en de wijze waarop het in de praktijk verloopt.

In de praktijk is het zo dat de opleiding de student op drie zelfgekozen competenties (waaronder bijna altijd 'analyseren' en 'ontwerpen') laat focussen plus dat in het onderdeel professioneel functioneren de competentie 'professionaliseren' expliciet beoordeeld wordt. Het panel vindt dat een goede en legitieme aanpak, want het panel begrijpt dat het niet realistisch is om alle opleidingscompetenties in het eindwerk af te toetsen. Je werkt als student namelijk doorgaans niet aan een opdracht die de hele keten van analyseren tot beheeren beslaat. De in totaal vier bovenbedoelde competenties (dus de drie zelfgekozen + professionaliseren) worden expliciet vermeld op de beoordelingsformulieren van het eindwerk. De overige competenties komen meer impliciet aan de orde in de (afstudeerbeoordelings-) onderdelen als 'resultaat van de opdracht' (waarin wordt beoordeeld of het ontwerpresultaat bruikbaar en toepasbaar is) en 'rapportage/vastlegging' (waarin onder meer testen, methodisch werken en relevantie en onderbouwing van de aanbevelingen). Omdat die overige competenties niet expliciet vermeld worden in het formulier, is het voor derden niet direct navolgbaar hoe en of die competenties behaald zijn. Daarbij stelt het panel vast dat studenten ook in andere studieonderdelen zoals stage en LT-project werken aan de competenties op eindniveau. Het panel vindt het daarom goed om te vernemen dat de opleiding werkt aan een meer integrale aanpak van het beoordelen van de eindcompetenties in de gehele afstudeerfase, dus het geheel van stage, LT-project én afstuderen.

Daartoe startte de opleiding in studiejaar 2015-16 met het instellen van een afstudeerdossier. Het idee is in het kort dat studenten in de afstudeerfase van de opleiding (waarin de beroepsrol centraal staat) binnen diverse praktijksituaties integraal getoetst worden op de competenties. Studenten dienen hun competentiegroei aan de hand van bewijzen in een afstudeerdossier vast te leggen. De SLB-er bewaakt met de student de voortgang in de competentieverwerving. Voor de huidige 4e jaars (die in studiejaar 2015/2016 afstuderen) en de huidige 3e jaars (die in studiejaar 2016/2017 afstuderen) is het afstudeerdossier bedoeld als vormend middel bij het leren. Dus wel formatief, niet summatief. Studenten ontwikkelen competenties, krijgen daar feedback op en leggen een en ander vast in het afstudeerdossier. Dit helpt hen zich voor te bereiden op de finale afstudeeropdracht, waarin zij moeten laten zien alle (8) competenties op eindniveau te beheersen. Summatief oordeel is gebaseerd op deze afstudeeropdracht voor 30 EC.

In de fase tot en met studiejaar 2016-17 is die integrale toetsing nog formatief van karakter. In die tijd onderzoekt de opleiding of en hoe vanaf september 2017 met het afstudeerdossier ook summatieve integrale toetsing van competenties op een eerder moment dan het afstuderen gerealiseerd kan worden, zodat de student 'hard' kan aantonen in welke onderdelen hij welke eindkwalificatie op eindniveau heeft aangetoond. Desalniettemin, zal het afstuderen altijd de finale proeve van bekwaamheid blijven en zal ook de basis blijven vormen voor het eindcijfer waar de student de opleiding mee afsluit. Het panel kan zich daar in principe vinden.

Het panel maakt zich geen zorgen over het door studenten kunnen behalen van alle competenties (de combinatie van stage, LT-project en afstuderen zorgt daarvoor), maar meent dat met het afstudeerdossier de aantoonbaarheid van door studenten behaalde competenties

voor de opleiding sterker zal worden. Het panel sprak met enkele studenten die in de overgangsfase zo'n dossier opbouwen. Voor hen is de bedoeling helder; ze kunnen zich op de competentiekaarten baseren en zo bepalen welke bewijsstukken ze moeten aanleveren en het stimuleert hen zelf regie te nemen.

#### *Afstudeerproces*

De opzet van het afstuderen, de beoordelingsprocedure (rolverdeling examinatoren en gecommiteerde) en de wijze waarop en hoe beoordeeld dient te worden zijn voor studenten inzichtelijk gemaakt in een heldere afstudeerhandleiding. Een program council van drie docenten (waaronder de afstudeercoördinator) keurt de afstudeeropdracht vooraf goed. En dat werkt, aangezien het panel de geformuleerde afstudeeropdrachten in de bestudeerde scripties adequaat vond (breed en complex genoeg en relevant vanuit de optiek van Mechatronica). Ook het afstudeerplan wordt vooraf door de afstudeerbegeleider goedgekeurd alvorens de student mag beginnen.

Sinds 2012-2013 hanteert de opleiding bij afstudeerbeoordelingen een (academiebreed ontwikkeld en zelf aangepast) format met zeven te beoordelen elementen van het afstuderen (afstudeerwerkplan, vakbekwaam functioneren, professioneel functioneren, resultaat van de opdracht, rapportage/verslaglegging, presentatie/verdediging en afstudeerdossier). Het panel nam waar dat dit afstudeerbeoordelingsformulier gaandeweg aangescherpt wordt. Zo is er in de huidige versie opgenomen dat de student per studieonderdeel minimaal een 5,5 moet scoren om een voldoende te kunnen halen.

