

# Die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar- ingenieurstudente om selfgerigte leer te bevorder

**P.J. Tolmay**  
**12126853**

Verhandeling voorgelê vir die graad *Magister Educationis* in  
Kurrikulumontwikkeling aan die Potchefstroomkampus van die  
Noordwes-Universiteit

Studieleier: Prof. H.M. Havenga

Mei 2017

Dit begin alles hier <sup>TM</sup>

## DANKBETUIGING

Baie dankie aan elkeen wat op verskillende wyses bygedra het tot die voltooiing van hierdie navorsing sonder wie hierdie studie nie moontlik sou wees nie.

My opregte dank en waardering aan:

1. my studieleier, prof. Marietjie Havenga, wat bereid was om by my studieleiding betrokke te raak, vir besondere en bekwame leiding, wysheid, aanmoediging en geduld. Dit was 'n voorreg om onder haar leiding te kon werk. My opregte dank;
2. my vrou Lynette, vir haar onvoorwaardelike hulp op verskeie gebiede, haar aanmoediging en gebede en haar geloof in my. Haar moeite met die vertaling van die opsomming en haar bereidwilligheid om uit te help waar nodig word opreg waardeer. Dankie dat jy 'hare op jou tande' het;
3. elke ouer, broer, suster en my kinders vir hulle deurlopende ondersteuning, geduld, aanmoediging en gebede;
4. my vriende en kollegas, in die besonder mnr. Hannes du Toit en prof. Frans Waanders by die Fakulteit Ingenieurswese;
5. deelnemers aan die studie sonder wie se bereidwilligheid tot deelname die studie nie moontlik sou wees nie;
6. die Noordwes-Universiteit vir finansiële ondersteuning;
7. Dr. Suria Ellis van Statistiese Konsultasie Dienste, vir haar professionele hulp met die ontleding en verwerking van die data;
8. Jackie Viljoen vir die taalversorging van die verhandeling en die bibliografie; en
9. Petra Gainsford vir haar hulp met die tegniese versorging en bladuitleg.

Aan ons Almagtige God en Vader, my innige dank vir Sy onverdiende genade om hierdie taak te kon aanpak en voltooi.

**Aan Jesus Christus al die eer!**

## OPSOMMING

Die voortdurende verandering en uitdagings in die professionele praktyk van die ingenieur van vandag verg gespesialiseerde ingenieursopleiding in Suid-Afrika en die wêreld.

Studente ervaar probleme met die oorgang vanaf sekondêre tot tersiêre opleiding wat betref hulle kognitiewe ontwikkeling, wat hulle prestasie in ingenieurswese beïnvloed. Die aanvaarding van die sosiaal-konstruktivistiese onderrig-benadering vir die opleiding van ingenieurstudente impliseer dat die oortuigings van dosente en studente, asook die dosente se rol in die onderrig-leerproses, moet verander. Ingenieurstudente moet voorberei word om lewenslange leerders te word en op die hoogte te bly van veranderinge in die tegnologie en die toepassings daarvan, en hulle moet die uitdagings van die nuwe eeu kan hanteer, asook verskeie 21ste-eeuse vaardighede ontwikkel. Gestruktureerde opleiding moet vir eerstejaar-ingenieurstudente aangebied word om hulle te bemagtig vir die vereistes wat gestel word deur tersiêre instellings, die Ingenieursvereniging van Suid-Afrika (ECSA) en die bedryf.

Ten einde die studie te beantwoord “tot watter mate kan die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP 172 hulle selfgerigte leer bevorder”, is ’n literatuurondersoek sowel as ’n empiriese ondersoek uitgevoer om die navorsingsvrae te beantwoord. Selfgerigte leer is ’n proses wat die ontwikkeling van verskillende 21ste-eeuse vaardighede insluit, soos lewenslange leer en ondersteuning, en dit kan bydra tot die ontwikkeling van ingenieurstudente waar projekgebaseerde as onderrig-leerstrategie toegepas word. Die dosent tree op as fasiliteerder en begeleier en die studente moet aktiewe en deelnemende spanlede wees wat verantwoordelikheid vir die projek aanvaar. ’n Geskikte onderrig-leerstrategie wat aangewend kan word in die voorbereidingsmodule vir ingenieurstudente en wat ook kan dien as ’n kanaal om selfgerigte leer te bevorder as deel van ingenieursopleiding is projekgebaseerde leer.

’n Gekombineerde kwalitatiewe en kwantitatiewe benadering is tydens hierdie navorsing gebruik. ’n KWAL-kwan-metodologie is spesifiek gebruik om ondersoek in te stel oor hoe projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie aangewend kan word om selfgerigte leer te bevorder in ’n module wat ingenieurstudente vir die professie voorberei. Daar is bevind dat projekgebaseerde leer die ontwikkeling van verskeie vaardighede, met inbegrip van

vaardighede met betrekking tot beplanning, tydsbestuur, kommunikasie, praktyk en samewerking bevorder. Aanbevelings is gemaak ten opsigte van die opleiding van ingenieurstudente, sowel as vir die effektiewe strukturering van projekgebaseerde leer in die FIAP 172-module om SGL te bevorder.

**SLEUTELWOORDE:**

Ingenieurstudente, onderrig-leer, probleemoplossingsvaardighede, professionele ontwikkeling, projekgebaseerde leer, selfgerigte leer, 21ste-eeuse vaardighede.

## ABSTRACT

The constant changes and challenges in the professional practice of engineering for today require specialised engineering training in South Africa and the world.

Students experience problems with the transition from the secondary to tertiary level in terms of their cognitive development, which affect their performance in engineering. The adoption of the social constructivist teaching approach for the training of engineering students implies that the beliefs of teachers and students, as well as their role in the teaching–learning process must change. Engineering students should be prepared to be lifelong learners and to keep abreast of changes in technology, applications thereof and to deal with the challenges of the new century, and to develop various 21<sup>st</sup>-century skills. Structured training for first-year engineering students needs to take place to empower them for the requirements as set by tertiary institutions, Engineering Council of South Africa (ECSA) and the industry.

In order to answer these question "to what extent can the implementation of project-based learning by first-year engineering students in the module FIAP 172-module their self-directed learning, a literature review and an empirical study were conducted to answer the research question. Self-directed learning is a process that involves the development of different 21<sup>st</sup>-century skills, such as lifelong learning and support, which could contribute to the development of engineering students if project-based learning is included as teaching-learning strategy. The lecturer acts as facilitator and guides the learning process whereas students need to be actively involved in team participation where they are responsible for the project. A suitable teaching and learning strategy can be used in the preparation module for engineering students, which may also serve as a channel to promote self-directed learning as part of the engineering curriculum in project-based learning.

A combined qualitative and quantitative approach was used. Specifically, a QUAL-quant methodology was used to investigate how project-based learning can be used as a teaching and learning strategy to promote self-directed learning in a module that prepares engineering students for the profession. It was found that project-based learning development of various skills, including planning, time management, communication, practical and collaborative skills promoted the process. Recommendations are made

regarding the training of engineering students, as well as for the effective structuring of projects and project-based learning in the FIAP 172 module.

**KEY WORDS:**

Engineering students, problem solving skills, professional development, project-based learning, self-directed learning, teaching and learning, 21<sup>st</sup>-century skills.

## AFKORTINGS

APS	Akademiese prestasiepersentasie
BIng	Baccalaureusgraad in Ingenieurswese
CHE	<i>Council On Higher Education</i> / Raad op Hoër Onderwys
DBE	Departement van Basiese Onderwys
ECSA	<i>Engineering Council of South Africa</i> / Ingenieursvereniging van Suid-Afrika
ELO	<i>Exit Level Outcome</i> / Uittreevlakuitkomst
FIAP	Fakulteit Ingenieurswese Alle Programme
GPA	<i>Group Performance Assessment</i> / Groepsprestasië-assessering
HOI	Hoëronderwysinstellings
IGO	Ingenieursgrafika- en ontwerp
NWU	Noordwes-Universiteit
PGA	<i>Peer Group Assessment</i> / Eweknie-, Portuurgroepassessering
PGL	Projekgebaseerde leer
PBL	<i>Project-Based Learning</i>
PID	<i>Project initiation document</i>
SGL	Selfgerigte leer
SDL	<i>Self-directed learning</i>
WVS	Werkverdelingstruktuur
P	<i>Participant</i> / Deelnemer

# INHOUDSOPGAWE

<b>DANKBETUIGING .....</b>	<b>I</b>
<b>OPSOMMING .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>AFKORTINGS .....</b>	<b>VI</b>
<b>HOOFSTUK 1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 FILOSOFIESE EN TEORETIESE KONSEPTUELE RAAMWERK.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Filosofiese uitgangspunt van hierdie studie .....	3
1.2.2 Studente se voorkennis en verantwoordelikheid .....	4
1.2.3 Selfgerigte leer (SGL) .....	6
1.2.4 Projekgebaseerde leer (PGL) .....	7
1.2.5 Projekgebaseerde leer in ingenieurswese .....	8
<b>1.3 NAVORSINGSVRAE EN DOELSTELLINGS .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 EMPIRIESE NAVORSING.....</b>	<b>9</b>
1.4.1 Metodologie en navorsingsontwerp .....	9
1.4.2 Populasie.....	12
1.4.3 Ingenieursprojekte .....	12
1.4.4 Data-insameling.....	13
1.4.4.1 Kwalitatiewe data-insameling.....	13
1.4.4.2 Kwantitatiewe data-insameling .....	14
1.4.5 Data-ontleding .....	14
1.4.5.1 Kwalitatiewe data-ontleding .....	14

1.4.5.2	Kwantitatiewe data-ontleding .....	14
<b>1.5</b>	<b>BETROUBAARHEID EN GELDIGHEID.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6</b>	<b>ETIESE KWESSIES.....</b>	<b>15</b>
<b>1.7</b>	<b>GEANTISIPEERDE PROBLEME.....</b>	<b>15</b>
<b>1.8</b>	<b>BYDRAE VAN DIE STUDIE.....</b>	<b>15</b>
<b>1.9</b>	<b>HOOFSTUKINDELING .....</b>	<b>16</b>
<b>HOOFSTUK 2 LITERATUUROORSIG.....</b>		<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>AGTERGROND EN INGENIEURSVEREISTES.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>SELFGERIGTE LEER.....</b>	<b>18</b>
2.3.1	Studente as selfgerigte leerders .....	19
2.3.2	Die dosent se rol as fasiliteerder by selfgerigte leer .....	20
2.3.3	Metakognisie in selfgerigte leer .....	20
<b>2.4</b>	<b>PROJEKGEBASEERDE LEER .....</b>	<b>21</b>
2.4.1	Projekgebaseerde leerbenaderings in verskillende lande .....	22
2.4.2	Kenmerke van projekgebaseerde leer .....	25
2.4.3	Die rol van die student in projekgebaseerde leer .....	26
2.4.4	Die rol van die dosent in projekgebaseerde leer .....	27
2.4.5	Groepwerk en assessering in projekgebaseerde leer .....	29
2.4.6	Uitdagings met die toepassing van PGL.....	31
2.4.7	Opsomming van die kenmerke van SGL en PGL.....	31
<b>2.5</b>	<b>PGL EN PROFESSIONELE PRAKTYK VIR INGENIEURWESE .....</b>	<b>32</b>
2.5.1	Die Ingenieursvereniging van Suid-Afrika (ECSA) .....	33

<b>2.6</b>	<b>SAMEVATTING .....</b>	<b>36</b>
<b>HOOFSTUK 3</b>	<b>EMPIRIESE NAVORSING .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>FILOSOFIESE UITGANGSPUNT.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>NAVORSINGSMETODOLOGIE EN ONTWERP .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4</b>	<b>STUDIEPOPULASIE.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5</b>	<b>DIE ROL VAN DIE NAVORSER.....</b>	<b>40</b>
<b>3.6</b>	<b>PRAKTIESE PROJEK .....</b>	<b>41</b>
3.6.1	Assessering.....	41
<b>3.7</b>	<b>KWANTITATIEWE NAVORSING.....</b>	<b>42</b>
3.7.1	Kwantitatiewe data-insameling .....	42
3.7.2	Kwantitatiewe data-ontleding.....	42
3.7.3	Geldigheid en betroubaarheid.....	43
<b>3.8</b>	<b>KWALITATIEWE NAVORSING .....</b>	<b>43</b>
3.8.1	Kwalitatiewe data-insameling.....	43
3.8.2	Kwalitatiewe data-ontleding .....	44
3.8.3	Geldigheid en betroubaarheid.....	44
3.8.4	Etiese aspekte .....	44
<b>3.9</b>	<b>SAMEVATTING .....</b>	<b>45</b>
<b>HOOFSTUK 4</b>	<b>RESULTATE EN BESPREKING .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>KWANTITATIEWE RESULTATE .....</b>	<b>46</b>
4.2.1	Voor- en natoetsresultate .....	47

4.2.2	Afhanklike t-toetse en betekenisvolheid .....	48
<b>4.3</b>	<b>BETROUBAARHEID VAN DIE VRAELYSTE .....</b>	<b>51</b>
<b>4.4</b>	<b>KWALITATIEWE RESULTATE.....</b>	<b>52</b>
4.4.1	Tema 1: Studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie.....	53
4.4.2	Tema 2: Probleme en uitdagings met projekontwikkeling .....	54
4.4.2.1	Subtema 2.1: Uitdagings met tydsbestuur .....	54
4.4.2.2	Subtema 2.2: Spanwerkvaardighede en uitdagings .....	56
4.4.2.3	Subtema 2.3: Kommunikasievaardighede.....	57
4.4.3	Tema 3: Vaardigheidsontwikkeling in praktyk en verantwoordelikheid tydens leer.....	59
4.4.3.1	Subtema 3.1: Vaardigheidsontwikkeling in FIAP 172.....	59
4.4.3.2	Subtema 3.2: Verantwoordelikheid in leer met PGL.....	61
<b>4.5</b>	<b>SAMEVATTING .....</b>	<b>63</b>
<b>HOOFSTUK 5 BEVINDINGS, GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS .....</b>		<b>65</b>
<b>5.1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>65</b>
<b>5.2</b>	<b>OPSOMMING VAN HOOFSTUKKE.....</b>	<b>65</b>
<b>5.3</b>	<b>BESPREKING VAN DIE SUBNAVORSINGSVRAE.....</b>	<b>66</b>
5.3.1	Subnavorsingsvraag 1 .....	66
5.3.2	Subnavorsingsvraag 2 .....	68
5.3.2.1	Tydsbestuur.....	68
5.3.2.2	Spanwerkvaardighede .....	70
5.3.2.3	Kommunikasievaardighede.....	71
5.3.2.4	Assesseringsvaardighede.....	72
5.3.3	Subnavorsingsvraag 3 .....	73

<b>5.4</b>	<b>DIE BEANTWOORDING VAN DIE HOOFNAVORSINGSVRAAG .....</b>	<b>75</b>
<b>5.5</b>	<b>GEVOLGTREKKING.....</b>	<b>79</b>
<b>5.6</b>	<b>BEPERKINGE VAN DIE STUDIE.....</b>	<b>80</b>
<b>5.7</b>	<b>AANBEVELINGS .....</b>	<b>80</b>
5.7.1	Aanbevelings aan dosente met betrekking tot die implementering van PGL vir ingenieurswese .....	81
5.7.2	Aanbevelings ten opsigte van leiding vir studente in FIAP 172 .....	82
	<b>BRONNELYS .....</b>	<b>84</b>
	<b>ADDENDUM A: ETIESE KLARING.....</b>	<b>102</b>
	<b>ADDENDUM B: INGELIGTE TOESTEMMINGSVORMS. ....</b>	<b>103</b>
	<b>ADDENDUM C: VRAELYS.....</b>	<b>108</b>
	<b>ADDENDUM D: SEMI-GESTRUKTUREERDE ONDERHOUDSVRAE.....</b>	<b>111</b>
	<b>ADDENDUM E: VERGELYKING TUSSEN AKADEMIESE SKOLE EN TEGNIесе SKOLE IN SUID-AFRIKA .....</b>	<b>112</b>
	<b>ADDENDUM F: ECSA – EXIT-LEVEL OUTCOMES.....</b>	<b>113</b>
	<b>ADDENDUM G: PROFESSIONELE-PRAKTYK- (FIAP 172) OPLEIDING AAN DIE NOORDWES-UNIVERSITEIT .....</b>	<b>115</b>

## LYS VAN TABELLE

Tabel 1.1:	Die verduideliking van begrippe en definisies.....	3
Tabel 2.1:	PGL vir professionele ontwikkeling (aangepas uit Havenga, 2015, 138-140) .....	28
Tabel 2.2:	Algemene eienskappe van SGL.....	31
Tabel 2.3:	Algemene eienskappe van PGL.....	32
Tabel 2.4:	Opsomming van ECSA se uitreevlakuitkomst (ELO's) .....	33
Tabel 3.1:	Uiteensetting van die empiriese navorsingsontwerp.....	39
Tabel 4.1:	Vlak van selfgerigtheid volgens Williamson (Williamson, 2007:72).....	47
Tabel 4.2:	Aantal respondente in 'n spesifieke groep in die voortoets en in die natoets .....	47
Tabel 4.3:	Saamgevoegde voor- en natoets statistiek per groep en per subkategorie .....	48
Tabel 4.4:	Cohen se d-waarde-indeling .....	50
Tabel 4.5:	Cramer se V-riglyne vir gebruik van effekgrootte by kruistabulerings .....	50
Tabel 4.6:	Betroubaarheid van die vraelyste .....	52
Tabel 4.7:	Opsomming van temas en subtemas .....	52
Tabel 5.1:	Aanbevelings uit hierdie studie.....	82

## LYS VAN FIGURE

Figuur 1.1:	Navorsingsontwerp van hierdie studie.....	11
Figuur 3.1:	Verspreiding van eerstejaar-ingenieurstudente in verskillende programme .....	40
Figuur 4.1:	Visuele voorstelling van navorsingsresultate .....	64

# HOOFSTUK 1

## INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

### 1.1 INLEIDING

Onderrig en leer moet daarop gerig wees om aan die behoeftes van die industrie en die wêreld te voldoen, naamlik toepassing van kommunikasievaardighede, spanwerk, effektiewe tydsbestuur, “hands-on” praktiese vaardighede asook navorsinggedrewe en wetlike aspekte wat deel uitmaak van die moderne ingenieurswese praktyk (Savin-Baden, 2007:16; Mills & Treagust, 2003). Om aan hierdie vereistes te voldoen moet hoëronderwysinstellings (HOIs) daarop fokus om innoverende onderrig en leer van hoë gehalte te voorsien. Die Ingenieursvereniging van Suid-Afrika (Engineering Council of South Africa [ECSA]) stel standarde vir ingenieursopleiding deur middel van elf spesifieke uitreevlakdoelwitte (ECSA, 2014:6). Ingenieursopleiding word deur ECSA voorgeskryf ten opsigte van programkriteria, kennisprofiel en uitreevlakdoelwitte vir die ingenieursgraad, wat nasionaal en internasionaal erken word (sien Addendum F).