Tijdens de afstudeerbeoordeling wordt het eindniveau intersubjectief gemeten door twee examinatoren van de opleiding en de bedrijfscoach onder voorzitterschap van een docent die niet als opleidingscoach heeft opgetreden. De bedrijfscoach (die minimaal drie jaar werkervaring heeft als leidinggevende en/of als projectleider) beoordeelt de aspecten van de afstudeeropdracht en het getoonde gedrag van de student, die overeenkomen met de beoordeling in het kader van projecten en/of als leidinggevende. Een externe deskundige uit het werkveld ziet namens de examencommissie toe op de beoordeling. Het panel is onder de indruk van de zowel inhoudelijk als procesmatig zeer verzorgde afstudeerprocedure en de transparante vastlegging daarvan op de (uitgebreide) beoordelingsformulieren (die doorgaans volledig ingevuld worden) met de inzet van gecommiteerden als procesbewakers. De serieuze aanpak maakt het beoordelingsproces navolgbaar voor derden.

#### *Steekproef kwaliteit tussentijdse toetsen en beoordelingen*

Het auditpanel heeft op de auditdag een aantal toetsen opgevraagd van een LT-project (jaar 3) en enkele onderdelen uit jaar 1 en 2 (project Inleiding Mechatronica, Regeltechniek, Statica, Dynamica, Programmeren in C). Na bestudering stelt het panel dat de toetsen voldoende aansloten bij de gestelde leerdoelen (bijvoorbeeld de toets van Programmeren in C waarin het leerdoel 'ontwerp datastructuren' voorkomt) en dat de toetsvormen (open vragen, gesloten vragen, beroepsproducten) daarbij passend waren. Van de toetsen waren indien van toepassing ook matrijs en nakijkmodel beschikbaar. Die maakten een praktische indruk op het panel.

Uit de NSE-resultaten en het gesprek met studenten maakt het panel op dat de studenten tevreden zijn over toetsing. In de NSE 2016 is de themascore op toetsing en beoordeling een 7,3. "Je weet waar je op getoetst wordt en welke onderwerpen aan bod komen in de toets" aldus de studenten in de audit. Het panel zag steekproefsgewijs enkele studiehandleidingen in en zag dat daar inderdaad vermeld is waarop getoetst wordt en hoe de eindbeoordeling (inhoudelijke onderdelen en onderlinge weging) tot stand komt.

#### *Borging*

De borging van de kwaliteit van toetsing is uitgebreid aan bod gekomen in de audit. Daarbij viel het het panel in positieve zin op dat het realiseren en borgen van toetskwaliteit in belangrijke mate een teaminspanning is. Binnen het team besteedt men namelijk veel aandacht aan

intervisie. Het team bespreekt in het groepsoverleg bijvoorbeeld standaard de (steeds door twee docenten opgestelde) toetsen met elkaar door.

In week 6 van elk kwartiel worden alle in komend kwartiel geplande toetsen en herkansingen besproken. De check gebeurt door twee personen per toets (niet de opstellers) aan de hand van een checklist, waarbij ook wordt gekeken naar de match met de toetsmatrijs en de aanwezigheid van een nakijkmodel. (Het compleet op orde maken van alle toetsmatrijsen is nog wel een aandachtspunt gesignaleerd door de examencommissie, maar de opleiding is goed op weg). De feedback gaat naar de toetsopsteller en in cc naar de Curriculum- en Toetscommissie. Dit kost het team veel tijd, maar omdat het vanuit een kalibrerende functie zeer leerzaam is, gaat men hier mee door. Dat is volgens het panel een goede zaak.

De opleiding benut diverse werkwijzen en instrumenten om valide, betrouwbare en transparante toetsing te bewerkstelligen. Enkele voorbeelden:

- De opleiding hanteert een (door de examencommissie verplicht gesteld) 4-ogenbeleid: bij presentaties en andere vormen van competentietoetsing zijn altijd twee docenten aanwezig. Voorts stellen twee docenten samen de toets op en ook de kwaliteitscheck gebeurt door twee personen.
- Er is een start gemaakt met de ontwikkeling van beschrijvende schalen (rubrics) bij de beoordeling van de beroepsproducten in de projectlijn, om die transparanter en objectiever te maken. Dit is klaar voor de projecten in jaar 1 en in ontwikkeling voor jaar 2.
- Er is aandacht voor scholing op het gebied van toetsing. (Interne) examinatoren zijn BKE-gecertificeerd en ontvingen specifieke training 'beoordeling van een kennistoets en projectopdracht'. Nieuwe docenten halen in hun cursus BDB ook hun BKE-certificaat.
- Stage- en afstudeeropdrachten worden getoetst op inhoud en niveau door een 'program council'. Voor het afstuderen zijn de criteria; een multidisciplinair mechatronica-karakter, juiste niveau en complexiteit, een koppeling met het V-model en uitdrukking van de opleidingscompetenties. Dit blijkt een zinvolle exercitie, aangezien meer dan de helft van de opdrachten in eerste instantie wordt afgekeurd. Deze toetsing dient tevens als borging van de haalbaarheid van de afstudeeropdrachten en als garantie dat alle competenties aan bod kunnen komen.
- Bij de afstudeersessies van de afgelopen twee jaar was een externe, vakdeskundige gecommiteerde aanwezig als onafhankelijk procesbeoordelaar. (Eenmalig ontbrak er een externe bij een afstudeersessie).