Onderrig en leer van ingenieurstudente is veral op die toepassing van tegnologiese en ingenieursprosesse toegespits. Dit sluit die gebruik van kennis, vaardighede en hulpbronne in om lewenswerklike probleme te identifiseer en deur middel van ondersoek, ontwerp, ontwikkeling en evaluering van produkte, stelsels en prosesse op te los (Royal Academy of Engineering, 2007:7, 11; National Academy of Engineering, 2004:6).

Voornemende ingenieurstudente word vir studie gekeur op grond van hulle graad 12-punte in wiskunde en wetenskap. Hoewel 'n hoë akademiese prestasiepersentasie (APS)-telling (31) keuring aan ingenieurstudente verleen, beskik aanvangsingenieurstudente nie noodwendig oor die kennis en praktiese vaardighede wat benodig word vir die beplanning en ontwikkeling van ingenieursprojekte nie (Kolmos, 2008:263). Reeds in 2002 het Kent en Noss (2002:26) bevind dat daar by ingenieurstudente 'n leemte bestaan ten opsigte van bevoegdhede rakende kognitiewe vaardighede soos kennis, begrip, ontleding, modellering en die toepassing daarvan. Daar bestaan 'n behoefte aan effektiewe onderrig en leer in ingenieursmodules om die nodige kennis en vaardighede by studente te ontwikkel gedurende hulle voorgraadse opleiding met die oog op selfgerigte leer (SGL) (Chinowsky, 2011:5; Kolmos & Holgaard, 2010:577). SGL word bevorder waar studente verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar en aktief

daarby betrokke is (Francom, 2010:32). Verskeie strategieë en vaardighede kan geïmplementeer word om SGL te bevorder, soos byvoorbeeld koöperatiewe leer (Johnson, Johnson & Smith, 2010:28), metakognitiewe kennis en vaardighede (Borich, 2011), en probleemgebaseerde en projekgebaseerde leer (Kolmos & Holgaard, 2010:577). In hierdie studie is hoofsaaklik gefokus op die toepassing van projekgebaseerde leer (PGL) deur ingenieurstudente om hulle SGL te bevorder en lewenslange leer te vestig (definisies Tabel 1.1).

Die doel van hierdie studie was om te bepaal of die implementering van PGL deur eerstejaar-ingenieurstudente hulle SGL kan bevorder. Die motivering vir hierdie studie spruit daaruit voort dat ingenieurstudente daartoe in staat moet wees om die tegnologiese en ingenieursprosesse wat as deel van professionalisme en as selfstandige, intensiewe en aktiewe leer beskou word, te kan toepas (Laurillard *et al.*, 2008). Ingenieurstudente moet derhalwe verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse neem met die oog op die ontwikkeling van SGL.

Vir die doel van die studie is die databasisse en soekenjins EBSCOhost, Google Scholar, ERIC en Google geraadpleeg met die trefwoorde 'ingenieursonderrig', 'ingenieursproses', 'onderrig en leer', 'projekgebaseerde leer', 'selfgerigte leer' en 'tegnologiese vaardighede', (*engineering education, engineering process, teaching and learning, project-based learning, self-directed learning and technology skills*).

## **1.2 FILOSOFIESE EN TEORETIESE KONSEPTUELE RAAMWERK**

In tabel 1.1 word die begrippe en terme wat in hierdie studie gebruik is, gedefinieer en verduidelik. Daarna word die filosofiese en teoretiese konseptuele raamwerk bespreek.

**Tabel 1.1: Die verduideliking van begrippe en definisies**

Term	Woordskrywing	Verwysing (waar van toepassing)
Eerstejaar-ingenieurstudente, First-year engineering students.	Alle eerstejaar-ingenieurstudente by die Noordwes-Universiteit (NWU) vir die studierigtings chemiese en minerale, meganiese, kern- en bedryfs-, elektriese en elektroniese ingenieurswese.	NWU Jaarboek Fakulteit Ingenieurswese Voorgraads (2016).
Selfgerigte leer (SGL), Self-directed learning (SDL).	Die onderrig-leerproses waar studente verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar en aktief daarby betrokke is. Dit behels die formulering van leerdoelwitte, seleksie van hulpbronne, integrering van relevante strategieë en evaluering van leerervarings.	Francom (2010); Knowles (1975:18); Skiff en Beckendorf (2009).
Projek-gebaseerde leer (PGL), <i>Project-based learning</i> (PBL).	'n Studentgedrewe, aktiewe onderrig-leerstrategie waar studente konstruktiewe ondersoek uitvoer. Leeraktiwiteite word aangedryf deur 'n probleem wat opgelos moet word deur 'n projek te ontwikkel. Die aktiwiteite word oor 'n tydperk uitgevoer en dosente het 'n fasiliterende en adviserende rol by die onderrig-leeraktiwiteite. PGL dra ook by tot die ontwikkeling van 21ste-eeuse vaardighede, byvoorbeeld die ontwikkeling van kritiese denke, effektiewe kommunikasie, spanwerkvaardighede en blootstelling aan lewenswerklike probleme. PGL kan op verskeie maniere geïmplementeer word, byvoorbeeld dit kan georganiseer word rondom die ontwikkeling van 'n volskaalse projek, beplan en ontwikkel met verloop van tyd wat 'n hoë mate van selfgerigheid vereis (Kolmos & De Graaff, 2007). Volgens Case (2011: 5) verwys projekgebaseerde leer na die toepassing van nuwe kennis gebaseer op 'n probleem. As deel van hierdie studie is besluit om die term projekgebaseerde leer te gebruik. Dit behels dat die ondersoek <i>gebaseer is op 'n bepaalde probleem</i> en dat dit <i>georganiseer is rondom die ontwikkeling van 'n volskaalse projek</i> (Dahms, 2015; Kolmos & De Graaff, 2007).	Buck Institute for Education (BIE) (2012); De Graaff en Kolmos (2007); Kolmos, De Graaff en Du (2009).  Dahms, 2015; Case 2011:5; Kolmos & De Graaff, 2007
FIAP 172-ingenieursmodule, <i>engineering module</i> .	FIAP 172 is 'n eerstejaarsmodule vir alle ingenieurstudente en fokus op die professionele praktyk waar studente ervaring opdoen om werklike produkte vir kliënte te ontwikkel. Die module strek oor een jaar, (2 semesters).	NWU Jaarboek Fakulteit Ingenieurswese Voorgraads (2016).

### 1.2.1 Filosofiese uitgangspunt van hierdie studie

Hierdie studie is gedoen vanuit die sosiaal-konstruktivistiese uitgangspunt en fokus op studente se aktiewe betrokkenheid by die konstruksie van hulle kennis en die sosiale interaksie met ander studente, gemeenskappe en belanghebbendes (Dahms & Stentoft,

2008) (§3.2). Nuwe idees en kennis word binne groepsverband krities bespreek. Die student is dus 'n aktiewe leerder wat kennis moet konstrueer en bestuur (Bondarouk, 2006:44).

Vervolgens word die teoretiese agtergrond bespreek met verwysing na die studente se voorkennis en verantwoordelikheid asook selfgerigte leer en projekgebaseerde leer.

### **1.2.2 Studente se voorkennis en verantwoordelikheid**

Eerstejaarstudente beleef 'n groot aanpassing wanneer hulle by hoërondewysinstellings (HOIs) vir studie aanmeld (Dehing *et al.*, 2013). Die industrie en die wêreld vereis dat onderrig en leer in die voorgraadse kurrikulum op praktiese ontwerp en doelgerigte professionele ontwikkeling toegespits sal wees (Jennings, 2009:14; Van den Heuvel-Panhuizen, 2003:11). Eerstejaar-ingenieurstudente beskik nie noodwendig oor die basiese vaardighede en kennis rakende meganiese, elektriese en chemiese ingenieurstudies nie en hulle vind dit problematies om hulle eie leerprosesse te bestuur (Kolmos, 2008:267). Studente vind dit ook soms moeilik om verantwoordelikheid vir hulle eie leer te aanvaar (Lambert *et al.*, 2008). Elkeen van hierdie faktore word vervolgens bespreek.

Eerstens kom eerstejaar-ingenieurstudente hoofsaaklik vanaf twee soorte skole, naamlik akademiese skole en tegniese skole. Addendum E toon die verskil tussen die akademiese en tegniese skole wat deur die Suid-Afrikaanse Onderwysdepartement daargestel is. In akademiese skole kies voornemende ingenieurstudente wiskunde en wetenskap as vakke en soms ook Ingenieursgrafika en -ontwerp (IGO) indien dit by die betrokke skool aangebied word. By tegniese skole neem voornemende ingenieurstudente wiskunde, wetenskap en IGO en het 'n keuse ten opsigte van een van die tegniese rigtings, naamlik siviele, elektriese en meganiese tegnologie (Departement van Basiese Onderwys "DBE", 2014a). Leerders van veral akademiese skole wat na HOIs gaan vir ingenieurstudies, kan bepaalde agterstande beleef aangesien hulle nie die geleentheid gehad het om praktiese vaardighede in spesialisvakke te ontwikkel nie (Departement van Basiese Onderwys "DBE", 2014b). (Spesialisvakke is vakke waar leerders 'n keuse het tussen elektriese, siviele, meganiese tegnologie en IGO).

Volgens Kolmos, De Graaff en Du (2009:11) het voorkennis 'n invloed op leerders en studente se denkvlakke, konsepontwikkeling en probleemoplossingsvaardighede.

Reeds in 2003 het Lawson aangetoon dat ingenieurstudente dit moeiliker vind om bepaalde konsepte te verstaan en probleme op te los as wat die geval was met hulle eweknieë van 'n paar jaar tevore (Kolmos, 2008:271; Lawson, 2003:172). Aanvangsingenieurstudente is dus divers wat betref hulle voorkennis van basiese ingenieursvaardighede (bv. pas- en draaiwerk, sweis, materiaalkeuses, tegniese tekene), grondige kennis van wiskunde en wetenskap, en die vermoë om probleme effektief op te los (individueel en in groepsverband). Ingenieurstudente se aanvangskennis en vaardighede (of 'n tekort daaraan) het 'n direkte uitwerking op tersiëre inrigtings se benadering tot effektiewe onderrig en leer. HOIs moet dus hulle programme en onderrig-leeraktiwiteite daarop toespits om studente se SGL te bevorder. Daarbenewens moet HOIs op werklike kliënte, werklike projekte en lewenswerklike probleme fokus, in samewerking met die industrie (Royal Academy of Engineering, 2007:12; National Academy of Engineering, 2004:6) om selfgerigte leer by studente te ontwikkel en sodoende hulle leerprosesse verantwoordelik te bestuur.

Die tweede en sekerlik die grootste probleem is dat die studente wat by die HOI opdaag, gewoon is aan die direkte onderrig-metode (*spoon feeding*) (Guglielmino, 2013:10). Hulle het hoofsaaklik direkte onderrig op skool ontvang, waar die onderwyser die kennis oordra en leerders passiewe luisteraars in die klas is (Lachapelle & Cunningham, 2014). Daar moet 'n verskuiwing plaasvind wat betref onderrig en leer, van die direkte onderrigmetode na 'n fasiliterende rol vir die dosent. Dit behels onder meer dat die studente probleme deelnemend, ondersoekend en krities moet oplos, verantwoordelikheid vir hulle eie leer moet aanvaar en terselfdertyd hulle projekte met inagneming van alle veiligheidsmaatreëls en regulasies moet ontwerp en vervaardig (Piskurich, 2011:49; Michaelsen & Sweet, 2008:19). Gevolglik bied professionele opleiding die geleentheid vir die ontwikkeling van studente se integriteit, onafhanklikheid, verantwoordelikheid, ingesteldheid en bekwaamheid, want die fokus verskuif nou vanaf teoretiese kennis na praktiese projektoepassings wat studente selfstandig moet bestuur (Mills & Treagust, 2003:12). Studente moet dus opgelei word om rasonale besluite te neem oor die ontwikkeling van projekte waar teoretiese en praktiese kennis gekombineer word (Savin-Baden & Major, 2004:12).

Dit is uit die bostaande duidelik dat studente die vermoë moet ontwikkel om hulle SGL te bevorder. Selfgerigte leer word vervolgens verder bespreek.

### 1.2.3 Selfgerigte leer (SGL)

Skiff en Beckendorf (2009:76) definieer SGL as 'n proses waardeur studente eie inisiatief neem by die bepaling en ontleding van hulle leerbehoefte, eie doelwitte stel, uitkomst implementeer vir nuwe leeraktiwiteite, hulpbronne identifiseer en leerstrategieë evalueer. Reeds in die sewentigerjare het Knowles (1975:18) SGL soos volg gedefinieer:

*“In its broadest meaning, self-directed learning describes a process by which individuals take the initiative, with or without the assistance of others, in diagnosing their learning needs, formulating learning goals, identifying human and material resources for learning, choosing and implementing appropriate learning strategies, and evaluating learning outcomes”.*

Knowles (1975) beklemtoon die inisiatief van die individuele student om verantwoordelikheid vir sy/haar eie leerprosesse te neem. Navorsing het ook bewys dat studente wat selfgerig is, proaktiewe leerders is en meer inligting versamel, en dus meer oor die onderwerp leer (Piskurich, 2011:49; Williamson, 2007:71; Adendorff, 2006). Volgens Francom (2009) verwys SGL na die vaardighede en vakkennis waarvoor 'n individu moet beskik wat betref 'n bepaalde onderwerp en die vermoë moet besit om dit in 'n spesifieke omgewing of vak toe te pas. Guglielmino (2008:21) bevestig die belangrikheid van SGL deur te wys op die noodsaaklikheid van deurlopende, lewenslange leer soos wat die wêreld vereis. Studente leer sodoende meer effektief en is aktief betrokke by leerprosesse, byvoorbeeld die oplos van lewenswerklike probleme (Kolmos, De Graaff & Du, 2009:13).

Een van die basiese beginsels van SGL is dat studente verantwoordelikheid of 'eienaarskap' van hulle eie leerprosesse moet neem. Eienaarskap word bevorder deur studente te fasiliteer om SGL-vermoëns te ontwikkel, soos byvoorbeeld die nodige kennis, ervaring en leervaardighede (Bolhuis, 2003:329). Om SGL-aktiwiteite uit te voer, is vaardighede soos beplanning, monitering en evaluering nodig (Francom, 2010:32). Aan die ander kant verskuif die rol van die dosent in SGL na dié van 'n fasiliteerder om onderrig-leeraktiwiteite te ondersteun (Piskurich, 2011:50). Die dosent se rol verg sorgvuldige voorbereiding en beplanning om geleentede vir die ontwikkeling van SGL te voorsien. Fasilitering behels ook kritiese evaluering en terugvoer oor studente se idees en ervarings (Savin-Baden & Major, 2004).

Studente moet toegerus word met die nodige vaardighede wat hulle in staat stel om te voldoen aan die eise van 'n voortdurend veranderende wêreld en die ontwikkeling van 21ste-eeuse vaardighede (Bell, 2010:39-40; Healey, 2008:56). Volgens Merriam, Caffarella en Baumgartner (2007) is die belangrikste kenmerke van SGL dat die student eie inisiatief en volhoubaarheid in leer ontwikkel, verantwoordelikheid aanvaar vir sy of haar eie leerprosesse, selfdisipline toepas, 'n hoë graad van positiewe nuuskierigheid ontwikkel, onafhanklik leer, 'n liefde vir leer ontwikkel, 'n doelgeoriënteerde ingesteldheid ontwikkel en probleme as uitdagings sien. Voordele wat SGL inhou, kan soos volg gegroepeer word: persoonlike ontwikkeling (kundigheid, passie en selfverryking); bydrae tot die praktiese werksomgewing (bevordering en leierskap); en finansiële voordele (beter salaris, bonusse en kommissie) (Altuger-Genc & Chassapis, 2011). Projekgebaseerde leer is een van die onderrig-leerstrategieë wat gebruik word om SGL te bevorder, en word vervolgens bespreek.

#### **1.2.4 Projekgebaseerde leer (PGL)**

Projekgebaseerde leer (PGL) word gedefinieer as 'n onderrig-leerstrategie wat 'n komplekse vraag, probleem of uitdaging aanspreek deur die ontwikkeling van projekte waar daar op die proses sowel as die produk gefokus word (Bell, 2010:41; Savin-Baden, 2007:12) (sien tabel 1.1 vir volledige begripsverklaring). Projekte moet noukeurig beplan, bestuur en geëvalueer word om geleenthede vir studente te skep met die verkryging van teoretiese kennis, die ontwikkeling van addisionele vaardighede (soos samewerking, kommunikasie en kritiese denke) en die toepassing daarvan in die professionele praktyk (Kolmos, 2008:269; Mills & Treagust, 2003:8). PGL fokus op leerdergesentreerdheid, probleemoplossing, die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede, effektiewe kommunikasie en spanwerkvaardighede waar studente verantwoordelikheid vir bepaalde take aanvaar – individueel en as groep (Bell, 2010:42). PGL bied dus aan studente die geleentheid om kennis en ervaring in die praktyk op te doen (Kolmos, 2008:271).