Terwijl er al ruime aandacht 'aan de voorkant van de toetsing' wordt besteed, is die aandacht aan 'de achterkant', ofwel de evaluatie nog wat mager. De intentie voor verbetering is duidelijk aanwezig: de opleiding gaat toetsevaluatie structureel agenderen in de curriculum- en toetscommissie en de examencommissie wil de in haar beleid opgenomen steekproeven bij uitgevoerde toetsen meer aandacht gaan geven, omdat die nu wegens prioriteit van andere zaken niet voldoende zijn uitgevoerd. Het panel ziet een verband tussen de bij standaard 2 genoemde krappe personeelsformatie en het feit dat toetsevaluatie nog niet optimaal verloopt.

De examencommissie (geformeerd op LED-niveau en verdeeld in kamers waaronder de kamer Elektrotechniek, Mechatronica en Technische Informatica) heeft een onafhankelijke positie, is in control en is de afgelopen jaren geprofessionaliseerd. Dat stelt het panel vast op basis van de jaarverslagen van de examencommissie en de auditgesprekken met het management en de examencommissie waarin de vertegenwoordigers het panel overtuigden met degelijke antwoorden op de aangedragen casuïstiek over toetsbeleid, BSA, fraude, verzoeken om vrijstellingen en toelating tot onderwijsmodulen, het aanstellen van examinatoren en het proces van afstuderen. De commissie vormt zich een eigenstandig oordeel over het eindniveau door zelf eindwerken te beoordelen, door betrokken te zijn bij eindbeoordelingen en door zich via uitgebreide verslaglegging te laten informeren door de externe deskundigen die als gecommiteerden optreden.

### **Weging en Oordeel**

Op het gebied van toetsing signaleerde het panel een aantal sterke punten bij de opleiding (zoals een goed toetsstelsel, passend bij de visie op onderwijs, een examencommissie die in control is en een zowel inhoudelijk als procesmatig een stevige en zorgvuldige afstudeerprocedure). Anderzijds zijn er op essentiële punten nog verbeteringen mogelijk: er is – ook naar eigen zeggen - aandacht nodig voor de evaluatieve kant van toetsing en de meer integrale en aantoonbare vorm van competentietoetsing in de afstudeerfase is nog niet uitgekristalliseerd.

Het panel is van oordeel dat de opleiding op deze standaard ruim voldoende scoort, maar neemt ook de ontwikkel- en verbeterpunten in afweging en komt daarmee uit op de beoordeling 'voldoende'.



## 4.4. Gerealiseerde eindkwalificaties

**Standaard 4: De opleiding toont aan dat de beoogde eindkwalificaties worden gerealiseerd.**

Toelichting NVAO: Het gerealiseerde niveau blijkt uit de resultaten van tussentijdse en afsluitende toetsen, de eindwerken en de wijze waarop afgestudeerden in de praktijk of in een vervolgopleiding functioneren.

### Bevindingen

#### *Oordeel auditpanel over resultaten van tussentijdse en afsluitende toetsen*

Ruim voor de audit ontving het auditpanel een lijst met de afstudeeropdrachten van de afgelopen twee jaar. Daaruit heeft het auditpanel van vijftien afgestudeerden de afstudeeropdracht met zo veel als mogelijk variatie in het eindcijfer gekozen en deze vervolgens bestudeerd (zie Bijlage V - Lijst geraadpleegde documenten). Die variatie betrof een enkele 6-beoordeling en verder de becijfering 7 en 8. De beoordeelde eindwerken zijn de eindwerken van de eerste twee cohorten van de opleiding.

Het auditpanel is van oordeel dat alle afstudeeropdrachten van de opleiding voldoen aan hbo-bachelorniveau en over de breedte gezien boven het gemiddelde uitstijgen. Het zijn representatieve Mechatronica eindwerken, die in lijn zijn met de beoogde eindkwalificaties. Het auditpanel is positief over het vakinhoudelijke niveau, het feit dat het multidisciplinaire karakter van Mechatronica zichtbaar is, de praktijkgerichte opdrachten en bruikbare resultaten voor het beroepenveld. Persoonlijke reflectie trof het panel doorgaans wel aan, maar reflectie van de student op afwegingen tijdens het onderzoeksproces en in de conclusiefase verdient volgens het panel meer aandacht. Studenten worden daar tijdens de presentatie wel op bevraagd zo stelde het panel in de audit vast.

Het panel vindt het een sterk punt dat de profilering van de opleiding herkenbaar is in de opdrachten alsook dat studenten het V-model op een consequente manier (met precieze faseringsnotatie in versies e.d.) gebruiken.

Het panel constateert tevens dat de resultaten van de in de audit bestudeerde tussentijdse toetsen passend zijn bij de opbouw van het competentieniveaus binnen het curriculum.

In de vorige standaard kwam de tevredenheid van het panel over de uitgebreide en doorgaans goed ingevulde afstudeerbeoordelingsformulieren al aan bod. Die gaven het panel een helder inzicht in de totstandkoming van de eindcijfers, waar het panel ook behoefte aan had, aangezien de panelleden alleen het afstudeerverslag en het resultaat van de opdracht konden beoordelen en niet de presentatie, de verdediging en de praktijkbeoordeling. De beoordelingen door het panel komen prima overeen met de oordelen van de opleiding.

#### *Functioneren in de praktijk*

Het panel stelt vast op basis van de audit en NSE-cijfers, dat studenten tevreden over de aansluiting van hun opleiding bij de beroepspraktijk. Er zijn nog geen representatieve resultaten van alumni-onderzoek, maar de alumni waarmee het panel tijdens de audit sprak zeiden dat de opleiding hen de tools heeft gegeven om "plug and play in het werkveld aan de slag te kunnen".

Ook het werkveld is tevreden over de aansluiting van de opleiding op de beroepspraktijk en over het functioneren van de afgestudeerden daarin. Dat blijkt uit het auditgesprek met de werkveldvertegenwoordigers, het werkveldtevredenheidsonderzoek (WTO 2015) en de verslagen van gecommiteerden (die zijn opgesteld als onderdeel van een onderzoek van de examencommissie naar het eindniveau).

Uit het WTO blijkt dat, ondanks dat 'kennis van actuele ontwikkelingen' een 6,5 scoort, het kengetal voor niveau van studenten met 7,4 een ruime voldoende scoort.

In het gesprek met de werkveldvertegenwoordigers kwam naar voren dat de basiskennis van studenten van de drie aan Mechatronica onderliggende disciplines stevig is en dat de kracht van de opleiding in de breedte zit. Wel werd opgemerkt dat studenten nog sterker kunnen onderbouwen/afwegen alvorens ze oplossingsgericht aan de slag gaan (een opvatting die het panel deelt). De kennis van het V-model wordt als zinvol ervaren. Diverse bedrijven werken zelf ook met dit model en bovenal leert het studenten een methodische werkwijze.

Er zijn ook studenten die niet direct gaan werken, omdat ze de ambitie hebben om aansluitend een master te volgen. (Omdat de opleiding jong is zijn er nog geen representatieve doorstroompercentages). Vanwege goede afstemming van Saxion met de Universiteit Twente kunnen studenten van Saxion daar de premaster volgen in een half jaar, terwijl die normaliter 1 jaar duurt.

### **Weging en Oordeel**

Het auditpanel is van oordeel dat alle afstudeeropdrachten van de opleiding voldoen aan hbo-bachelorniveau en over de breedte gezien boven het gemiddelde bachelorniveau uitstijgen. Sterke punten in het eindwerk zijn de aansluiting bij de eigen profilering, het consequent en zinvol benutten van het V-model, de verzorgde onderzoeksmethodiek en de herkenbaarheid van de multidisciplinaire insteek in de afstudeeropdrachten.

Omdat daarnaast de beoordeling van afstudeerwerken door de opleiding en die van het panel goeddeels overeenkomen, de eindwerken naast het vereiste hbo-niveau ook de bij standaard 1 beschreven profilering weerspiegelen en de aansluiting van afgestudeerden bij de beroepspraktijk goed is, beoordeelt het panel deze standaard als 'goed'.

## **5. ALGEMEEN EINDOORDEEL**

Het auditpanel trof een jonge opleiding met een zeer hardwerkend en deskundig betrokken team, dat in enkele jaren, gesteund door een betrokken werkveld, een zeer degelijk programma neerzette en mede ondersteund door een –in de ogen van het panel- constructief landelijk Mechatronica overleg. De degelijkheid van het programma blijkt onder meer uit het feit dat de eindwerken van goede kwaliteit zijn en dat alumni aan de slag kunnen in het werkveld. Nu het programma na een periode van onderwijsontwikkeling stabiel is, breekt er een periode aan waarin de focus zal komen te liggen op zaken als onderzoek en internationalisering, die er in de basis voldoende in zitten, maar die naar een hoger plan gebracht moeten worden.

Het auditpanel beoordeelt de 4 standaarden respectievelijk als 'goed', 'voldoende', 'voldoende' en 'goed'. Op basis daarvan komt het auditpanel, de richtlijnen van de NVAO hanterend, tot de overall kwalificatie 'goed' en adviseert de NVAO derhalve de opleiding te accrediteren voor een periode van zes jaar.



## 6. AANBEVELINGEN

Het panel wil de opleiding, naast wat er reeds in het rapport vermeld is, nog het volgende aanbevelen:

- Gezien de toenemende aandacht voor internationalisering en onderzoek in het programma, is het zaak om hieraan parallel ook in de toetsing groeiende aandacht te besteden.
- Houd aandacht voor behoud van kwaliteit van de opleiding wanneer de deeltijd en het AD-programma worden opgestart en uitgerold. Houd daarbij specifiek aandacht voor behoud van het huidige zorgvuldige aannamebeleid van personeel.
- Vanuit het werkveld kwam naar voren dat de toepassingsmogelijkheden van het vak Mechatronica in de toekomst alleen maar zullen toenemen. Daaruit voort komen de aanbevelingen: blijf aandacht houden voor de multidisciplinaire aanpak en heb ook in toenemende mate aandacht voor het interdisciplinair betrekken van disciplines buiten de engineering (met dien verstande dat het niet ten koste moet gaan van de basiskennis). Het nadenken over gebruikers en betrokkenen, wat nu sporadisch al voorkomt, is juist wel heel goed. Het is ook goed als studenten iets van ethische aspecten meekrijgen.