Met die toepassing van PGL vind daar 'n verskuiwing rakende leerbenaderings plaas. Die fokus verskuif van die student as 'n positiewe observeerder na 'n positiewe, deelnemende, aktiewe probleemanaliseerder en -oplosser (Bell, 2010:39). Hierdie onderrig-leerbenadering kan die dosent daarin ondersteun om werklike lewensprobleme in te sluit om sodoende studente vir die industrie voor te berei. Die implementering van PGL bring

'n verskuiwing van klasgee en afrigting na aktiewe probleemoplossing teweeg (Kolmos & Holgaard, 2010:577; Finucane *et al.*, 1998:446) (sien tabel 1.1).

Volgens Guglielmino en Long (2011:56) skep die toepassing van PGL geleenthede vir studente om verantwoordelikhede vir bepaalde aktiwiteite te aanvaar. Dit behels dat studente toepaslike inligtingbronne soek en selekteer, saam in 'n span of groep werk, verbaal en in geskrewe vorm kan kommunikeer en vaardighede ontwikkel vir 'n proses van groei na lewenslange leer. Die studente fokus dus op onafhanklike en interafhanklike leer (Bell, 2010:42).

### **1.2.5 Projekgebaseerde leer in ingenieurswese**

Die invloed wat PGL op studente het deur hulle aan die werklike lewe en interdisiplinêre probleme bekend te stel, moet aan die begin van hulle ingenieurstudie plaasvind (Kolmos & De Graaff, 2013). PGL is 'n effektiewe strategie vir onderrig en leer in die 21ste eeu en daar is 'n toename wêreldwyd deur tersiêre instellings om weg te beweeg van tradisionele onderrig-metodes na 'n PGL-benadering vir ingenieurstudente (Bell, 2010:39; Kolmos 2006:167).

Die rasionaal van hierdie studie was om deur die implementering van projekgebaseerde leer by eerstejaar-ingenieurstudente ook hulle selfgerigte leer te bevorder deur komplekse, multidisiplinêre en veelsydige probleme in die hedendaagse wêreld op te los.

Uit bostaande literatuur blyk dit dat PGL 'n belangrike onderrig-leerstrategie is wat gefasiliteer en ontwikkel moet word en SGL kan bevorder by ingenieurstudente (Borich, 2011).

## **1.3 NAVORSINGSVRAE EN DOELSTELLINGS**

Die hoofnavorsingsvraag in die studie was:

***Tot watter mate kan die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP 172 hulle selfgerigte leer bevorder?***

Die onderstaande subnavorsingsvrae is in hierdie studie ondersoek:

1. Tot watter mate kan projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie die vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling bevorder?
2. Watter invloed het die implementering van projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie op eerstejaar-ingenieurstudente se vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling en die ingenieursproses?
3. Tot watter mate kan die gebruik van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente hulle selfgerigte leer bevorder?

Subnavorsingsvraag een fokus hoofsaaklik op die **teoretiese beginsels** terwyl vrae twee en drie veral op die **empiriese navorsing** fokus.

Die doel met die navorsing was om te bepaal tot watter mate die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP 172 hulle selfgerigte leer bevorder.

Die onderstaande subdoelwitte is as deel van hierdie studie geformuleer:

1. om te bepaal tot watter mate projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie die vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling kan bevorder;
2. om te bepaal watter invloed die implementering van projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie het op eerstejaar-ingenieurstudente se vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling en die ingenieursproses; en
3. om te bepaal tot watter mate die gebruik van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente hulle selfgerigte leer kan bevorder.

## 1.4 EMPIRIESE NAVORSING

In hierdie gedeelte word die metodologie en empiriese navorsing bespreek asook die data-insameling en data-ontledingstegnieke. Betroubaarheid en etiese kwessies word ook bespreek.

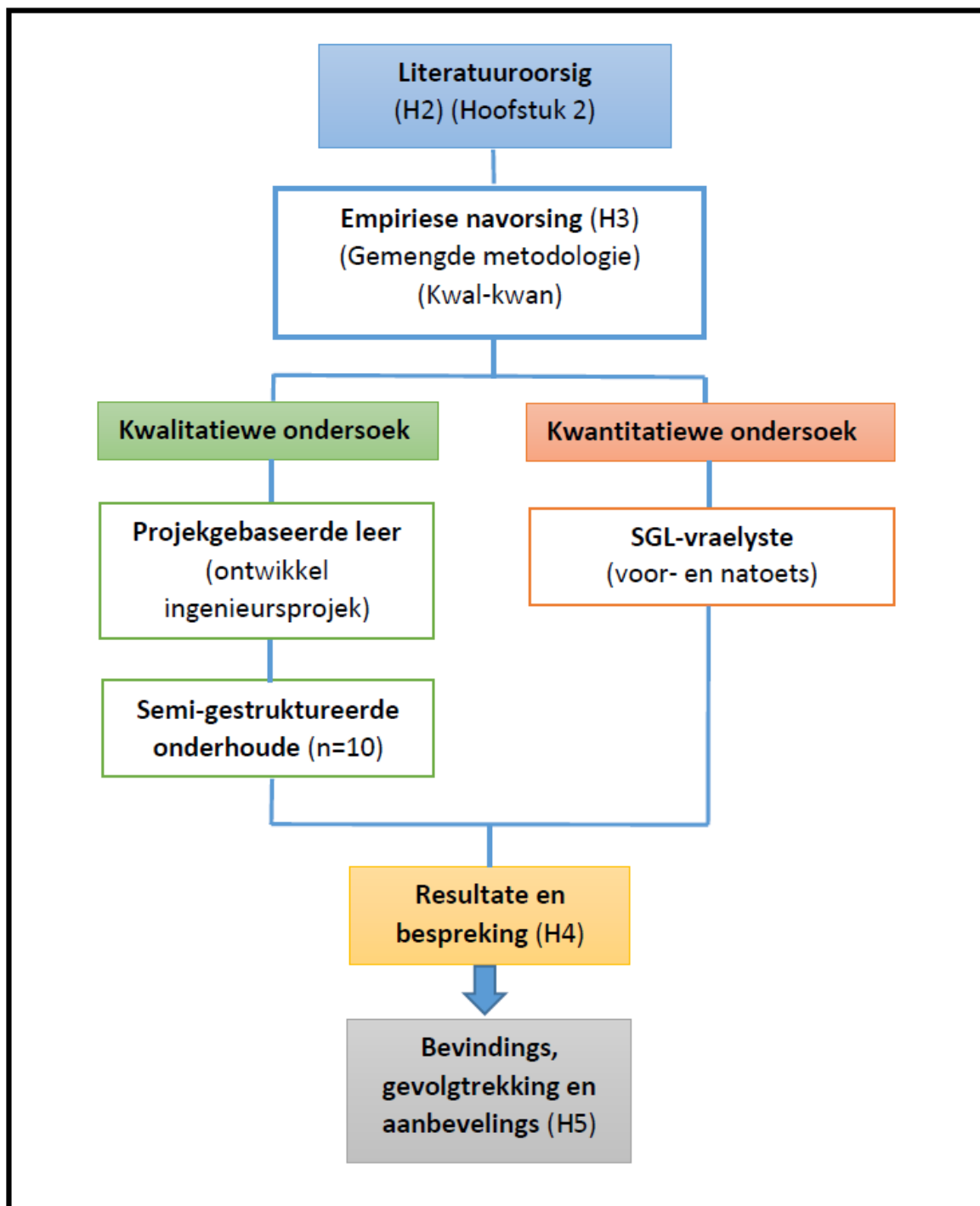
### 1.4.1 Metodologie en navorsingsontwerp

Die gemengde metodologie (*mixed method*) is in hierdie studie gebruik (Creswell & Plano Clark, 2011). Die kwantitatiewe metode fokus daarop om vrae te beantwoord deur middel

van die gebruik van statistiek. Hierteenoor word die kwalitatiewe metode gebruik om vrae te beantwoord rakende meer komplekse ervarings met die doel om bepaalde situasies of fenomene beter te verstaan.

Hoewel 'n gemengde metodologie vir hierdie studie gebruik is, naamlik KWAL-kwan (*QUAL-quant*) (Creswell, 2009:209, 110), het die kwalitatiewe metode die grootste gedeelte van die navorsing beslaan (figuur 1.1, tabel 3.1). Die kwantitatiewe metode is egter eerste toegelig omdat dit deel was van die voor- en natoets waar 'n vraelys oor SGL aan die deelnemers gegee is om te voltooi (Williamson, 2007). Die intervensie (ingenieursprojek) het hoofsaaklik kwalitatiewe metodes ingesluit naamlik die ontwikkeling van die projek met die nodige dokumentasie (tydskedules, kosteberekenings, verslae) asook semi-gestruktureerde onderhoude met studente rakende hulle projekervarings, persepsies en uitdagings met PGL in ingenieurswese.

'n Gemengde navorsingsbenadering behels die kombinasie of integrasie van beide navorsingsmetodes vir 'n meer volledige begrip van die navorsingsprobleem. Die doel van die gemengde metode in hierdie studie was om die kwantitatiewe resultate rakende SGL verder toe te lig met kwalitatiewe ervarings van studente. Hoewel daar in die literatuur verskeie tipes ontwerpe van gemengde navorsingsmetodes volgens Creswell (2009) bestaan, het hierdie navorsing nie 'n 'tipiese' gemengde ontwerp gebruik nie aangesien beide kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes slegs gebruik is vir die data oor SGL. Derhalwe kon slegs die kwantitatiewe en kwalitatiewe resultate rakende SGL met mekaar geïntegreer word en was volledige triangulasie van alle resultate nie moontlik nie (§3.3, §4.4.2.2).



**Figuur 1.1: Navorsingsontwerp van hierdie studie**

Vervolgens in Tabel 1.2 word 'n samevatting van die aktiwiteit van professionele praktyk (FIAP 172) uiteengesit.

**Tabel 1.2: Opsomming van aktiwiteite as deel van professionele praktyk (FIAP 172)**

<b>Fasiliteer vaardigheidsontwikkeling</b>		
<b>Semester 1</b>  Groepslede assesseer mekaar op 'n weeklikse basis.	<b>Aanvangsvaardighede</b> (5 weke)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eerste kontakssessie, verdeel studente in 63 groepe van ses studente in 'n span.</li> <li>2. Bespreek projekte wat ontwikkel gaan word.</li> <li>3. Projekte word toegeken aan groepe na aanleiding van elke groep se beste aanbieding tydens 'n voorlegging en motivering vir 'n bepaalde projek.</li> <li>4. Teoretiese veiligheidsinduksie en werkswinkeloriëntering, vergaderingsprosedures asook hoe om 'n projekbekendstellings-dokument (project initiation document [PID]) voor te berei.</li> <li>5. Praktiese induksie (sweiswerk, slypwerk en boorwerk).</li> </ol>
	<b>Konseptontwerp en finale ontwerp</b> (4 weke)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Groepslede vergader met kliënte en ontvang inligting oor die projek (interaksie met kliënt/dosente). Individuele opdrag word aan elke groepslid gegee (konseptontwerp).</li> <li>2. Vergadering oor konseptontwerp van projek.</li> <li>3. Een gesamentlike finale ontwerp word ingedien.</li> <li>4. Studente word gefasiliteer met betrekking tot vervaardigingstekeninge, finansies – kostebepaling en aankope, werkverdelingstruktuur en finale ontwerp moet in Solid Works™ geteken word.</li> <li>5. Inhandig van finale ontwerp.</li> </ol>
<b>Semester 2</b>  Groepslede assesseer mekaar op 'n weeklikse basis.	<b>Vervaardiging</b> (3 maande)	Bestel materiaal, bespreek die werkswinkel, aankoop van materiaal en elke groep doen hulle eie tydbestuur.  Projek moet deur kliënt afgeteken en aanvaar word voordat die dosent die projek finaal afteken.
	<b>Projektedag</b>	Elke groep stal hulle projek uit vir besigtiging deur ander groepe, fakulteite, ouers en mede-ingenieurstudente.
Sien §3.6.1 vir assessering en hoe die finale punte vir elke individu en groep in die PGL proses bepaal word		

### 1.4.2 Populasie

Die studie is uitgevoer op die Noordwes-Universiteit (NWU) se Potchefstroomkampus met alle eerstejaar-ingenieurstudente wat in 2015 aangemeld het vir die module Professionele Praktyk (FIAP 172). Hierdie module is verpligtend vir alle eerstejaar-ingenieurstudente (studente in meganiese en kern-, bedryfs-, elektriese en elektroniese, chemiese en minerale ingenieurswese) en sluit 380 eerstejaar-ingenieurstudente in.

### 1.4.3 Ingenieursprojekte

Die doel van die ingenieursprojekte is om as 'n voertuig te dien om die ingenieursproses aan die eerstejaar-ingenieurstudente bekend te stel. In die module FIAP 172 word

eerstejaar-ingenieurstudente in groepe<sup>1</sup> van ses verdeel deur die gebruik van 'n basiese selftoets (Enneagram Institute, 2011) wat op nege persoonlikheidsprofiële gebaseer is. Dit het behels dat 'n groep bestaande uit ses studente uit enige van die nege moontlike persoonlikheidsprofiële gekies kon word. Die groepe was divers wat betref persoonlikheid, geslag, ras en studieveld (byvoorbeeld meganiese en kern-, bedryfs-, elektriese en elektroniese-, chemiese en minerale ingenieurswese).

Die motivering hiervoor is dat studente vaardighede moet ontwikkel om in diverse groepe saam te werk as 'n weerspieëling van werklike ingenieurspanne. Sien addendum G en tabel 1.2 vir 'n opsomming van die module Professionele Praktyk oor 'n bestek van een jaar. Dit behels aspekte soos werkswinkelveiligheid, oriëntering (bekendstelling aan die werkswinkelreëls en -regulasies) asook die tegnologiese en ingenieursprosesse wat nodig is vir projekontwikkeling. Die studente werk aan lewenswerklike projekte wat geïdentifiseer word deur die dosent in samewerking met die kliënt #. Die student kry lewenswerklike blootstelling en ervaring met die ontwerp en ontwikkeling van die projek. Die groepe kry aan die einde van die semester die geleentheid om hulle projekte by 'n uitstalling te vertoon en te demonstreer vir die kliënt, ouers, medestudente en ander fakulteite op die kampus.

'n Finale punt word aan die groep toegeken vir die projek wat binne die spertyd voltooi is. 'n Volledige bespreking van die projek word in addendum G verskaf.

#### **1.4.4 Data-insameling**

'n Gemengde KWAL-kwan-metode, soos uiteengesit in §1.4.1 en in addenda C en D, is in die data-insameling gebruik.

##### **1.4.4.1 Kwalitatiewe data-insameling**

Kwalitatiewe data-insameling sluit die onderstaande in:

1. oop vrae rakende studente se ingesteldheid en kennis van PGL vóór die intervensie (sien tabel 1.2);

---

1 Vir die doel van hierdie studie word 'spanne' en 'groepe' as dieselfde beskou, hoewel daar veral na spanne in 'n PGL-verband verwys word.

2 # kliënt verwys na 'n persoon of organisasie vir wie 'n projek ontwerp en ontwikkel word.

2. insameling van die data tydens die intervensie (onderhoude van aangesig tot aangesig) – die konsepvoorstel van die projek, voltooi tydskedule, bereken koste van die projek, beplan hoe gehalte van die projek bepaal gaan word, voltooi projekskedules, ontwikkeling van die projek, en assessering van projek (§2.4.5); en
3. kwalitatiewe semi-gestruktureerde individuele onderhoude met ongeveer tien eerstejaar-ingenieurstudente rakende hulle ervaring van en blootstelling aan die nuwe leerstrategie (PGL) en die toepassing daarvan in die spesifieke module. Die onderhoude word met ewekansig geselekteerde studente gevoer, of totdat dataversadiging bereik is (sien §3.8.1) aan die einde van die jaar net voor die aanvang van die eksamens.

#### **1.4.4.2 Kwantitatiewe data-insameling**

Williamson (2007) se vraelyste is in beide die voor- en natoets gebruik (sien addendum C). Gedurende die eerste kontakssessie aan die begin van die jaar het die navorser/dosent, die studente versoek om Williamson se vraelys met 67 vrae te voltooi (sien §3.7.1) (Williamson, 2007:70, 71).

#### **1.4.5 Data-ontleding**

Kwalitatiewe en kwantitatiewe data-ontleding word hieronder bespreek.

##### **1.4.5.1 Kwalitatiewe data-ontleding**

Die inligting wat uit die kwalitatiewe data verkry is, is hoofsaaklik met die hand ontleed. Die ontledingstrategie het datagedrewe (gebaseer op literatuur), sowel as konsepgedrewe kodering ingesluit (soos wat die kodes uit die empiriese navorsing na vore gekom het) (Gibbs, 2010:44). Verskillende subtemas en temas is geïdentifiseer.

##### **1.4.5.2 Kwantitatiewe data-ontleding**

Die kwantitatiewe verwerking van die Williamson-vraelyste (SGL) is deur Statistiese Konsultasiediens van die Noordwes-Universiteit (NWU) uitgevoer. Omdat studente in groepe saamgewerk het, is groepslede se resultate nie onafhanklik verwerk nie. Om hierdie rede is van hiërargiese liniêre modelle (Raudenbush & Bryk, 2002) gebruik gemaak om hierdie afhanklikheid te modelleer ten einde vas te stel of daar statisties en prakties betekenisvolle verandering in studente se SGL plaasgevind het.

## 1.5 BETROUBAARHEID EN GELDIGHEID

Betroubaarheid van kwalitatiewe data-ontleding is uitgevoer deur 'n tweede kenner en kollega wat die data-ontleding gekontroleer en bevestig het.

Geldigheid verwys na die akkuraatheid van 'n meting (Thomas & Smith, 2003) en die mate waartoe die meting werklik meet wat dit veronderstel is om te meet (Gravetter & Forsano, 2004). In hierdie studie is van effekgroottes en Cronbach se alfakoëffisiënt ( $\alpha$ ) gebruik gemaak om die betroubaarheid vas te stel, om te bepaal of daar statisties prakties betekenisvolle veranderinge in SGL plaasgevind het (Leontitsis & Pagge, 2007:337, 338; Ellis & Steyn, 2003:52) (sien tabel 3.1). Geldigheid van die SGL-vraelys is alreeds met verskeie studies geverifieer (sien Williamson, 2007:72; Shen *et al*, 2014:3).