**BIJLAGE I****Scoretabel**

<b>Scoretabel paneloordelen Saxion hbo-bacheloropleiding Mechatronica voltijd</b>	
<b>Standaard</b>	<b>Oordeel</b>
<b>Standaard 1. De beoogde eindkwalificaties</b>	goed
<b>Standaard 2. Onderwijsleeromgeving</b>	voldoende
<b>Standaard 3. Toetsing</b>	voldoende
<b>Standaard 4. Gerealiseerde eindkwalificaties</b>	goed
<b>Algemeen eindoordeel</b>	<b>goed</b>





## BIJLAGE II

## Opleidings specifieke eindkwalificaties

Hieronder volgt een overzicht van de acht domeincompetenties van de HBO Bachelor of Engineering die de opleiding Mechatronica benut met niveauaanduiding (i.c. de landelijk afgesproken en in de 'Bachelor of Engineering profielbeschrijving' beschreven te behalen niveaus 1,2 en 3).

Competentie	Landelijk vast-gesteld niveau	Niveau Saxion	Landelijke competentieomschrijving
Analyseren	3	3	Het analyseren van een engineeringvraagstuk omvat de identificatie van het probleem of klantbehoefte, de afweging van mogelijke ontwerpstrategieën / oplossingsrichtingen en het eenduidig in kaart brengen van de eisen / doelstellingen / randvoorwaarden. Hierbij wordt een scala aan methoden gebruikt, waaronder wiskundige analyses, computermodellen, simulaties en experimenten.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ selecteren van relevante aspecten met betrekking tot de vraagstelling;</li> <li>▪ aangeven wat de mogelijke invloed is op bedrijfseconomische, maatschappelijke en tot het vakgebied gerelateerde aspecten;</li> <li>▪ formuleren van een heldere probleemstelling, doelstelling en opdracht aan de hand van de wensen van de klant;</li> <li>▪ opstellen van een programma van (technische &amp; niet-technische) eisen en dit vast kunnen leggen;</li> <li>▪ modelleren van een bestaand product, proces of dienst.</li> </ul>
Ontwerpen	3	3	Het realiseren van een engineeringontwerp en hierbij kunnen samenwerken met engineers en niet-engineers. Het te realiseren ontwerp kan voor een apparaat, een proces of een methode zijn en kan meer omvatten dan alleen het technisch ontwerp, waarbij de engineer een gevoel heeft voor de impact van zijn ontwerp op de maatschappelijke omgeving, gezondheid, veiligheid, milieu, duurzaamheid (bijv. cradle-to-cradle) en commerciële afwegingen.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ in staat zijn om vanuit de opgestelde eisen een conceptoplossing (architectuur) te bedenken en te kiezen;</li> <li>▪ maken van gedetailleerde ontwerpen aan de hand van de gekozen conceptoplossing (architectuur);</li> <li>▪ rekening kunnen houden met de maakbaarheid en testbaarheid van het ontwerp;</li> <li>▪ het verifiëren van het ontwerp aan de hand van het programma van eisen;</li> <li>▪ selecteren van de juiste ontwerphulpmiddelen</li> <li>▪ opstellen van de documentatie ten behoeve van het product, dienst of proces.</li> </ul>
Realiseren	2	2	Het realiseren en opleveren van een product of dienst of de implementatie van een proces dat aan de gestelde eisen voldoet. De engineer ontwikkelt hiervoor praktische vaardigheden om engineeringproblemen op te lossen en voert hiervoor onderzoeken en testen uit. Deze vaardigheden omvatten kennis van het gebruik en de beperkingen van materialen, computer simulatie modellen, engineeringprocessen, apparatuur, praktische vaardigheden, technische literatuur en informatiebronnen. De bachelor is ook in staat om de (veelal niet-technische) gevolgen te overzien van zijn werkzaamheden, bijv. op het gebied van ethiek, maatschappelijke omgeving en duurzaamheid.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ passend gebruik maken van materialen, processen, methoden, normen en standaarden;</li> <li>▪ assembleren van componenten tot een integraal product, dienst of proces;</li> <li>▪ documenteren van het realisatieproces.</li> </ul>
Beheren	2	2	Het optimaal laten functioneren van een product, dienst of proces in zijn toepassingscontext of werkomgeving, rekening houdend met aspecten op het gebied van veiligheid, milieu, technische en economische levensduur.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ invoeren, testen, integreren en inbedrijfstellen van een nieuw product, dienst of proces;</li> <li>▪ verifiëren en valideren van het product, dienst of proces t.o.v. de gestelde eisen;</li> <li>▪ een bijdrage leveren aan beheersystemen en/of onderhoudsplannen, zowel correctief (monitoren, signaleren en optimaliseren) als preventief (anticiperen);</li> <li>▪ de performance van een product, dienst of proces kunnen toetsen aan kwaliteitscriteria;</li> <li>▪ terugkoppeling kunnen verzorgen n.a.v. gewijzigde omstandigheden en/of performance van een product, dienst of proces.</li> </ul>