## 1.6 ETIESE KWESSIES

Alle inligting is konfidensieel hanteer en geen name van deelnemers sal bekend gemaak word nie. Alle data word vir 'n minimum van sewe jaar gestoor. Hoewel dit opsioneel is dat studente die Williamson-vraelys voltooi, is die FIAP 172-module deel van die voorvereistes vir voorgraadse studie vir die BIng-graad. Om dié rede is studente verplig om 'n projek in hierdie module te ontwikkel as deel van die doelwitte wat vir hierdie module bereik moet word. Die individuele studente met wie onderhoude gevoer is, kon op enige stadium onttrek met geen negatiewe invloed op hulle punte nie (§3.8.5).

## 1.7 GEANTISIPEERDE PROBLEME

Die geantisipeerde probleme het ingesluit: die grootte van die groep studente (N=380), die organisering, advies en beplanning vir die studente en hulle projekte, tydsbestuur van die dosent sowel as studente in die werkswinkel en die tyd wat die data-insameling neem (die betrokke groep studente het 'n baie vol program). Vir die eerstejaar-ingenieurstudente kan dit hulle eerste kennismaking met PGL wees aangesien die studente nie daaraan gewoond is om in groepe te werk nie.

## 1.8 BYDRAE VAN DIE STUDIE

Daar word gepoog om 'n bydrae te lewer tot PGL en SGL in die dissipline van ingenieurswese (*engineering education*) sowel as die fokusarea Selfgerigte Leer. Met

hierdie studie is daar spesifiek gefokus op die eerstejaar-ingenieurstudent se toepassing van PGL in die professionele praktyk om SGL te bevorder.

## **1.9 HOOFSTUKINDELING**

Hoofstuk 1: Inleiding en probleemstelling

Hoofstuk 2: Literatuuroorsig

Hoofstuk 3: Empiriese navorsing

Hoofstuk 4: Resultate en bespreking

Hoofstuk 5: Bevindings, gevolgtrekking en aanbevelings

## **HOOFSTUK 2**

### **LITERATUUROORSIG**

#### **2.1 INLEIDING**

Die doel van hierdie hoofstuk is om 'n literatuuroorsig te gee oor aspekte rakende hierdie studie, naamlik selfgerigte leer (SGL), projekgebaseerde leer (PGL), asook die module Professionele Praktyk in die Fakulteit Ingenieurswese. Verder word die agtergrond van ingenieurstudie wat betref uiteenlopende kennis en vaardighede soos benodig vir die ingenieursberoep toegelig.

#### **2.2 AGTERGROND EN INGENIEURSVEREISTES**

Professionele ingenieurs is primêr gemoed met die ontwikkeling en vooruitgang van tegnologie deur middel van innovasie, kreatiwiteit, deurlopende verandering en leierskapuitdagings wat 'n kritiese rol speel om lewenswerklike probleme die hoof te bied (Royal Academy of Engineering, 2007:7). Die ingenieursberoep vereis die toepassing van fundamentele beginsels en bepaalde vaardighede wat ingenieurs in staat stel om lewenswerklike probleme op te los (ECSA, 2014:6). Vaardighede waarvoor ingenieurs moet beskik, sluit in wiskundige en wetenskaplike konseptualisering, abstrakte denke, ontwerpvaardighede, probleemoplossing, praktiese vaardighede, en interpersoonlike en kommunikasievaardighede (Piskurich, 2011:49; Savin-Baden, 2007:16). Verder moet die ingenieur oor genoegsame kennis van die onderskeie dissiplines beskik sodat 'n projek suksesvol afgehandel kan word (Bell, 2010:43). Sensitiwiteit ten opsigte van die uitwerking van die projek op die omgewing en samelewing, omgewingsbewaring en kulturele waardes is ook van belang (Pienaar, 2001:264).

Ingenieurstudente wat by hoër onderwysinstellings (HOIs) vir studie aanmeld beskik nie noodwendig oor die basiese kennis en vaardighede rakende die professionele ingenieursberoep nie, naamlik kommunikasievaardighede en spanwerk, tegniese vaardighede, vaardighede in ontwerp en ontwikkeling, effektiewe tydsbestuur, "hands-on" praktiese vaardighede en wetlike aspekte sowel as beroepsgesondheid en veiligheidsaspekte wat deel uitmaak van die ingenieursberoep (Stewart & Thomas, 2009:955; Royal Academy of Engineering, 2007:3; Savin-Baden, 2007:16; Mills & Treagust, 2003:12). HOIs moet verseker dat die ingenieurskurrikulum die werklike behoeftes van die industrie weerspieël en studente in staat stel om sodanige praktiese

ondervinding as deel van hulle onderrig en leer op te doen (Royal Academy of Engineering, 2007:6). Onderrig en leer by HOIs moet die ingenieurstudente in staat stel om vaardighede en kernbevoegdhede te ontwikkel met die oog op die toekomstige ingenieursberoep.

In die praktyk is dit nodig dat ingenieurs hoë denkvaardigheidsvlakke reeds bemeester het tydens hulle tersiêre opleiding en oor toepaslike vaardighede beskik om lewenswerklike probleme op te los (Hsien Huang, 2010; Kolmos, 2008:269; Felder & Brent, 2004:6). Ingenieurs in die praktyk moet daartoe in staat wees om te ontwerp, te modelleer en krities innoverend te kan dink (Piskurich, 2011:49; Felder & Brent, 2004:1, 6). Hierdie vaardighede kan ontwikkel word waar geleenthede geskep word vir die toepassing van kennis asook die interaksie met ander studente in praktiese aktiwiteite.

Uit bostaande is dit duidelik dat ingenieurstudente bepaalde kennis en spesifieke kernbevoegdhede en vaardighede as deel van hulle professionele ontwikkeling benodig. Een van die benaderings wat professionele ontwikkeling kan ondersteun, is selfgerigte leer (SGL) wat noodsaaklik is vir die bevordering van effektiewe onderrig en leer met die doel om verantwoordbare lewenslange vaardighede vir die 21ste eeu te ontwikkel ("BIE" Buck Institute for Education, 2012; Francom, 2010:30).

### **2.3 SELFGERIGTE LEER**

Selfgerigte leer (SGL) is 'n doelgerigte proses waar 'n student ingeligte besluite neem, spesifieke doelwitte stel en verantwoordelikheid vir sy/haar eie leerprosesse aanvaar (Guglielmino, 2013:10). Selfgerigte leer verwys dus na die student wat aktief betrokke is en sy/haar eie leerprosesse bestuur. Knowles het SGL reeds in 1975 soos volg gedefinieer.

*"In its broadest meaning, self-directed learning describes a process by which individuals take the initiative, with or without the assistance of others, in diagnosing their learning needs, formulating learning goals, identifying human and material resources for learning, choosing and implementing appropriate learning strategies, and evaluating learning outcomes" (Knowles, 1975:18).*

SGL is dus 'n omvattende benadering met een doel voor oë en dit is om lewenslange onderrig en leer van hoë gehalte te verseker (Virtič & Pšunder, 2009:10). Die

belangrikheid van SGL word deur Guglielmino (2008:1, 7) bevestig wanneer sy beklemtoon dat SGL noodsaaklik is vir deurlopende, lewenslange leer soos wat die wêreld vereis. SGL is 'n proses waardeur 'n student sy/haar eie inisiatief gebruik in die ontleding van eie leerbehoefte, bepaling van doelwitte, identifisering van relevante hulpbronne en evaluering van leerstrategieë (Skiff & Beckendorf, 2009:76). SGL fokus op studente se “hands-on” praktiese ervaring en die toepassing van hulle kennis en vaardighede in die werklike lewe (Pilling-Cormick & Garrison, 2007:29).

Guglielmino (1978:93) en Hiemstra (1994) beskryf SGL deur te verwys na verskeie eienskappe, naamlik inisiatief, onafhanklikheid en volharding wat ondersteun word deur gesindhede, waardes, vermoëns en gedrag. SGL dra by tot 'n student se volhoubaarheid in leerontwikkeling, aanvaarding van verantwoordelikheid vir sy/haar eie leerprosesse, toepassing van selfdissipline, ontwikkeling van 'n hoë graad van weetgierigheid, ontwikkeling van kreatiewe denke, bevordering van onafhanklike leer, ontwikkeling van 'n liefde vir leer, ontwikkeling van 'n doelgerigte ingesteldheid, beskouing van probleme as uitdagings en ondersteuning aan medestudente (Altuger-Genc & Chassapis, 2011; Merriam, Caffarella & Baumgartner, 2007). SGL stel studente in staat om hulle vaardighede en vermoëns deur middel van die identifisering van leerdoelwitte, gebruik van toepaslike strategieë, asook beplanning, probleemoplossing en evaluering van hulle eie leerprosesse te ontwikkel (Miller & Geraci, 2011:305, 308; Abd-El-Fattah, 2010:594-595; Francom, 2010:29). Guglielmino (2013:3) bevestig dat 'n student se kulturele agtergrond, omgewing en omstandighede ook bydra tot die ontwikkeling van SGL. Wanneer studente verantwoordelikheid vir hulle leerprosesse aanvaar, word geleenthede geskep vir die ontwikkeling van bepaalde vaardighede, wat hulle in staat stel om lewenslange leerders te wees (Guglielmino & Long, 2011:56).

### **2.3.1 Studente as selfgerigte leerders**

Een van die basiese kenmerke van SGL is dat studente 'eienaarskap' van hulle eie leerprosesse moet neem (Thornton, 2010:160-161; Francom, 2009). Studente moet daartoe in staat wees om hulle eie leerprosesse te bestuur ten einde by lewenswerklike dinamiese omstandighede aan te pas (Francom, 2010:32). Studente se verantwoordelikheid word versterk wanneer hulle gefasiliteer en toegerus word met relevante kennis en leervaardighede soos die ontwikkeling van kritiese denke, seleksie van hulpbronne en refleksie oor hulle leerprosesse en aktiwiteite (Bolhuis, 2003:329;

Borich, 2011:330-361; Speckels, 2011:43; Thornton, 2010:161; Rowden, 2007). Om SGL te ontwikkel hou vir 'n student bepaalde uitdagings in, soos byvoorbeeld effektiewe tydsbestuur, die leerbenadering wat gevolg word en die ontwikkeling van vaardighede en gesindhede vir lewenslange leer (Bell, 2010:42). Studente sal dus hulle leerbenadering moet verander van 'n direkte onderrig-leerbenadering (wat op skool gevolg is) na 'n benadering van selfgerigte leer (Ambrose *et al.*, 2010:6). Selfgerigte leer is 'n proses wat tyd neem om te ontwikkel. Studente sal dus hierin ondersteun moet word.

### **2.3.2 Die dosent se rol as fasiliteerder by selfgerigte leer**

Die dosent moet sy/haar onderrig-leerstrategie van 'n direkte onderrig-metode na 'n fasiliterende benadering verander (Piskurich, 2011:49; Bell, 2010:39). In die leerdergesentreerde omgewing is die dosent 'n fasiliteerder en mentor om studente te lei om eienaarskap van hulle eie leerprosesse te neem (Govender & Govender, 2012:250; Guglielmino, 2008:3). As fasiliteerder vervul die dosent 'n noodsaaklike rol deur die studente met die nodige inligting, leiding en die toepassing van bepaalde onderrig-leerstrategieë te ondersteun (Piskurich, 2011:50). Deeglike beplanning en bestuur van onderrig-leeraktiwiteite is noodsaaklik. Die dosent moet geleenthede skep vir die toepassing van kennis, interaksie met medestudente en die uitbou van praktiese aktiwiteite (Dahms & Stentoft, 2008). Verder gee die dosent leiding oor die ontwikkeling van gepaste opdragte en projekte. Daarbenewens word tydige terugvoer verskaf en studente word aangemoedig om hulle selfvertroue en vaardighede te ontwikkel (Guglielmino, 2008; Pilling-Cormick & Garrison, 2007:16; Savin-Baden & Major, 2004). Die dosent se rol noodsaak dus gedetailleerde voorbereiding en beplanning rakende die onderrig-leeraktiwiteite wat gevolg moet word. Die onderrig-leerbenadering vir die ontwikkeling van SGL noodsaak dosente om lewenswerklike probleme te selekteer om sodoende studente voor te berei vir die industrie en om lewenslange leer te bevorder (Bell, 2010:39). Die dosent moet derhalwe die proses van selfgerigte leer inisieer en fasiliteer.

### **2.3.3 Metakognisie in selfgerigte leer**

Metakognisie word gedefinieer as 'n student se bewustheid, beskouing en beheer oor sy/haar eie kognitiewe prosesse (Flavell, 1976). Metakognisie verwys na die vermoë om inligting te ontvang, te reproduseer en te filtreer, oor take en strategieë na te dink, prosesse te implementeer, en besluite en kognitiewe prosesse te bestuur (Bowler, 2013;

Reynolds, 2006:iv). Metakognisie sluit metakognitiewe **kennis** in, wat kennis rakende 'n student, take en strategieë behels (Sternberg & Sternberg, 2012:21; Titus & Annaraja, 2011:14; Flavell, 1979:907), asook metakognitiewe **vaardighede** wat studente in staat stel om hulle 'weet' (*knowing*) te beheer ten einde verantwoordelike, onafhanklike en strategiese leerders te verseker (Carr, 2010; Schraw & Dennison, 1994:460). Hierdie vaardighede behels beplanning, monitering, beheer en evaluering van 'n individu se leerprosesse (Sternberg & Sternberg, 2012:21, 234; Ambrose *et al.*, 2010:191; Francom, 2010:32; Cotterall & Murray, 2009:34, 35). Studente reflekteer ook oor vorige ervarings, besin krities oor huidige praktyke en fokus op toekomstige uitdagings met die doel om hul leerprosesse te verbeter (Sternberg & Sternberg, 2012:234; Francom, 2010:29; Flavell, 1979:909). Volgens Ambrose *et al.* (2010:193) is die onderstaande metakognitiewe vaardighede noodsaaklik vir selfgerigte en lewenslange leer in die konteks van probleemoplossing: identifisering en toepassing van voorkennis, monitering tydens probleemoplossing, beplanning en toepassing van effektiewe strategieë, implementering van nuwe strategieë en bepaling van die omvang van die probleem; elke student se eie siening, reflektering en evaluering.

Persone met 'n hoër vlak van metakognitiewe ontwikkeling vaar beter in probleemoplossing as diegene wat nie oor hierdie vermoë beskik nie (Kazemi *et al.*, 2012). Een van die onderrig-leerstrategieë wat SGL kan bevorder, is PGL en dit word vervolgens bespreek.

## 2.4 PROJEKGEBASEERDE LEER

Projekgebaseerde leer (PGL) is 'n onderrig-leerstrategie wat fokus op die oplossing van lewenswerklike probleme wat noodsaaklik is vir die ontwikkeling van 21ste-eeuse vaardighede (Bell, 2010:39) (sien §1.2.4 en tabel 2.1). Ingenieursdosente staar dus nuwe uitdagings in die gesig wat betref onderrig en leer aangesien gegradueerdes selfgerigte en lewenslange leerders moet wees om 21ste-eeuse vaardighede aan te spreek. Die ontwikkeling van vaardighede soos kennis, begrip, analisering, modellering en redenering is nodig vir suksesvolle oorgang tot ingenieurstudie op tersiêre vlak en word beskryf as noodsaaklike ingenieursbevoegdheids (Benade, 2012; Kent & Noss, 2002).

Reeds in 2007 het Biggs en Tang bevestig dat PGL studente ondersteun en het dit herbevestig (Biggs & Tang, 2011:37, 178) dat PGL studente daartoe in staat stel om lewenswerklike probleme op te los deur die gebruik van geselekteerde hulpbronne en

toepassing van relevante kennis en vaardighede. Die PGL-benadering beklemtoon die innoverende en kreatiewe ontwikkeling van studente en word veral in die mediese en ingenieursvelde toegepas (Dahms & Stentoft, 2008:2; Kolmos, 2008). PGL spreek spesifieke probleme aan deur die ontwikkeling van 'n projek wat in groepsverband beplan en uitgevoer word. PGL stel studente in staat om praktiese en probleemoplossingsvaardighede te ontwikkel en SGL te bevorder (Schmidt *et al.*, 2009:333).

In PGL-konteks het die rol van die dosent van oordrag van kennis na fasilitering van die leerproses van die student verander. As fasiliteerder moet die dosent die PGL-aktiwiteite sorgvuldig en breedvoerig beplan en deurwerk (Kolmos, 2006). Navorsing het reeds bewys dat PGL 'n aanbevole onderrig-leerstrategie vir ingenieurswese is, waar studente 'n hoë vlak van vaardighede en bekwaamhede ontwikkel (Kolmos & De Graaff, 2013:146–148; Chinowsky, 2011; Kolmos & Holgaard, 2010:575). Terselfdertyd vind daar intensiewe en dieper leerervaring plaas (Lasauskiene & Rauduvaite, 2015:788-790; Johnson & Johnson, 2013). Navorsing toon verder 'n toename in die slaagsyfer van studente en die ontwikkeling van noodsaaklike vaardighede waar PGL toegepas word (Kolmos & De Graaff, 2013:146-148).

Een van die belangrikste aspekte in ingenieursonderrig is die interdisiplinêre aard tussen teorie en praktyk. Die projek dien as voertuig om die ingenieursproses aan die studente oor te dra (Kolmos & De Graaff, 2013:154-160). Studente moet kan deelneem, kommunikeer, leer en organiseer om saam met ander in 'n span te kan werk (Markham, 2013). Gesamentlike eienaarskap is die sleutel vir 'n positiewe en motiveerde groep studente om die projek te ontwikkel en 'n probleem op te los (Edström & Kolmos, 2014:542-550).

#### **2.4.1 Projekgebaseerde leerbenaderings in verskillende lande**

Reeds in die vroeë 1960's het daar 'n behoefte ontstaan vir die effektiewe onderrig en leer van voornemende akademici en ingenieurs (De Graaff & Sjoer, 2006:99-100). Probleemgebaseerde en projekgebaseerde leer, beide bekend as PGL, is tussen 1965 en 1975 ontwikkel (Beddoes *et al.*, 2010:7). Universiteite regoor die wêreld gebruik tans uiteenlopende PGL-benaderings (Beddoes *et al.*, 2010:10), en enkele voorbeelde word toegelig.

In Denemarke is die **Aalborg PGL-model** en **Bologna-proses** ontwikkel wat fokus op studentgesentreerde leer (Aalborg PBL Model, 2010:9).

Die Aalborg Universiteit se kurrikulum fokus op 'n pedagogiese struktuur gebaseer op probleem-gesentreerde, werklike projekte wat bekend staan as die *Aalborg Model*. Met die probleemgebaseerde, -projek georganiseerde model, is leer gefokus op werklike komplekse probleme waar studente gesamentlik in groepe werk. Hierdie model bied beter geleenthede vir studente om as onafhanklike en verantwoordelike leerders te ontwikkel. In 2007 was die UNESCO-leerstoel in probleemgebaseerde leer aangestel by Aalborg Universiteit. Die leermodel bied aan studente die moontlikheid van: onafhanklike verkryging van kennis en vaardighede op 'n hoë akademiese vlak; analitiese werk volgens interdisiplinêre, probleem en resultaat georiënteerde metodes; samewerking met die sakegemeenskap aan die oplossing van outentieke professionele probleme; die ontwikkeling van vermoëns binne spanwerk; en die voorbereiding vir die arbeidsmark (industrie) (Aalborg PBL Model, 2010:3-5). Die toepassing van die Aalborg PGL-model is op nege sentrale beginsels gebaseer:

**Onderrig-leervisie** behels die integrasie van teorie en praktyk, is deelnemergerig (studente definieer die probleem en neem belangrike besluite rakende projekwerk), werk in spanne en gee terugvoer (eweknie en dosente/fasiliteerder se terugvoer is van kardinale belang vir die ontwikkeling van vaardighede en samewerking);

in die **kurrikulum** word daar voorsiening gemaak vir studente se oriëntering tot die pedagogiese metode, en word dit aangepas vir dissiplinêre paradigmas en duidelik geartikuleerde opvoedkundige doelwitte (diepte van kennis en gesofistikeerdheid). Vir die bereiking van studente se leerdoelwitte, verseker PGL die oplossing van probleemstellings;

in **studente** se werk moet hulle fokus op samewerking, selfmotivering, eweknieleer (portuurleer) en persoonlike verantwoordelikheid deur die verskaffing van gepaste dienste. Studente deelname word gekenmerk deur 'n duidelike verbintenis tot verbetering, 'n poging om krities te analiseer en konstruktiewe terugvoer;

aangesien die opleiding van die studente in die **fakulteit** geskied is dosente direk betrokke by die projek en is hulle primêr verantwoordelik vir deurlopende aanpassing en

ontwikkeling van die model. Elke instelling het sy eie opvoedkundige doelwitte van die model sowel as die implementering van die relevante dissipline van die professie;

die **assesserings**program behels formatiewe assessering (eweknie-evaluering, terugvoer deur die fasiliteerder), summatiewe assessering en evalueringsprosesse wat die portefeulje en finale assessering insluit waarvan daar in 'n meerdere mate aandag gegee word aan formatiewe assessering en behels dit die ontwikkeling van studente se ontwerpvermoëns, die terugvoer aan ander studente en studente se evaluering van hulle eie vordering;

almal wat 'n probleem- en projekgebaseerde opvoedkundige benadering volg, benodig **hulpbronne** soos fisiese ruimte vir die studenteprojek, biblioteekhulpbronne, tegnologiese ondersteuning, en toegang tot inligting en stelsels wat studente in staat stel om die instelling se opvoedkundige doelwitte te bereik;

**programadministrasie** benodig administratiewe strukture wat aan die effektiewe fasilitering en implementering van 'n probleem- en projekgebaseerde opvoedkundige benadering voldoen;

**eksterne verwantskappe** met sakeondernemings, sosiale agentskappe, regeringsagentskappe, stigtings en ander akademiese instellings is belangrik vir die ondersteuning van die doeltreffende implementering van die probleem- en projekgebaseerde model. Hierdie verwantskappe kan voordelig wees vir toekomstige ontwikkelings uit navorsing en projekwerk; en

**opvoedkundige navorsing** voer deurlopende opvoedkundige ondersoeke uit na die implementering, aanpassing en uitkomst van hulle PGL-model, naamlik assessering, innovasies en verwerking asook aanpassing van dokumentasie (Shinde & Kolmos: 2011:197; Aalborg PGL Model, 2010:9).

In Nederland is die Universiteit van Maastricht waarskynlik die bekendste HOI wat PGL reeds sedert sy ontstaan in die vroeë 1970's toepas. Die **Maastricht-benadering** het sy ontstaan by die mediese skool. Die belangrikste kenmerke van die Maastricht-benadering is: leer soos gebaseer op probleme en gevallestudies (werklike ervaring), integrasie van dissiplines en vaardighede. Dosente in verskillende dissiplines is verantwoordelik vir strategieë waar PGL toegepas word (Dahms, 2014).

Daar is toenemend belangstelling in PGL (Barrett & Moore, 2011) onder andere by Europese universiteite soos die Universiteit van Aveiro, Portugal (De Graaff & Kolmos, 2007) en die Katolieke Universiteit Leuven, België (Galand & Frenay, 2006; Galand, Raucent & Frenay, 2010:524). Die PBL-model word ook by die Stanford-universiteit gebruik (Fruchter & Lewis, 2003:665) en die Universiteit van São Paulo in Brasilië het reeds verskeie PGL-programme geïmplementeer (Ulisses, Valéria, & Homero, 2009). Verskeie universiteite in Australië het reeds PGL-benaderings geïmplementeer en fokus op projekwerk, byvoorbeeld die Universiteit van Queensland (Crosthwaite *et al.*, 2006), "Central Queensland Universiteit" (Jørgensen & Howard, 2005) en die Victoria Universiteit (Ozansoy & Stojcevski, 2009). Met inagneming van die sukses van die PGL-benadering wêreldwyd is daar 'n toename in verskeie PGL-benaderings in Indië om studente te help om hulle vaardighede te verbeter (Shinde & Kolmos, 2011:197). In Asië bied die Universiteit van Tegnologie en die Universiteit Tun Hussein Onn, beide in Maleisië, modules met PGL as onderrig-leerstrategie aan (Yusof *et al.*, 2005:176). In Singapoer het 'Polytechnique Universiteit' 'n spesiale PGL-benadering, bekend as 'n 'probleem per dag' (O'Grady & Alvis, 2002) wat aangepas is vir hulle eie behoeftes, terwyl Maastricht 'n benadering volg van 'n 'probleem per week' en die Aalborg PGL-benadering het 'n 'probleem per semester' (Dahms, 2014). In die Verenigde Koninkryk is Coventry, Newcastle, Sheffield en Manchester by PGL betrokke (Graham, 2009).

Bostaande dui daarop dat PGL as onderrig-leerstrategie divers is en verskeie interpretasies het (Kolmos, de Graaff & Du, 2009). In hierdie studie is PGL teen die agtergrond van die betrokke module in ingenieurswese toegepas.

#### **2.4.2 Kenmerke van projekgebaseerde leer**

PGL behels 'n radikale verskuiwing in denke van 'n dosent-gesentreerde benadering na 'n student-gesentreerde benadering tot onderrig en leer (Grant, 2011:40, 47; Bell, 2010:39; David, 2008:80). Die fokus verskuif dus na die dosent as fasiliteerder om studente se onderrig en leer te begelei.

PGL voorsien geleenthede en bevorder aktiewe leer deur lewenswerklike probleme aan te spreek en oplossings daarvoor te soek (Bell, 2010:39-42). In PGL moet daar volgens Bell (2010:39) asook Dahms en Stentoft (2008) aan die behoeftes van die studente sowel as die industrie voldoen word, naamlik:

1. oplossing van komplekse probleme deur die toepassing van kritiese denke;
2. die vaardigheid om relevante inligting te evalueer en te selekteer;
3. die vermoë om saam te werk in 'n span;
4. die vermoë om effektief in verbale en geskrewe vorm te kommunikeer;
5. behoud van selfvertroue en eiewaardes, en
6. die ontwikkeling van onafhanklike leer wat lewenslange leer kan bevorder.

PGL word verder gekenmerk deur kreatiewe en innoverende vaardighede, wat veral belangrik is by ingenieurstudente (Dahms & Stentoft, 2008:2). PGL-vaardighede kan nie alleenlik deur teoretiese aktiwiteite ontwikkel word nie, maar vereis praktykgerigte en spanwerkgeleenthede (Kolb & Kolb, 2005; Hmelo-Silver, 2004:235-237). Die ontwikkeling van vaardighede by ingenieurstudente noodsaak die toepassing van tegniese kennis om 'n praktiese probleem op te los deur die integrasie van teoretiese en praktiese vaardighede soos gebruik deur verpleegkunde (Donaldson & Carter, 2013:198-220). Benewens tegniese kennis vereis die 21ste eeu ook vaardighede soos outonomie/selfbestuur, leierskap, onderhandelingsvaardighede, konflikthantering, effektiewe kommunikasie, interpersoonlike verhoudings en interaksie en die toepassing van projekbestuur in verband met professionele praktyk, en is dit van kardinale belang om probleme in 'n maatskaplike verband op te los (Soares *et al.*, 2013:998; Lee & Lim, 2012:214-217; UNESCO, 2010).

### **2.4.3 Die rol van die student in projekgebaseerde leer**

Die student se rol in PGL verskuif vanaf passiewe na aktiewe leerders waar studente verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar (Bell, 2010:39, 43). PGL speel 'n belangrike rol in die student se opleiding, naamlik om vorige kennis te aktiveer en dit dan met nuwe inligting in verband te bring (Havenga, 2015:138-140; Alayont, 2014:140-142). PGL kan tot dieper, ryker begrip en waardevolle toepassing van kennis in studente se studieveld lei (Bell, 2010:43; Zhou & Lee, 2009:38). Leer moet 'n konstruktiewe en aktiewe proses wees waarin studente gesamentlik kennis konstrueer (Biggs & Tang, 2007). Nuwe vaardighede word ontwikkel waar studente aktief aan groepbesprekings deelneem en probleme krities oplos. In groepbesprekings vind ontwikkeling en oordrag van kennis en ervaring, selfstandige en verantwoordelike leer tussen groepslede plaas (Bagheri *et al.*, 2013:18).

PGL as onderrig-leerstrategie bied aan ingenieurstudente 'n geleentheid vir die ontwikkeling van fundamentele kennis en 'n verskeidenheid praktiese vaardighede waardeur alle aspekte van leer vir die profesie ondersteun word (Yam & Rossini, 2010:7; Hmelo-Silver, 2004:260).

#### **2.4.4 Die rol van die dosent in projekgebaseerde leer**

Projekgebaseerde leer is 'n strategie wat innoverende en hoë-gehalte onderrig en leer binne 'n komplekse taak-gebaseerde omgewing verhoog deur vervaardiging van 'n projek of eindproduk (Grant, 2011). Met die toepassing van PGL tree die dosent as fasiliteerder op in teenstelling met die tradisionele onderrig-leerbenadering waar die dosent primêr die onderrig-leervaardighede inisieer (Bell, 2010:39). 'n Dosent as fasiliteerder verskaf 'n ondersteunende leeromgewing vir PGL wat betref die identifisering van spesifieke doelwitte en gepaste assessering met die klem op onafhanklikheid waar studente aangemoedig word om aktief betrokke te wees (Alotaibi, 2016:252).

Die dosent lei studente om lewenswerklike probleme op te los en uitdagings te stel, eerder as om kennis oor te dra (Bell, 2010:39; Hmelo-Silver & Barrows, 2006:25; Dolmans *et al.*, 2005). PGL as onderrig-leerstrategie noodsaak dus deeglike voorbereiding en spesifisering van die assessering om suksesvol te wees (Weurlander *et al.*, 2012:749; Savin-Baden & Major, 2004).

PGL skep geleenthede vir beide die dosent en student om deel te neem aan onderrig-leeraktiwiteite. Die konsultasie (gesprekke met studente/ondersteuning aan studente) en fasilitering dra daartoe by om noodsaaklike vaardighede by studente te ontwikkel en hulle te begelei (Lasauskiene & Rauduvaite, 2015:788-790).

Fasilitering plaas meer druk op die dosent om doelgerigte, aktiewe en effektiewe ondersteuning en betrokkenheid deur middel van steierwerk (*scaffolding*) te laat plaasvind. Die dosent verskaf gereelde terugvoer rakende studente se vordering soos uiteengesit in hulle vorderingsverslae (Grant, 2011:44-47; Lamer & Mergendoller, 2010:54; Stix & Hrbek, 2006:166).

Tabel 2.1 gee meer besonderhede oor die fasiliteerder (dosent) en student se rol in PGL aan die hand van die twaalf beginsels van PGL. In die uitvoering van PGL verskil die rolle van die fasiliteerder (dosent) en student. Die fasiliteerder is verantwoordelik vir die beplanning en implementering van PGL-onderrigaktiwiteite, terwyl die studente deelneem

aan die bestuur van hul eie leeraktiwiteite en die ontwikkeling van 'n produk (Andreasen & Nielsen, 2013). Die studente is dus nie net betrokke by die oplossing van 'n probleem nie, hulle is ook verantwoordelik vir hul leeraktiwiteite en hul gesamentlike bydrae tot die ontwikkeling van die projek. Met verwysing na die fasiliteerder en student is daar 12 beginsels oor by PGL toegelig in tabel 2.1. PGL is gebaseer op 'n spesifieke vraag of ondersoek of om 'n bepaalde probleem op te los. Die 12 kernbeginsels van PGL is vervolgens toegepas op studente in terme van hul rol en verantwoordelikheid in die ontwerp en ontwikkeling van die projek as deel van die FIAP 172 module.

**Tabel 2.1: PGL vir professionele ontwikkeling (aangepas uit Havenga, 2015, 138-140)**

<b>Beginsels van projekgebaseerde leer</b>		<b>Dosent as fasiliteerder</b>	<b>Studentgesentreerde leer</b>
1	<b>Probleemoplossing as dryfveer vir PGL</b>	Oop vrae word gevra om probleme en uitdagings te fasiliteer.	Daar word van studente verwag om probleme, komplekse vrae of nuwe uitdagings aan te spreek.
2	<b>Fasilitering van studente</b>	Begeleiding van studente se aktiewe betrokkenheid deur middel van steierwerk.	Studente se aktiewe betrokkenheid by hulle leerprosesse om onafhanklike leer te bevorder.
3	<b>Kommunikasie en samewerking</b>	Begelei studente om interpersoonlike en effektiewe kommunikasie vaardighede te ontwikkel.	Noodsaak effektiewe spanbestuur, interpersoonlike vaardighede, positiewe interafhanklikheid, gesamentlike redenasie en ingeligte besluitneming.
4	<b>Verantwoordelikheid en eienaarskap</b>	Studente word ondersteun om hulle rolle uit te klaar, verantwoordelikheid en eienaarskap vir bepaalde take te aanvaar.	Verwys na studente se individuele aanspreeklikheid, toewyding en eienaarskap van 'n taak of projek.
5	<b>Probleemoplossing en kritiese denke</b>	Studente word begelei om probleme op te los en ingeligte besluite te neem	Probleemoplossing deur middel van kritiese denke en die neem van besluite.
6	<b>Reflektiewe denke en metakognitiewe bestuur</b>	Gereelde terugvoer oor vordering van studente word gegee.	Beheer van denkprosesse en refleksie oor projekontwerp, ontwikkeling en vervaardiging.

<b>Beginsels van projekgebaseerde leer</b>		<b>Dosent as fasiliteerder</b>	<b>Studentgesentreerde leer</b>
7	<b>Bestuur van leeromgewings</b>	Vereistes en doeldatums word deur die dosent vir projekte vasgestel.	Studente moet hulle eie tyd, doeldatums en hulpbronne bestuur.
8	<b>Aanwending van hulpmiddels en tegnologie</b>	Die dosent tree op as fasiliteerder en begeleier in onderrig en leer aktiwiteite waar tegnologie gebruik word.	Studente gebruik hulpmiddels en tegnologie om hul leerprosesse te bevorder – Gantt-kaart deur middel van hulpmiddels en tegnologie, bv. Cad-tekeninge, MS Project, MS Excel en MS Word, Efundu (studente leeromgewing).
9	<b>Kennisintegrasie en ontwikkeling</b>	Deur die nodige vrae te vra word onsekerhede uit die weg geruim en studente tot nuwe idees gelei.	Kombinering van vorige kennis met nuwe kennis en die uitruil van kennis en idees in groepsverband.
10	<b>Kreatiwiteit en innovasie</b>	Kreatiwiteit word ondersteun en daar word op innovasie met die ontwikkeling van projekte gefokus.	Studente ontwikkel 'n kreatiewe en innoverende produk.
11	<b>Assessering</b>	Assessering moet in ooreenstemming wees met module-uitkomst, en studente word begelei om self- en eweknie-assessering toe te pas.	Studente pas self- en eweknie-assessering toe om hulle eie vaardighede uit te brei en vordering te bepaal.
12	<b>Prestasie, terugvoer en evaluering</b>	Gereelde terugvoer word verskaf aan studente rakende hulle leervordering.	Studente moet nadink oor hulle vordering en terugvoer gee aan groepslede.