Competentie	Landelijk vast-gesteld niveau	Niveau Saxion	Landelijke competentieomschrijving
Managen	2	2	De engineer geeft richting en sturing aan organisatieprocessen en de daarbij betrokken medewerkers teneinde de doelen te realiseren van het organisatieonderdeel of het project waar hij leiding aan geeft.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ opzetten van een (deel)project: kwantificeren van tijd en geld, afwegen en kwantificeren van risico's, opzetten van projectdocumentatie en het organiseren van resources (mensen &amp; middelen);</li> <li>▪ monitoren en bijsturen van activiteiten in termen van tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie;</li> <li>▪ taak- en procesgericht communiceren;</li> <li>▪ begeleiden van medewerkers, stimuleren van samenwerking en kunnen delegeren;</li> <li>▪ communiceren en samenwerken met anderen in een multiculturele, internationale en/of multidisciplinaire omgeving en het voldoen aan de eisen die het participeren in een arbeidsorganisatie stelt.</li> </ul>
Adviseren	2	2	De engineer geeft goed onderbouwde adviezen over het ontwerpen, verbeteren of toepassen van producten, processen en methoden en brengt renderende transacties tot stand met goederen of diensten.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zich inleven in de positie van de (interne of externe) klant;</li> <li>▪ verhelderen van de behoefte van de opdrachtgever;</li> <li>▪ in overleg met relevante partijen de klantbehoefte vertalen naar technisch &amp; economisch haalbare oplossingen;</li> <li>▪ kunnen onderbouwen van een advies en de klant hiervan overtuigen;</li> <li>▪ relaties met klanten op een adequate wijze onderhouden.</li> </ul>
Onderzoeken	2	2	De engineer heeft een kritisch onderzoekende houding en maakt gebruik van geschikte methoden en technieken m.b.t. het vergaren en beoordelen van informatie, om toegepast onderzoek uit te kunnen voeren. Deze methoden kunnen zijn: literatuuronderzoek, het ontwerp en de uitvoering van experimenten, de interpretatie van data en computer simulaties. Hiervoor worden databanken, standaarden en (veiligheids)normen geraadpleegd.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de vraagstelling opstellen;</li> <li>▪ zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en eigen / andere informatiebronnen selecteren en verkrijgen om zich verder in de vraagstelling te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen kunnen valideren;</li> <li>▪ de resultaten samenvatten, structureren en interpreteren en conclusies trekken in relatie tot de onderzoeks- vraag;</li> <li>▪ resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard;</li> <li>▪ op basis van de verkregen resultaten de gekozen aanpak kritisch evalueren en aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek.</li> </ul>
Professionalisering	2	3	Het zich eigen maken en bijhouden van vaardigheden die benodigd zijn om de engineeringcompetenties effectief uit te kunnen voeren. Deze vaardigheden kunnen ook in breder verband van toepassing zijn. Dit omvat onder meer het hebben van een internationale oriëntatie en het kunnen plaatsen van de nieuwste ontwikkelingen, bijvoorbeeld in relatie tot maatschappelijke normen, waarden en ethische dilemma's.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ op zelfstandige wijze een leerdoel en een leerstrategie bepalen en uitvoeren en het resultaat terugkoppelen naar het leerdoel;</li> <li>▪ zich flexibel opstellen in uiteenlopende beroepssituaties;</li> <li>▪ bij beroepsmatige en ethische dilemma's een afweging maken en een besluit nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden;</li> <li>▪ op constructieve wijze feedback kunnen geven en ontvangen, zowel op gedrag als inhoud;</li> <li>▪ kunnen reflecteren op eigen handelen, denken en resultaten;</li> <li>▪ kunnen gebruiken van diverse communicatievormen en -middelen om effectief te kunnen communiceren in het Nederlands en Engels.</li> </ul>

## BIJLAGE III Schematisch overzicht opleidingsprogramma

Eerste jaar 2016-2017								
Kwartiel 1 Module	EC	Kwartiel 2 Module	EC	Kwartiel 3 Module	EC	Kwartiel 4 Module	EC	Lijn
Algebraïsche Vaardigheden	3	Trigonometrie en complex rekenen	3	Differentiëren en Integreren	3			Wk-lijn
Technisch tekenen	3	Productietechniek 1	3	Statica	3	Sterkteleer	3	Wtb-lijn
Inleiding Programmeren	2	Inleiding Programmeren	1	Programmeren in C	2	Programmeren in C	2	I-lijn
Skillslab Electro	3	Electrische circuits DC	3	Electrische circuits AC	3	Skillslab Sensoren en Actuatoren	3	EL-lijn
Project Inleiding Mechatronica (+ PPO 1)	3	Project Productie- en Procesbesturing (+ PPO 2) (+ CenT 2) (+ projectweek)	4	Practicum Data Acquisitie (+ PO 3) (+ CenT 3)	3	Project Embedded Systems (+ CenT 4)	4	Projecten
Nederlands voor MBO	3					Computer Architectuur	3	EL/I-Combi
SLB // PPO					3			

Tweede jaar 2016-2017								
Kwartiel 5		Kwartiel 6		Kwartiel 7		Kwartiel 8		Lijn
Module	EC	Module	EC	Module	EC	Module	EC	
Trillingen en Golven	3	Modelvorming van Dynamische Systemen	3	Regeltechniek 1	3	Regeltechniek 2	3	Integratie-lijn
				Digitale Signaal Bewerking	3	Skillslab Robotica	3	
Dynamica	3	Construeren voor Dynamische Systemen	3					Wtb-lijn
Elektrische Actuatoren	3							EL-lijn
		Software Engineering	3	Data communicatie	3			I-lijn
						Statistiek	3	Wk-lijn
Project Ontwerpen en Realiseren (+ <i>Communicatie en Taal 5&amp;6</i> ) (+ <i>PPO 5&amp;6</i> ) (+ <i>Projectweek</i> )	8 2 1 1			Project Analyseren en Conceptualiseren (+ <i>Communicatie en Taal 7&amp;8</i> ) (+ <i>PPO 7&amp;8</i> )	9 2 1			Projecten

Derde jaar 2016-2017							
Kwartiel 9		Kwartiel 10		Kwartiel 11		Kwartiel 12	
Module	EC	Module	EC	Module	EC	Module	EC
Stage			30	Keuzemodule 1	3	Keuzemodule 2	3
				Living Technology project		24	