#### **2.4.5 Groepwerk en assessering in projekgebaseerde leer**

Groepwerk in die PGL-konteks verbeter interpersoonlike verhoudings en eienaarskap inspireer studente om meer verantwoordelikheid vir hulle eie leer te aanvaar (Meyer *et al.*, 2010:56-57). Studente beskik nie noodwendig oor bepaalde groepwerkvaardighede nie. Hulle moet ondersteun word om koöperatiewe beginsels toe te pas waar die groepslid en hul groep verantwoordelikheid vir bepaalde take aanvaar (Johnson, Johnson & Smith, 2010). Die ontvang van terugvoer in groepsverband is voordelig vir studente en skep geleentheid om hulle kennis te deel en vaardighede te ontwikkel (Zhou, 2012:489). Foute word gesien as geleenthede eerder as mislukkings (Vickerman, 2009:222-226).

PGL is 'n geskikte strategie om interaksie tussen studente te bewerkstellig waar assessering noodsaaklik is (Xiao & Carless, 2013:320-321; Cilliers *et al.*, 2010:697; Struyven *et al.*, 2005:326). **Self-assessering** behels dat 'n student sy of haar eie take beoordeel, reflekteer en daarop verbeter, waar moontlik. **Eweknie-assessering** skep die geleentheid vir interaksie binne elke groep wat die studente aanmoedig en motiveer (Lee & Lim, 2012:214-216; Lindblom-Ylänne, Pihlamäki & Kotkas, 2006:55-58). Eweknie-assessering verwys na die beoordeling van 'n medestudent se kennis en vaardighede wanneer saam in 'n groep gewerk word (Lindblom-Ylänne, Pihlamäki & Kotkas, 2006:52). Eweknie-assessering is 'n doeltreffende manier om elke student aktief te betrek en aan 'n bepaalde groep te laat deelneem (Lee & Lim, 2012:214). Dit is belangrik dat studente eerlik is wanneer hulle mekaar binne groepsverband assesseer (Ertmer *et al.*, 2010). Eweknie-assessering betrek studente by die formulering, beoordeling en toepassing van assesseringskriteria om sinvolle terugvoer aan medestudente te gee. Eweknie-assessering bevoordeel nie net studente se deelname aan groepwerk nie maar ook hulle verantwoordelikheid vir hulle eie leer (Meyer *et al.*, 2010:56-57). Formatiewe en summatiewe assessering word vervolgens toegelig.

**Formatiewe assessering** word beskou as 'n hulpmiddel vir leer, motivering en om prestasie te verbeter (Weurlander *et al.*, 2012:749; Yin *et al.*, 2008:339). Dit vind plaas gedurende die onderrig-leerproses, met die doel om studente se vordering progressief te ontwikkel. Informele formatiewe assessering verwys na die monitering van studente se vordering deur middel van observasie, besprekings en klaskamerinteraksie. Formele formatiewe assessering vind op 'n sistematiese wyse plaas om studente se vordering te bepaal. Dit behels byvoorbeeld projekte, mondelinge aanbiedings, opdragte, verslae en praktiese demonstrasies.

**Summatiewe assessering** behels die beoordeling van studente se werkverrigting aan die einde van 'n leerprogram (Abbott, 2014). Dit is dus die finale aanduiding of die student aan die einde van die module die doelwitte bereik het. Dit is in teenstelling met formatiewe assessering waar die ontwikkeling van die deelnemers se vordering oor 'n bepaalde tyd plaasvind. Summatiewe assessering word gebruik om studente se kennis, toepassing en vaardighede aan die einde van 'n semester, program of akademiese jaar te evalueer (Abbott, 2014).

## 2.4.6 Uitdagings met die toepassing van PGL

Die gaping tussen die verwagtings van 'n student en dosent is 'n onteenseglike rede vir mislukking van PGL. Studente ondervind soms probleme met die bestuur van spertye om bepaalde aktiwiteite betyds af te handel (Savin-Baden & Major, 2004). PGL stel studente in staat om vaardighede vir die praktyk te ontwikkel en om betekenisvolle kennis en vaardighede uit te bou soos spanwerk, leierskap en interpersoonlike verhoudings (Lee & Lim, 2012:214-217). Die uitdaging is egter dat studente nie noodwendig bevoeg is om aan die vereistes van die 21ste eeu en die wêreld daar buite te voldoen nie. In sommige gevalle is daar studente wat nie ten volle presteer nie as gevolg van laksheid en gevolglik minder insette lewer in 'n groep as medegroepslede (Scott, 2006:6-9; Salomon & Globerson, 1987:91-93).

Hierteenoor kan dosente probleme of uitdagings ervaar soos 'n gebrek aan kennis en vaardighede om PGL-aktiwiteite te beplan, te implementeer en te assesser (Lasauskiene & Rauduvaite, 2015:788-790). Dosente is geneig om groter klem op die uitkomst en produk van 'n groep te plaas, eerder as op die proses wat die groep gevolg het (Wang, 2008:412).

## 2.4.7 Opsomming van die kenmerke van SGL en PGL

PGL bied leergeleenthede waarin studente leer uit samewerking met eweknieë (Shinde & Kolmos, 2011; Du & Kolmos, 2006). In tabel 2.2 word 'n opsomming van die algemene eienskappe van SGL gegee.

**Tabel 2.2: Algemene eienskappe van SGL**

	<b>Selfgerigte leer (sien §1.2.3, §2.3)</b>
1	Die aanvaarding van individuele verantwoordelikheid en bestuur van eie leerprosesse (Knowles, 1975: 18).
2	Doelgerigte ingesteldheid om probleme as uitdagings te sien. (Shinde & Kolmos, 2011; Abd-El & Fattah, 2010:595; Merriam, Caffarella & Baumgartner, 2007).
3	Identifiseer eie leerbehoefte (Bell, 2010:39; Knowles, 1975: 18).
4	Formuleer eie leerdoelwitte (Knowles, 1975: 18).
5	Implementeer toepaslike leerstrategieë (Knowles, 1975: 18).
6	Ontwikkel liefde vir leer (Altuger-Genc & Chassapis, 2011; Merriam, Caffarella & Baumgartner, 2007).

<b>Selfgerigte leer (sien §1.2.3, §2.3)</b>	
7	Vermoë om onafhanklik te leer (Meyer <i>et al.</i> , 2010:56, 57; Guglielmino, 1978:93).
8	Hoë graad van positiewe weetgierigheid (Merriam, Caffarella & Baumgartner, 2007).
9	Eie inisiatief en volhoubaarheid om lewenslange leerder te bevorder (Guglielmino & Long, 2011:56).
10	Evalueer eie leeruitkomste (Knowles, 1975: 18).

Die algemene eienskappe wat belangrik is by PGL, is in tabel 2.3 saamgevat (sien ook §1.2.4 en §2.4.2).

**Tabel 2.3: Algemene eienskappe van PGL**

<b>Projekgebaseerde leer (sien §2.4.2)</b>	
1	Probleemoplossing is die kern wat PGL dryf om spesifieke probleme aan te spreek en op te los (Bell, 2010:39).
2	Aktiewe leer waar studente self betrokke is om probleme die hoof te bied terwyl die dosente fasiliteer (Kolmos, 2008; Kolb & Kolb, 2005; Hmelo-Silver, 2004).
3	Die vermoë om saam te werk in 'n span (Hixson <i>et al.</i> , 2012:8; Savin-Baden, 2007:16).
4	Integrasie van teoretiese en praktiese vaardighede (Donaldson & Carter, 2013:198-220).
5	Assessering van take en opdragte (Cilliers <i>et al.</i> , 2010:697; Struyven <i>et al.</i> , 2005:326).
6	Om kreatief en innoverend op te tree (Zhou, 2012:489; Kent & Noss, 2002).
7	Komplekse en lewenswerklike probleme aan te spreek (Kolmos, De Graaff & Du, 2009:13).
8	Die vermoë om effektief te kommunikeer (Bell, 2010:39; Dahms & Stentoft, 2008).
9	Die ontwikkeling van onafhanklike leer om lewenslange leer te bevorder (Dahms & Stentoft, 2008).

PGL word gebruik om 'n bepaalde probleem wat ontwikkel het, op te los. Dit verbind die student aan werklike lewenservarings van die 21ste eeu (Kolmos, 2008:269). Studente moet gehelp word om praktiese probleemoplossingsvaardighede te ontwikkel en aan te leer en toe te pas.

## **2.5 PGL EN PROFESSIONELE PRAKTYK VIR INGENIEURWESE**

Die Professionele Praktyk module (FIAP 172) is 'n verpligte eerstejaars-ingenieursmodule wat oor een jaar strek. Die module dien as 'n voertuig om die ingenieursproses aan studente bekend te stel, waar die studente eerstehandse ervaring opdoen deur 'n werklike produk vir kliënte te ontwikkel.

Die toepassing van die PGL-benadering in 'n ingenieurswesekurrikulum moet in 'n omgewing geplaas word met oorweging van die sosiale, ekonomiese en etniese diversiteit van die studente en die universiteit se karakter en akademiese kultuur (Rojter, 2006). PGL word doelbewus in die FIAP 172-module ingesluit met die oog daarop om ingenieurstudente aan professionele praktyk bloot te stel en in te lei in die ECSA-uittreevlakuitkomst, wat vervolgens bespreek word.

### 2.5.1 Die Ingenieursvereniging van Suid-Afrika (ECSA)

Die betrokke Fakulteit Ingenieurswese waar die studie plaasgevind het, is by ECSA geakkrediteer wat 'n geakkrediteerde lid is van Washington-akkoord, 'n internasionale wêreldliggaam vir akkreditering vir ingenieurswese en tegnologie. Die uittreevlakuitkomst word in tabel 2.4 beskryf en daarna, waar relevant, met verwysing na bepaalde raakpunte met PGL bespreek.

**Tabel 2.4: Opsomming van ECSA se uittreevlakuitkomst (ELO's)**

<b>ELO</b>	<b>Uittreevlakuitkomst</b>	<b>Bespreking</b>
<b>1</b>	<b>Probleemoplossing</b>	Om probleme te identifiseer, te formuleer, te ontleed en komplekse ingenieurswese probleme kreatief en innoverend op te los.
<b>2</b>	<b>Toepassing van wetenskaplike en ingenieurskennis</b>	Toepassing van wiskunde- en natuurwetenskaplike kennis, ingenieurswese-beginsels en 'n ingenieurswesepesialiteit om komplekse ingenieursprobleme op te los.
<b>3</b>	<b>Ingenieursontwerp</b>	Uitvoer van kreatiewe, prosedurele en nie-prosedurele ontwerp en sintese van komponente, stelsels, ingenieurswerke, produkte of prosesse.
<b>4</b>	<b>Ondersoeke, eksperimente en data-analise</b>	Demonstreer bekwaamheid, ontwerp en die uitvoer van ondersoeke en eksperimente.
<b>5</b>	<b>Ingenieursmetodes, vaardighede en gereedskap, met inbegrip van inligtingstegnologie</b>	Demonstreer bekwaamheid om gepaste ingenieursmetodes, vaardighede en gereedskap, met inbegrip van dié wat op inligtingstegnologie gebaseer is, te gebruik.
<b>6</b>	<b>Professionele en tegniese kommunikasie</b>	Demonstreer vaardigheid om effektief te kommunikeer, beide mondelings en skriftelik, met ingenieursgehoore en die gemeenskap in sy geheel.

ELO	Uittreevlakuitkomst	Bespreking
7	<b>Volhoubaarheid en invloed van ingenieursaktiwiteite</b>	Demonstreer 'n kritiese bewustheid van die volhoubaarheid en invloed van ingenieursaktiwiteite op die sosiale, industriële en fisiese omgewing.
8	<b>Individuele, span- en multidissiplinêre werk</b>	Demonstreer vaardigheid om effektief as individu, in spanne en in multidissiplinêre omgewings te werk.
9	<b>Onafhanklike leervermoë</b>	Demonstreer vaardigheid om onafhanklik te leer deur goed ontwikkelde leervaardighede.
10	<b>Ingenieurs-professionalisme</b>	Demonstreer 'n kritiese bewustheid van die noodsaaklikheid om professioneel en eties op te tree en om oordeel toe te pas asook verantwoordelikheid binne die beperkinge van eie bevoegdheid.
11	<b>Ingenieursbestuur</b>	Kennis en begrip van ingenieurs-bestuursbeginsels en ekonomiese besluitneming.

(ECSA, 2014).

In die eerste uittreevlakuitkoms, **probleemoplossing** (ELO 1) van ECSA word daar van studente verwag om komplekse ingenieursprobleme kreatief en innoverend op te los (probleemoplossing). Ingenieurs moet multidissiplinêre en veelsydige probleme oplos wat effektiewe kommunikasie en aktiewe spanwerk noodsaak (Hixson *et al.*, 2012:8; Rugarcia *et al.*, 2000:22). Hierdie uitkoms is ook 'n belangrike fokus in PGL om spesifieke probleme op te los.

Geïntegreerde dissiplines in ingenieurswese, soos wiskunde en fisiese wetenskap (ELO 2), verwys veral na die **toepassing van wetenskaplike en ingenieurskennis** om ingenieursprobleme op te los. Studente moet hul kennis en vaardighede toepas met die ontwikkeling van projekte (PGL) waar teoretiese en praktiese kennis gekombineer word (Savin-Baden & Major, 2004:12).

Die toepassing van **ingenieursontwerp** (ELO 3) behels die uitvoer van kreatiewe, prosedurele en nie-prosedurele ontwerp en sintese van komponente, stelsels, ingenieurswerke, produkte of prosesse (ontwikkeling van projek). 'n PGL-omgewing bevorder kreatiwiteit by ingenieurstudente en bied geleentheid vir die konstruksie van nuwe kennis (Zhou, 2012:489).

Uitvoer van **ondersoeke, eksperimente en data-analise** (ELO 4). Daar word van studente verwag om bekwaamheid met die ontwerp en uitvoer van ondersoeke en eksperimente (toets en evaluering van projek) te demonstreer. Die leerproses van die

student word so na moontlik aan die werklike lewe gesimuleer (Kolmos, 2006:181; Mergendoller *et al.*, 2006:589–596). PGL noodsaak dat studente aktief betrokke is by leeraktiwiteite byvoorbeeld ondersoek en eksperimente.

Die toepassing van **ingenieursmetodes, vaardighede en gereedskap, met inbegrip van inligtingstechnologie** (ELO 5). Dit behels dat studente hulle bekwaamheid moet demonstreer om gepaste ingenieursmetodes, vaardighede en gereedskap, dié wat op inligtingstechnologie gebaseer is, te gebruik. Die ontwikkeling van werklike projekte noodsaak byvoorbeeld dat studente projekverslae weekliks op die elektroniese leeromgewing (Efund) plaas.

Die toepassing van **professionele en tegniese kommunikasie** (ELO 6). Hierdie uitkoms verwys na die vaardigheid om effektief te kommunikeer, beide mondelings en skriftelik, met ingenieursgehoore en die gemeenskap in sy geheel, byvoorbeeld PowerPoint-aanbiedings, vergaderingsverslae, konsepvoorleggings aan dosente in die studente se leeromgewing. Daar moet klem gelê word op die ontwikkeling van studente se selfvertroue, kommunikasievaardigheid, kritiese denkvaardigheid, groepswerk en leierskap (Joyce & Hopkins, 2011:21-30).

Die **volhoubaarheid en invloed van ingenieursaktiwiteite** (ELO 7). Hierdie uitkoms verwys na die kritiese bewustheid en die invloed van volhoubare ingenieursaktiwiteite op die sosiale, industriële en fisiese omgewing.

**Individuele, span- en multidissiplinêre werk** (ELO 8). Daar word van studente verwag om effektief as individu, in spanne en in multidissiplinêre omgewings te werk. Die PGL-onderrig- en leeromgewing ondersteun groepswerk en moedig studente aan om aan gesamentlike interaksies en groepsaktiwiteite deel te neem (Zhou, 2012:489; Mahmood, 2011:110-112).

**Onafhanklike leervermoë** (ELO 9). Daar word van studente verwag om onafhanklikheid te leer deur ontwikkeling van bepaalde leervaardighede (individue wat verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar) te kan demonstreer. Onafhanklike leer is 'n belangrike doelwit in 'n studentgesentreerde omgewing soos PGL.

**Ingenieursprofessionalisme** (ELO 10). Dit behels die uitvoer van kritiese bewustheid en noodsaaklikheid daarvan om professioneel en eties op te tree asook om, binne die

beperkinge van eie bevoegdheid, onafhanklik te leer en om binne eie perke van bevoegdheid verantwoordelikheid te aanvaar.

**Ingenieursbestuur** (ELO 11). Kennis en begrip van die bestuursbeginsels van ingenieurswese en ekonomiese besluitneming is noodsaaklik vir ingenieurs (opstel van Gantt-kaart, begroting en werkskedule). Studente moet daartoe in staat wees om aan te pas by lewenswerklike dinamiese omstandighede en dit effektief bestuur (Francom, 2010:32).

Die uittreevlakuitkomst word voorgeskryf maar gee nie spesifieke voorskrifte rakende bepaalde onderrig-leerstrategieë om die uitkomst te bereik nie. HOIs sal dus hulle onderrig-strategieë moet aanpas om voorsiening te maak vir die gehalte van onderrig om te verseker dat gegradueerde ingenieursvaardigheid ontwikkel word om aan die eise van die industrie te voldoen.

## **2.6 SAMEVATTING**

Hierdie hoofstuk het gefokus op die literatuuroorsig rakende SGL, PGL, asook professionele praktyk in ingenieurswese. SGL is 'n proses sowel as 'n noodsaaklike lewensvaardigheid (sien §2.3) wat verskeie voordele inhou, met inbegrip van die oordrag van kennis en leervaardighede in werklike situasies en die ontwikkeling van lewenslange leervaardighede. Dit is noodsaaklik dat ingenieursopleiding, voornemende ingenieurs in staat stel om SGL te ontwikkel om relevant op hoogte te bly in 'n dinamiese werksomgewing (sien §2.3 en tabel 2.2). PGL het uit die literatuur na vore gekom as 'n praktiese, leerdergesentreerde strategie waar studente aktief betrokke is om lewenswerklike probleme aan te spreek (sien §2.4). PGL se raakpunte met ECSA se uittreevlakuitkomst is ook aangespreek.

Die volgende hoofstuk fokus op die empiriese navorsing.

## **HOOFSTUK 3**

### **EMPIRIESE NAVORSING**

#### **3.1 INLEIDING**

In die literatuur word PGL as onderrig-leerstrategie voorgestel wat noodsaaklike vaardighede in ingenieurswese aanspreek en 21ste-eeuse vaardighede (Bell, 2010:39) en selfgerigte leer kan bevorder. In hierdie hoofstuk word 'n beskrywing gegee van die empiriese ontwerp van hierdie studie, die filosofiese benadering, metodologie, insameling- en ontledingstegnieke asook deelnemers betrokke en etiese aspekte.

#### **3.2 FILOSOFIESE UITGANGSPUNT**

Die studie is uitgevoer vanuit die sosiaal-konstruktivistiese benadering en het primêr op die sosiale interaksie, betekenisvolle samewerking asook die verantwoordelikheid van elke spanlid gefokus (Pritchard & Woollard, 2010:8; Creswell, 2009:8; Dahms & Stentoft, 2008). Sosiale konstruktivisme (Pritchard & Woollard, 2010:8) is gebaseer op die beginsel dat leer plaasvind en kennis gekonstrueer word deur persone in 'n sosiale konteks (Van Merriënboer & De Bruin, 2014:27). Die sosiaal-konstruktivistiese benadering word vergestalt in byvoorbeeld groepwerk waar studente saam 'n projek beplan en ontwikkel (Pritchard & Woollard, 2010:41).

Die sosiaal-konstruktivistiese benadering word gekenmerk deur studente wat kennis met mekaar deel, dit krities bespreek en sodoende nuwe kennis en ervarings opdoen. Leer vind plaas tydens sosiaal-gesamentlike aktiwiteite wat leer ondersteun waar individue poog om die wêreld waarin hulle woon en werk te begryp. Individue ontwikkel subjektiewe betekenis van hulle ondervinding (Lincoln *et al*, 2011; Mertens, 2010). Hierdie benadering is nie net op individue van toepassing nie, maar word gevorm deur interaksie met ander studente, deur middel van historiese en kulturele norme wat werk in individue se lewens. Dus spreek konstruktivistiese navorsers dikwels die prosesse van interaksie tussen individue aan. Hulle fokus ook op die spesifieke konteks waarin mense woon en werk ten einde die historiese en kulturele instellings van die deelnemers te verstaan. Navorsers erken dat hul eie agtergronde hul interpretasie vorm en posisioneer

hulle hulself in die navorsing sodat hulle interpretasie kan vloei uit hulle persoonlike, kulturele en historiese ervarings (Creswell, 2014). Sosiale konstruktivisme skep 'n geleentheid vir doeltreffende leer en samewerking tussen studente in kleiner groepe (Illeris, 2007:117).

### 3.3 NAVORSINGSMETODOLOGIE EN ONTWERP

In die studie is 'n gemengde KWAL-kwan-benadering gevolg (Creswell, 2009:209, 110), (sien tabel 3.1). Figuur 1.1 toon die navorsingsontwerp van die studie. Gemengde metodes word gedefinieer as prosedures of prosesse wat gevolg word vir die insameling, ontleding en vermenging van beide kwantitatiewe en kwalitatiewe data om die navorsingsvrae te beantwoord (Creswell, 2014:3; Ivankova, Creswell, & Plano Clark, 2007:263). Die studie het hoofsaaklik kwalitatiewe data gebruik wat met kwantitatiewe data aangevul is. Hierdie vermenging van data bied 'n sterker begrip van die probleem of vraag (Creswell, 2014:15). (Sien ook §1.4.1).

Deur die gebruik van verskillende data maak dit data triangulasie moontlik (Kawulich & Holland, 2012:243; Nieuwenhuis & Smit, 2012:137). Die betroubaarheid was ook verseker deur die bevestiging dat die data verkry was deur navorsingsaktiwiteite en nie slegs van die interpretasie van die data nie.

Die **kwalitatiewe** individuele onderhoud is daargestel om te bepaal tot watter mate die implementering van PGL by eerstejaar-ingenieurstudente hulle SGL bevorder. Hierdie semi-gestruktureerde onderhoud wat gevoer is met die studente, het uit elf vrae bestaan wat in hoofstuk 4 in drie temas bespreek word. Onderhoude is na die laaste kontakssessie en net voor die eindeksamen met die studente gevoer (sien §1.4.4.1 en Addendum D).

'n **Kwantitatiewe** voortoets en natoets rakende studente se SGL (Williamson, 2007) is gebruik, asook 'n kwalitatiewe intervensie met al 380 eerstejaar-ingenieurstudente waar 'n projek ontwikkel is. Hierdie module (FIAP 172) is verpligtend vir alle eerstejaar-ingenieurstudente (in die programme meganiese en kern-, bedryfs-, elektriese en elektroniese, chemiese en minerale ingenieurswese) (sien §1.4.4.2 en tabel 3.1).

**Tabel 3.1: Uiteensetting van die empiriese navorsingsontwerp**

Voortoets (individueel)	Intervensie (groepwerk)	Natoets (individueel)	
SGL – Williamson-vraelys (Williamson, 2007). (SRSSDL) *		Williamson-vraelys (Williamson, 2007) (N=380 studente). Projekpunt.	<b>KWANTITATIEF</b>
<p>Oop vrae oor:</p> <p>(a) Studente se aanvanklike ingesteldheid teenoor en motivering vir ingenieurswese (N=380).</p> <p>(b) Individuele inligtingsvrae oor PGL om studente se voorkennis te bepaal (N=380).</p>	<p>Die intervensie het die onderstaande ingesluit en is in die FIAP 172-module uitgevoer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bespreek projekvereistes met studente</li> <li>2. Projekte word aan groepe<sup>†</sup> toegeken</li> <li>3. Studente ontmoet en bespreek projek met kliënt<sup>#</sup></li> <li>4. Ontwikkel 'n konsepvoorstel van die projek</li> <li>5. Voltooi tydskedule (Gantt-kaart) vir ontwikkeling van die projek</li> <li>6. Bereken koste van die projek</li> <li>7. Beplan op watter wyse die gehalte van die produk (projek) bepaal gaan word</li> <li>8. Voltooi projekskedules (een per semester)</li> <li>9. Ontwikkeling, bestuur en vervaardiging van produk of projek</li> <li>10. Assessering van projek (selfassessering en eweknie-assessering) vind deurlopend plaas</li> <li>11. Lewer produk aan kliënt<sup>#</sup></li> <li>12. Opedag (sien addendum G)</li> </ol> <p>Die inligtingsvrae in (a) en (b) wat die studente individueel beantwoord het:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verduidelik waarom jy ingenieurswese studeer.</li> <li>2. Beskik jy oor enige tegniese handvaardighede? Verduidelik asseblief.</li> <li>3. Wat is volgens jou die pligte van 'n ingenieur in die praktyk?</li> <li>4. Wat verstaan jy onder "projekgebaseerde leer"?</li> <li>5. Het jy enige ervaring van projekgebaseerde leer? Indien wel, gee asseblief besonderhede.</li> </ol> <p>(N=380)</p>	<p>Oop vrae oor:</p> <p>(a) Studente se ingesteldheid teenoor en motivering vir ingenieurswese</p> <p>(b) Inligtingsvrae oor PGL na die intervensie</p> <p>(c) †Semi-gestruktureerde onderhoude.</p>	<b>KWALITATIEF</b>

\* SRSSDL = Williamson's Self-Rating Scale of Self-Directed Learning.

† Vir die doel van hierdie studie is spanne en groepe as dieselfde beskou, hoewel daar in 'n PGL-opset eerder na spanne verwys word (in FIAP word die studente in groepe ingedeel).

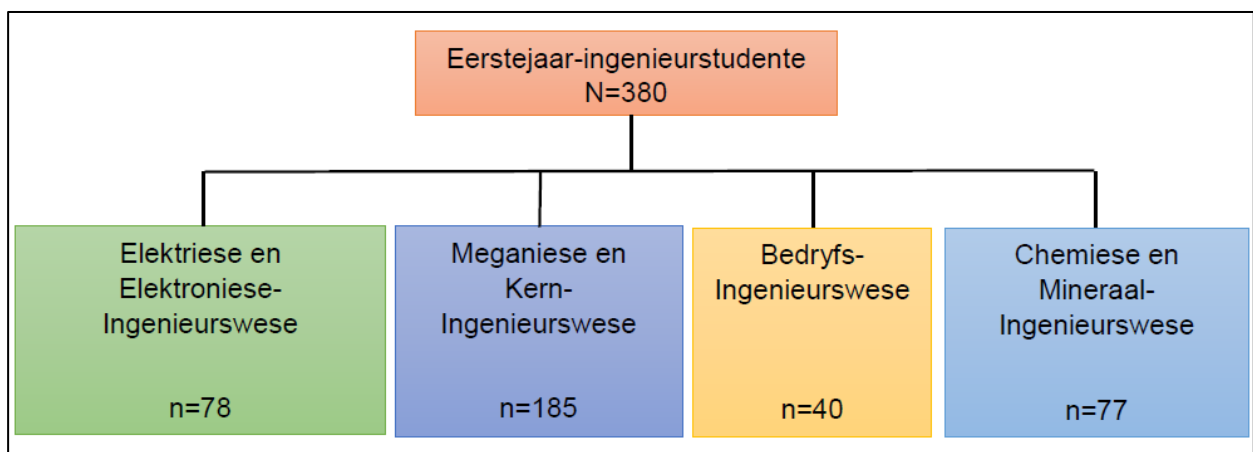
‡ Slegs die semi-gestruktureerde onderhoude is met 'n steekproef van ongeveer 10 diverse ewekansig geselekteerde individuele studente uitgevoer. Die studiepopulasie (N=380) het aan die ander aktiwiteite deelgeneem soos in tabel 1.2 aangedui.

# 'n Kliënt is 'n persoon of instansie vir wie die studente 'n produk of projek beplan en vervaardig.

### 3.4 STUDIEPOPULASIE

Die studie is met alle eerstejaar-ingenieurstudente by die betrokke universiteit uitgevoer, aangesien die FIAP 172-module verpligtend is vir alle ingenieurstudente (N=380), met inbegrip van meganiese en kern-, bedryfs-, elektriese en elektroniese, chemiese en minerale ingenieurswese. (Die toelatingsvereistes vir ingenieurswese is 'n minimum punt van 70% vir Wiskunde, 60% vir Fisiese Wetenskap, 60% vir die eerste of tweede taal in graad 12, en 'n APS-telling van ten minste 31). Figuur 3.1 toon die verspreiding van die ingenieurstudente in die Fakulteit Ingenieurswese se verskillende programme. Almal het deel uitgemaak van die studiepopulasie.

Hoewel daar 380 studente vir die module FIAP 172 geregistreer het, het slegs 216 studente beide die Williamson se voor- en natoets voltooi. Die rede vir die verskil was dat nie alle deelnemers die voor- en natoets voltooi het nie, die vraelyste is nie volledig voltooi nie, of vraelyste is verkeerd ingevul en het foute bevat.



**Figuur 3.1: Verspreiding van eerstejaar-ingenieurstudente in verskillende programme**

### 3.5 DIE ROL VAN DIE NAVORSER

Die navorser is 'n dosent en fasiliteerder van die module Professionele Praktijk FIAP 172. Die navorser beskik oor 25 jaar ervaring in die praktyk en 10 jaar tersiêre ervaring waarvan 3 jaar betrokkenheid by FIAP 172 is. Die navorser se motivering vir die uitvoer van hierdie studie was om selfgerigte leer by studente as voornemende ingenieurs wat lewenswerklike probleme moet oplos, te bevorder. Die navorser se fasilitering het die kritiese bespreking en ondersteuning aan studente behels met die oog op hul

voorbereiding en beplanning van die projek. Die navorser was ook primêr by die insameling van data betrokke.

### 3.6 PRAKTIESE PROJEK

Die FIAP 172-module is toegespits op die professionele ontwikkeling van voornemende ingenieurs en strek oor een akademiese jaar. Die projek word as voertuig gebruik om die ingenieursproses aan die studente te verduidelik (tabel 3.1). Hierdie module is uniek aangesien elke groep, bestaande uit ses studente, hulle projek kan kies uit die beskikbare (verskillende) 63 projekte wat deur die dosente geselekteer is (sien §1.4.3 en tabel 1.2). Die eerste ses maande fokus hoofsaaklik op die beplanning, vergaderingsprosedures, kommunikasievaardighede, kliëntevergaderings, konsepontwerpe en finale ontwerpe (Solid Works™), projekbestuur, tydsbestuur (Gantt-kaart), produksiebeplanning, samestelling van materiaalyste en die plaas van bestellings. Studente moet verantwoordelikheid aanvaar vir hulle eie leerprosesse tydens die ontwikkeling van die projek.

Die tweede helfte van die jaar fokus op die toepassing van die teorie in die praktyk. Projekte moet vervaardig word en terselfdertyd moet alle dokumentasie (bv. projekverslae) op datum gehou word. Die projek moet getoets, geëvalueer en oorhandig word aan die kliënt en die finansies moet afgesluit word. 'n Volledige verslag rakende elke groep se projek moet opgestel en ingehandig word met die oog op die opedag-uitstalling.

#### 3.6.1 Assessering

In hierdie studie is die volgende assesserings toegepas: rubrieke, weekliks met groep- en eweknie-assessering, informele en formele formatiewe assessering, summatiewe assessering, (sien §2.4.5, tabel 2.1). Die geassesseerde proses het oor die hele jaar van die module gestrek. Gedurende dié jaar was die projek die voertuig om die ingenieursproses saam met die studente deur te trap (tree vir tree en proses ná proses). Ná elke taak afgehandel is, het studente 'punte' aan mekaar gegee. **PGA** "Peer Group Assessment" (eweknie-assessering) word bereken volgens hoe elke student deur sy/haar groep beoordeel word en **GPA** "Group Performance Assessment" (groepprestasieassessering) is deur dosente bepaal deur elke student se individuele

prosesse op grond van verslae en die projek deur die loop van die jaar te evalueer. Wat die assessering van die projek betref word die finale punte om 'n groeps punt te bepaal vermenigvuldig met PGA en daarna met die GPA vermenigvuldig om 'n individuele punt te bepaal. In hierdie module word daar geen toetse geskryf nie.

### 3.7 KWANTITATIEWE NAVORSING

Hoewel 'n gemengde KWAL-kwan-metode gebruik is, word die kwantitatiewe metode eerste bespreek aangesien dit tydens die voortoets en natoets uitgevoer is (tabel 3.1). Kwantitatiewe navorsing word ook definieer as 'n sistematiese en objektiewe benadering om numeriese data van studente te bestudeer en te veralgemeen (Maree & Pietersen, 2007). In hierdie gedeelte word die volgende aspekte toegelig: kwantitatiewe data-insameling, kwantitatiewe data-ontleding, geldigheid en betroubaarheid.

#### 3.7.1 Kwantitatiewe data-insameling

Williamson (2007) se vraelys is gebruik as meetinstrument (voortoets en natoets) om studente se persepsie van hul eie selfgerigtheid te toets. Williamson beskryf die primêre doel van die voortoets en natoets as "... testing of a self-rating scale of self-directed learning in higher education" (Williamson, 2007:66), naamlik om te bepaal of studente onafhanklike en lewenslange leerders is. Die vraelys bied keuses op 'n vyf-punt- Likert-tipe skaal: 1 = Nooit, 2 = Selde, 3 = Soms, 4 = Gewoonlik, 5 = Altyd. Die vraelys het uit 67 vrae bestaan waarvan die eerste sewe vrae biografiese inligting insluit (sien addendum C). Dit is gevolg deur verskeie kategorieë wat elk uit twaalf vrae elk bestaan het, naamlik: **bewustheid**: vrae wat verband hou met die studente se begrip en faktore wat bydra tot selfgerigtheid; **leerstrategieë**: verskillende strategieë wat leerders kan gebruik om selfgerigtheid te bevorder; **leeraktiwiteite**: spesifiseer die nodige leeraktiwiteite waarby leerders aktief betrokke is ten einde selfgerigte leerders te word; **evaluering**: ondersteuning aan leerders om hulle leeraktiwiteite te evalueer; en **interpersoonlike vaardighede**: wat verband hou met leerders se vaardighede en interpersoonlike verhoudings, wat vereis word vir selfgerigte leerders (Williamson, 2007:71).

#### 3.7.2 Kwantitatiewe data-ontleding

Alle data is verwerk deur die Statistiese Konsultasiedienste van die betrokke universiteit. Omdat studente in groepe saamgewerk het, was groepslede se resultate nie onafhanklik

nie. Om hierdie rede is van hiërargiese liniêre modelle (Ker, 2014:178) gebruik gemaak om hierdie afhanklikheid te modelleer ten einde vas te stel of daar statisties en prakties betekenisvolle verandering in SGL plaasgevind het.

### **3.7.3 Geldigheid en betroubaarheid**

Daar is verskillende waardes van interne betroubaarheid. 'n Cronbach- $\alpha$  van 0.8 of hoër word as betroubaar beskou. Die Cronbach  $\alpha$ -koëffisiënt is vir elke subkategorie van by die onderskeie vrae bepaal en is 'n meting van interne betroubaarheid, met ander woorde dit dui die verwantskap van items as 'n groep aan (Field, 2009). Die betroubaarheid van die Williamson-vraelys word aangedui vir die betrokke subkategorieë en Cronbach  $\alpha$ -koëffisiënt: bewustheid (0.79), leerstrategieë (0.73), leeraktiwiteite (0.71), evaluering (0.71) en interpersoonlike vaardighede (0.71) (Williamson, 2007:75).

## **3.8 KWALITATIEWE NAVORSING**

Die kwalitatiewe data-insameling en -ontleding asook geldigheid en betroubaarheid word bespreek (sien tabel 3.1).

### **3.8.1 Kwalitatiewe data-insameling**

Die volgende kwalitatiewe data is ingesamel: projekdokumentvereistes (beplanning, Gantt-kaart, begroting, “work breakdown structure” (werkverdelingstruktuur), ontwerp (konsepvoorstel, vervaardigingstekene in Solid Works™), ontwikkeling van projek asook semi-gestruktureerde onderhoude. sien ook tabel 3.1 vir meer besonderhede.