Vierde jaar 2016-2017							
Kwartiel 13		Kwartiel 14		Kwartiel 15		Kwartiel 16	
Module	EC	Module	EC	Module	EC	Module	EC
Minor Robotics and Vision (Robotics; Intelligent Control; Vision; Project)			30	Afstuderen			30



## **BIJLAGE IV          Programma, werkwijze en beslisregels**

### **Auditprogramma Beperkte Opleidingsbeoordeling t.b.v. de hbo-bacheloropleiding Mechatronica– hogeschool Saxion – 25 mei 2016**

#### **Werkwijze**

Bij de beoordeling van de betreffende opleiding is uitgegaan van het door de NVAO vastgestelde "Beoordelingskader accreditatiestelsel hoger onderwijs" van 19 december 2014. Daarin staan de standaarden vermeld waarop het panel zich bij de beperkte opleidingsbeoordeling van een opleiding moet richten en de criteria aan de hand waarvan het panel zijn oordeel over de opleiding moet bepalen.

Op basis van de door opleiding geleverde documentatie heeft het auditteam zich een beeld kunnen vormen van de primaire en secundaire processen van de voltijdvariant.

De visitatie was gericht op een verificatie van de bevindingen uit de documentenanalyse en het verkrijgen van aanvullende informatie over de inhoud van het programma. Dit geschiedde door gesprekken met vertegenwoordigers van de opleiding, studenten en het werkveld, die waren te kenschetsen als 'gesprekken tussen vakgenoten'.

De verificatie door het auditteam geschiedde door verscheidene malen hetzelfde onderwerp met verschillende geleidingen te bespreken en aan de hand van additionele documentatie en - daar waar het de huisvesting en de materiële voorzieningen betreft- ook door eigen waarneming.

Na overleg met de betreffende opleiding heeft het auditteam met in achtneming van de daartoe strekkende regels van de NVAO en op basis van zijn documentanalyse en de daaruit voortvloeiende specifieke aandachtspunten de keuze van de gesprekspartners vastgesteld.

Een open spreekuur maakte deel uit van het programma. Het auditteam heeft geconstateerd, dat de betreffende opleiding het open spreekuur tijdig en op correcte wijze onder de aandacht heeft gebracht van studenten en medewerkers.

Tijdens het locatiebezoek heeft het auditteam at random een aantal lesruimten en colleges / practica bezocht.

Om te kunnen beoordelen of de beoogde eindkwalificaties worden behaald, heeft het auditpanel een selectie van eindwerken bestudeerd overeenkomstig de NVAO-richtlijn 'beoordeling eindwerken'.

Het oordeel van het auditteam, vastgelegd in een conceptrapport, werd aan de betreffende opleiding(en) voorgelegd voor een toets op eventuele feitelijke onjuistheden.

#### **Beslisregels**

Volgens de NVAO-Beslisregels Accreditatie kan een onderwerp 'onvoldoende', 'voldoende', 'goed' of 'excellent' scores. Hobéon heeft de beslisregels toegepast, zoals deze zijn opgesomd in het 'Beoordelingskaders accreditatiestelsel hoger onderwijs, 19 december 2014'.

#### *Beperkte opleidingsbeoordeling*

- Het eindoordeel over een opleiding is in elk geval 'onvoldoende' indien standaard 1, 3 of 4 als 'onvoldoende' beoordeeld wordt. Een onvoldoende bij standaard 1 kan niet leiden tot het toekennen van een herstelperiode door de NVAO. Een 'onvoldoende' bij standaard 2 leidt altijd tot een herstelperiode, onafhankelijk van het eindoordeel van het panel.
- Het eindoordeel over een opleiding kan alleen 'goed' zijn indien tenminste alle standaarden minimaal voldoende zijn en twee standaarden als 'goed' worden beoordeeld, waaronder in elk geval standaard 4.
- Het eindoordeel over een opleiding kan alleen 'excellent' zijn indien tenminste alle standaarden minimaal 'goed' worden bevonden en twee standaarden als 'excellent' worden beoordeeld, waaronder in elk geval standaard 4.





## BIJLAGE V      Lijst geraadpleegde documenten

Een lijst van de belangrijkste geraadpleegde documenten (niet limitatief):

- Kritische reflectie Externe Visitatie bacheloropleiding, Mechatronica, Voltijd, LED, februari 2016 + Erratum juni 2016.
- (Landelijke) Profielbeschrijving Bachelor of Engineering.
- Profiel Mechatronicus (landelijke beschrijving).
- Opleidingsprofiel hbo-bachelor Mechatronica Saxion, incl. schematisch programmaoverzicht, beschrijving vormgeving curriculum, eindkwalificaties/competentiekaarten.
- Set van studiewijzer/handleidingen met vermelding van eindkwalificaties, leerdoelen, werkvormen, wijze van toetsen, literatuur (verplicht / aanbevolen), betrokken docenten en studiepunten. Ook stage- en afstudeerhandleiding en SLB gids.
- Onderwijs- en examenregeling – OER.
- Overzicht van het ingezette personeel met naam, functie, omvang aanstelling, graad en deskundigheid, Skillslijst Mechatronica-team.
- Overzichtslijst van *alle* eindwerken van de laatste twee jaar.
- Jaarverslagen examencommissie (2012-13, 2013-14, 2015-15).
- Instructies examencommissie aan externe deskundigen.
- Uitwerking formulieren afstuderen externe deskundigen 2014-15.
- Notulen kernteam studiejaar 2015-16.
- Notulen Beroepenveldcommissie (vanaf 2010).
- Toetsbeleid LED 2011-13 + Toetsplan Mechatronica 2015-16.
- Toetsopgaven + beoordelingscriteria en normering (antwoordmodellen) en een representatieve selectie van gemaakte toetsen en beoordelingen.
- Checklist BOK toetsing.
- Beleidsplan LED Internationalisering.
- Representatieve selectie van literatuur.
- Resultaten NSE Mechatronica 2015 en 2016 + Resultaten WTO –LED 2015.
- Rondleiding op de auditdag.

Het auditpanel heeft de volgende eindwerken bekeken<sup>14</sup>:

Aantal	Studentnummer	Variant
1	149623	voltijd
2	307627	voltijd
3	309653	voltijd
4	312639	voltijd
5	316707	voltijd
6	310405	voltijd
7	314959	voltijd
8	305369	voltijd
9	307423	voltijd
10	153029	voltijd
11	314225	voltijd
12	313204	voltijd
13	306095	voltijd
14	308242	voltijd
15	308252	voltijd

<sup>14</sup> Om redenen van privacy zijn hier uitsluitend de studentnummers weergegeven. Namen van de afgestudeerde studenten en de titels van de eindwerken zijn bekend bij de secretaris van het auditteam.



## BIJLAGE VI Overzicht auditpanel

Samenstelling en korte functiebeschrijvingen van voorzitter, leden en secretaris.

Omdat het een clustervisitatie betrof, waarbij waar mogelijk auditoren bij de beoordeling van meerder Mechatronica opleidingen zijn ingezet, presenteren wij hieronder alle auditoren.

**Vetgedrukt** zijn de auditoren die deelgenomen hebben aan de beoordeling van de Mechatronica opleiding van Saxion.

### Samenstelling panel + secretaris

Secretaris/Coördinator

Naam (inclusief titulatuur)	Korte functiebeschrijving van de panelleden
<b>Dr. J.W. Wierda</b>	<b>De heer Wierda is adviseur bij Hobéon. Hij maakt regelmatig deel uit van verschillende visitatiepanels als domeindeskundige en treedt nu ook op als lead-auditor van auditpanels in het kader van accreditaties hoger onderwijs.</b>
Ir. A.T. de Bruijn	De heer De Bruijn is partner bij Hobéon en treedt sinds 2004 veelvuldig op als lead-auditor van auditpanels in het kader van accreditaties hoger onderwijs.
<b>Dr. ir. A.M. Rankers</b>	<b>De heer Rankers is Managing Partner &amp; Trainer bij de Mechatronics Academy en Chief Technology Officer Mechatronics bij The High Tech Institute (HTI).</b>
<b>Dhr. J. Bauwens, Ma</b>	<b>De heer Bauwens is opleidingsmanager Elektromechanica bij Thomas More Hogeschool (Campus De Nayer) en hij is energiedeskundige type A en C (Vlaams Energieagentschap, VEA) publieke en residentiële gebouwen.</b>
Dhr. Ing. L.C. van Ruijven Msc.	De heer Van Ruijven studeerde cum laude af aan de HTS Rijswijk in energietechniek en is sinds 2006 binnen Croon Elektrotechniek als 'manager ontwikkeling techniek' verantwoordelijk voor proces innovatie en daarbij verantwoordelijk voor de technische opleidingen in dat bedrijf.
Ing. E. Puik	De heer Puik is lector Microsysteemtechnologie en embedded systems bij de Faculteit Natuur & Techniek van Hogeschool Utrecht en oprichter en managing director bij DotDotFactory BV.
<b>De heer R. Mannak</b>	<b>De heer Mannak volgt de hbo-bacheloropleiding Mechatronica bij De Haagse Hogeschool.</b>
De heer S. Beljaars	De heer Beljaars volgt de hbo-bacheloropleiding Mechatronica bij Avans Hogeschool.

Drs. G.W.M.C. Broers	Secretaris Hobéon	Gecertificeerd 2010
<b>H. Bleijs BSc</b>	<b>Secretaris Hobéon</b>	<b>Gecertificeerd 2010</b>
Mevr. D.P.M. de Koning	Logistiek coördinator Hobéon	Gecertificeerd 2010
P. van Achteren LBB	Secretaris NQA	Gecertificeerd 2010

Op 23-03-2016 heeft de NVAO goedkeuring gegeven aan de samenstelling van het auditpanel t.b.v. de beoordeling van de hbo-bacheloropleiding Mechatronica van Saxion onder nummer 004531.

De door alle panelleden ondertekende onafhankelijkheids- en geheimhoudingsverklaringen zijn in het bezit van de NVAO. In deze verklaring verklaren de panelleden gedurende tenminste vijf jaar voorafgaand aan de audit geen zakelijke noch persoonlijke binding te hebben gehad met de betrokken instelling -anders dan die in het kader van de werkzaamheden als lid van het auditpanel van het Evaluatiebureau-, die een onafhankelijke oordeelvorming ten positieve of ten negatieve zou kunnen beïnvloeden.



**Strategische dienstverlener voor kennisintensieve organisaties**



Lange Voorhout 14  
2514 ED Den Haag

T (070) 30 66 800

F (070) 30 66 870

E [info@hobeon.nl](mailto:info@hobeon.nl)

I [www.hobeon.nl](http://www.hobeon.nl)