Vrae vir die semi-gestruktureerde onderhoude is vooraf geformuleer en ontwikkel. Die vrae is geformuleer na aanleiding van literatuur wat direk met die navorsingsdoelwitte verband hou, en het ten doel gehad om die aard van die program te bepaal en leemtes in die opleiding van ingenieurstudente te identifiseer aan die einde van die tweede semester na die laaste klas. (Sien tabel 3.1)

Die onderhoude is gevoer om vas te stel tot watter mate die implementering van PGL by eerstejaar-ingenieurstudente hulle SGL bevorder (sien §1.4.1 en addendum B). Ongeveer tien deelnemers is geselekteer en versoek om aan die semi-gestruktureerde onderhoude deel te neem. Die navorsing is binne die etiese riglyne uitgevoer (sien §3.8.4).

Dataversadiging vind plaas wanneer die navorser soortgelyke antwoorde op data verkry en geen nuwe data na vore kom nie (O'Reilly & Parker, 2012; Walker, 2012, Guest *et al.*, 2006). Dataversadiging het ná tien onderhoude voorgekom.

### **3.8.2 Kwalitatiewe data-ontleding**

Transkribering van klankopnames is na afloop van die onderhoude deur 'n assistent gedoen en deur die navorser verwerk. Die transkripsie is sorgvuldig deurgelees en kodes is aan sekere dele van die teks wat van belang was, toegeken.

Die kwalitatiewe data is met die hand ontleed. Die ontledingstrategie het datagedrewe (gebaseer op literatuur) sowel as konsepgedrewe kodering (kodes wat uit die empiriese navorsing na vore gekom het) ingesluit (Gibbs, 2010:44-45).

Kategorieë en patrone is geïdentifiseer en verskillende subtemas en temas is uit die kwalitatiewe data geïdentifiseer.

### **3.8.3 Geldigheid en betroubaarheid**

Geldigheid en betroubaarheid verwys na aspekte soos akkuraatheid, stabiliteit, konsekwentheid, betekenisvolheid en sinvolheid van data (Gay & Airasian, 2003:141). Betroubaarheid van hierdie studie het behels dat die navorser omstandighede moes skep om studente op hulle gemak te stel, oogkontak met studente moes behou, nie moes toelaat dat sy eie opinie 'n rol speel nie; en alle data self moes ontleed (Golafshani, 2003:602).

Geldigheid verwys na die akkuraatheid van 'n meting (Thomas & Smith, 2003), en die betroubaarheid van die meetinstrument is gemeet deur die effekgroottes en die Cronbach se  $\alpha$ -koëffisiënt (Field, 2009), om te bepaal of daar statisties prakties betekenisvolle veranderinge in SGL plaasgevind het (Ellis & Steyn, 2003:52).

### **3.8.4 Etiese aspekte**

Die nodige etiekaansoekvorms is voltooi en aan die betrokke universiteit se etiekomitee voorgelê wat toestemming verleen het dat die navorsing 'n aanvang mag neem (addendum A). Elke deelnemer het vrywillig aan die studie deelgeneem.

Elke voornemende deelnemer aan die studie is gevra om 'n ingeligte toestemmingsbrief te voltooi en te onderteken. Hierdie brief (addendum B) het deelnemers verseker dat hulle deelname vrywillig is en dat hulle vry is om ter enige tyd aan die navorsing te onttrek. Onttrekking sou nie studente op enige wyse benadeel nie en alle inligting is vertroulik hanteer. Name was nie nodig in enige van die voor- of natoetse nie aangesien slegs studentennommers gebruik is om die voor- en natoets af te paar. Studente se inligting is konfidensieel hanteer. Toestemming is van die dekaan van die Fakulteit Ingenieurswese, die Skooldirekteur asook die etiekkomitee van die NWU verkry.

### **3.9 SAMEVATTING**

In hierdie hoofstuk is die sosiaal-konstruktivistiese standpunt, die navorsingsontwerp en die metodologie bespreek. Data-insameling, data-ontleding en betroubaarheid en geldigheid is toegelig. Die rol van die navorser is ook bespreek. Etiese aspekte van die studie is verder toegelig.

Hoofstuk 4 gee 'n ontleding van die resultate asook 'n bespreking daarvan.

## HOOFSTUK 4

### RESULTATE EN BESPREKING

#### 4.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die resultate van die empiriese navorsing weergegee en bespreek. Dit sluit beide kwalitatiewe en kwantitatiewe resultate in ten einde die navorsingsvraag in hoofstuk 5 te beantwoord. Die hoofnavorsingsvraag (soos in §1.3 beskryf) was:

***Tot watter mate kan die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP 172 hulle selfgerigte leer bevorder?***

As deel van die voortoets en natoets word die kwantitatiewe data eerste bespreek.

#### 4.2 KWANTITATIEWE RESULTATE

In hierdie gedeelte word die kwantitatiewe resultate, soos gebaseer op die Williamson-vraelys vir SGL, bespreek. Alhoewel daar 380 studente vir die module FIAP 172 geregistreer het, het slegs 366 studente Williamson se voortoets voltooi en 216 studente het beide Williamson se voor- en natoets voltooi. Die rede vir die verskil was: nie alle deelnemers het die voor- en natoets voltooi nie, die vraelyste is nie volledig voltooi nie, en vraelyste is verkeerd ingevul en het foute bevat.

Die Williamson-vraelys bestaan uit 67 vrae, waarvan 60 vrae gekategoriseer is onder bewustheid, leerstrategieë, leeraktiwiteite, evaluering en interpersoonlike vaardighede. Die kwantitatiewe meetinstrument van die Williamson-vraelys (1 tot 5 Likert-tipe skaal) is in §3.7.1 bespreek. Die volledige vraelys word in addendum C getoon. Die punte van elke kategorie is bymekaar getel om 'n totale punt (score) vir elke deelnemer te bereken, om die vlak van selfgerigtheid te bepaal. Die totale punte van alle deelnemers is in drie afsonderlike groepe met betrekking tot hulle tellings vir selfgerigtheid verdeel naamlik: laag, matig en hoog (sien tabel 4.1).

**Tabel 4.1: Vlak van selfgerigtheid volgens Williamson (Williamson, 2007:72)**

Selfgerigheidsleervlak	SGL-telling
Laag	60-140
Matig	141-220
Hoog	221-300

#### 4.2.1 Voor- en natoetsresultate

In Tabel 4.2 word die voor- en natoets resultate bespreek.

**Tabel 4.2: Aantal respondente in 'n spesifieke groep in die voortoets en in die natoets**

		Aantal studente: Natoets		
		Matig	Hoog	Totaal
Aantal studente: Voortoets	Matig	51 (67.1%)	25 (32.9%)	76
	Hoog	43 (30.7%)	97 (69.3%)	140
	Totaal	94 (43.5%)	122 (56.5%)	216
Verkorte voorstelling				
		Williamson-vraelyste (SGL) (§4.2, §3.7.1)		
		Voortoets $\bar{x} = 207$	Natoets $\bar{x} = 212$	
Matig na Hoë groep (32.9%)	76	25 Na Hoë groep na die intervensie		
		Voortoets $\bar{x} = 239$	Natoets $\bar{x} = 231$	
Hoë na Matige groep (30.7%)	140	43 Na Matige groep na die intervensie		

Resultate is verkry vanaf die matige en hoë groepe aangesien daar geen deelnemers in die lae groep was nie. Die studente se persepsie van SGL het verander en die aantal studente in die matige groep in die voortoets was 67.1% (n=51), verder het 32.9% (n=25) tydens die natoets na die hoë groep beweeg. Daar was aanvanklik 76 deelnemers in die matige groep. In die natoets was daar 69.3% (n=97) studente in die hoë groep van die wat oorspronklik as hoog geklassifiseer was en 30.7% (n=43) het afbeweeg na die matige groep. Daar was aanvanklik 140 deelnemers in die hoë groep.

Van die studente in die matige groep het 25 na die hoë groep verskuif ná voltooiing van die natoets (sien tabel 4.2). Dit dui daarop dat hierdie studente ná die intervensie in hulle SGL-vaardighede verbeter het. Drie en veertig studente het van die hoë groep na die matige groep verskuif ná die natoets. Ná die intervensie het hierdie studente moontlik 'n meer realistiese beeld van hulle selfgerigtheid gehad of hul persepsies ten opsigte van eie SGL het verlaag. Dit word verder in hoofstuk 5 bespreek (§5.3.3).

#### 4.2.2 Afhanklike t-toetse en betekenisvolheid

Die afhanklike t-toets dui die verskil tussen die gemiddeldes van twee groepe aan om te bepaal of daar 'n statisties beduidende verskil is tussen die groepe (Oates, 2006). Dit dui daarop dat **dieselfde deelnemers** meer as een keer op twee voorafbepaalde tye ten opsigte van dieselfde afhanklike veranderlike getoets word maar nie op dieselfde tydstip nie, byvoorbeeld 'n voor- en natoets (Laerd Statistics, 2013:1). In tabel 4.3 word die waardes per groep (matig of hoog) en per subkategorie van Williamson bespreek.

**Tabel 4.3: Saamgevoegde voor- en natoets statistiek per groep en per subkategorie**

Groep	Williamson se subkategorieë	Gemiddeld	Std. afwyking	p-waarde	t-toets	Effekgrootte d
Matig 76	#Bewustheid	3.78	0.28	0.420	0.81	0.14*
	Bewustheid2	3.75	0.37			
	Leerstrategieë	3.36	0.32	0.754	-0.34	0.05
	Leerstrategieë2	3.37	0.42			
	Leeraktiwiteite	3.41	0.32	0.132	-1.52	0.22*
	Leeraktiwiteite2	3.49	0.42			
	Evaluering	3.37	0.31	0.005	-2.89	0.47**
	Evaluering2	3.52	0.42			
	Interpersoonlik	3.37	0.31	<0.001	-3.91	0.57**
	Interpersoonlik2	3.55	0.41			
Totaal (Voortoets)	207.53	11.99	0.040	-2.09	0.37*	
Totaal (Natoets)	212.00	19.26				

**Effekgrootte** = \* ( $\geq 0.20$ ) klein betekenisvol, \*\* ( $\geq 0.50$ ) matig betekenisvol en \*\*\* ( $\geq 0.80$ ) groot betekenisvol, (Ellis & Steyn, 2003) (Sien tabel 4.4).

# Bewustheid dui die voortoets aan en Bewustheid2 die natoets.

(Tabel 4.3 volg)

Groep	Williamson se subkategorieë	Gemiddeld	Std. afwyking	p-waarde	t-toets	Effekgrootte d
Hoog 140	Bewustheid	4.25	0.27	<0.001	4.53	0.58**
	Bewustheid2	4.10	0.39			
	Leerstrategieë	3.85	0.37	0.003	2.99	0.32*
	Leerstrategieë2	3.73	0.41			
	Leeraktiwiteite	3.91	0.32	<0.001	4.22	0.45**
	Leeraktiwiteite2	3.77	0.42			
	Evaluering	4.05	0.34	<0.001	4.74	0.56**
	Evaluering2	3.86	0.50			
	Interpersoonlik	3.90	0.38	0.337	0.96	0.09
	Interpersoonlik2	3.87	0.43			
Totaal (voortoets)	239.61	13.97	<0.001	4.83	0.55**	
Totaal (natoets)	231.91	20.25				

**Effekgrootte** = \* ( $\geq 0.20$ ) klein betekenisvol, \*\* ( $\geq 0.50$ ) matig betekenisvol en \*\*\* ( $\geq 0.80$ ) groot betekenisvol, (Ellis & Steyn, 2003) (Sien tabel 4.4).

# Bewustheid dui die voortoets aan en Bewustheid2 die natoets.

Die resultate van die afhanklike t-toets, waar dieselfde studente vir die voor- en natoets gebruik is, is ingesluit in die studie met verwysing na die subkategorieë van die groepe en word in tabel 4.3 weergegee. Die gemiddelde, standaardafwyking, p-waarde, t-toets en effekgrootte van die matige en hoë groepe word onderskeidelik aangedui. In die natoets het die gemiddeld in die matige groep by elke subkategorie toegeneem behalwe by Bewustheid wat afgeneem het (3.78 tot 3.75) (sien tabel 4.3).

Effekgrootte is 'n praktiese maatstaf en word aangedui met behulp van 'n gestandaardiseerde verskil tussen die gemiddeldes van die twee groepe (Ellis & Steyn, 2003) (tabel 4.3). Klein effekgroottes het voorgekom by Bewustheid en Leeraktiwiteite. Matige effekgroottes het voorgekom by Evaluering en Interpersoonlike vaardigheid. Wat die gemiddelde waardes in die hoë groep betref, het al die waardes in die natoets vir elke subkategorie afgeneem. Die subkategorieë Leerstrategieë het klein betekenisvolle afnames aangetoon terwyl Bewustheid, Leeraktiwiteite en Evaluering matig betekenisvolle afnames getoon het. Cohen se d-statistiek is gebruik om die verskil tussen die gemiddeldes van die voor- en natoets te bepaal en word in tabel 4.4 aangedui.

Die effekgrootte beskryf die gestandaardiseerde verskil tussen gemiddeldes (Cohen se d-waardes). Wanneer die meting van praktiese betekenisvolheid gebruik word, is die effekgrootte onafhanklik van die steekproef. Praktiese betekenisvolheid dui op 'n "groot genoeg verskil" om 'n effek in die praktyk te kry wanneer dit groter as 0.8 is en dit dui op 'n medium effek wanneer waardes van 0.5 bereik word (Ellis & Steyn, 2003:51).

**Tabel 4.4: Cohen se d-waarde-indeling**

d-waarde	Cohen
Laag	$d \geq .20$
Matig	$d \geq .50$
Groot	$d \geq .80$

Cohen (1988:55).

Tydens die ontleding is frekwensietabelle en kruistabulerings opgestel. Die statistiese betekenisvolheid is bepaal ( $p \leq 0.05$ ), waarna die praktiese betekenisvolheid (Cramer se V-waarde) ook ondersoek is. Cramer se V-waarde (V) dien as maatstaf vir die sterkte van verbande tussen datastelle. Hierdie waarde kan ook effekgroottes (Tabel 4.5) vir kruistabulerings gebruik om praktiese betekenisvolheid van effekte tussen hierdie datastelle te ondersoek (Ellis & Steyn, 2003).

**Tabel 4.5: Cramer se V-riglyne vir gebruik van effekgrootte by kruistabulerings**

Effekgrootte	Cramer se V
Klein	$0.1 \geq V < 0.3$
Matig	$0.3 \geq V < 0.5$
Groot	$V \geq 0.5$

Ellis & Steyn (2003:52-53).

Die praktiese betekenisvolheid van die totale voor- en natoetse volgens die persentasie van **Cramer se V-toets** = 0.351, dui op 'n matige prakties betekenisvolle verskil.

Cramer se V-toets is gebruik as die maatstaf van assosiasie, want die datastel het meer as twee subkategorieë vertoon (Cramer & Howitt, 2004:178). Die dataverskille van die subkategorieë is gebruik om te bepaal wat die sterkte en verband is nadat die beduidendheid van die chi-kwadraattoets vasgestel is.

Die chi-kwadraattoets dui aan dat daar 'n beduidende verband bestaan tussen die veranderlikes, maar bepaal nie die grootte van die beduidendheid en belangrikheid daarvan nie (Whoo, 2013:2; Ellis & Steyn, 2003:52). Beide die phi-koëffisiënt en Cramer se V kan beskou word as effekgroottes (Ellis & Steyn, 2003:53). Cramer se V varieer tussen 0 en 1. Nader aan 0 dui op 'n klein verband tussen veranderlikes terwyl resultate nader aan 1 dui op 'n sterk verband tussen veranderlikes. Vervolgens word die betroubaarheid van die vraelyste bespreek.

### **4.3 BETROUBAARHEID VAN DIE VRAELYSTE**

Die  $\alpha$ -waardes was in die orde van 0.68 tot 0.78 en kon as aanvaarbaar beskou word vir hierdie studie. Indien die waarde van die Cronbach  $\alpha$ -koëffisiënt vir 'n spesifieke afdeling laer as 0.5 sou wees, sou dit 'n aanduiding wees dat die studente nie die samehang van die vrae wat daardie spesifieke kategorie toets, verstaan het nie (Felder & Spurlin, 2005:107). Geeneen van die kategorieë het 'n Cronbach  $\alpha$ -koëffisiënt laer as 0.5 getoon nie. Navorsing het bewys dat 'n Cronbach- $\alpha$ -waarde onder 0.8 maar bo 0.6 in 'n opvoedkundige verband betroubaar is (Field, 2009).

Tabel 4.6 bied 'n voorstelling van die betroubaarheid van die vraelyste.

**Tabel 4.6: Betroubaarheid van die vraelyste**

Williamson se subkategorieë	Cronbach se alfa ( $\alpha$ )	Minimum	Maksimum	Gemiddeld	Std. afwyking
Bewustheid	0.70	2.83	5.00	4.09	0.37
Leerstrategieë	0.71	2.17	5.00	3.69	0.43
Leeraktiwiteite	0.68	2.58	5.00	3.74	0.41
Evaluering	0.78	2.50	5.00	3.79	0.46
Interpersoonlik	0.75	2.42	5.00	3.72	0.46
<b>Totaal</b>	<b>0.88</b>	<b>162.64</b>	<b>299.00</b>	<b>228.47</b>	<b>20.80</b>

#### 4.4 KWALITATIEWE RESULTATE

Vervolgens word die kwalitatiewe resultate bespreek (sien ook §3.8).

Verskeie temas het na vore gekom en sluit die onderstaande in: **Tema 1:** Studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie, **Tema 2:** Probleme en uitdagings met projekontwikkeling, en **Tema 3:** Vaardigheidsontwikkeling in die praktyk en verantwoordelikheid tydens leer.

In Tabel 4.7 word 'n verkorte weergawe van temas en subtemas gegee.

**Tabel 4.7: Opsomming van temas en subtemas**

<b>Tema 1:</b> Studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie (§4.4.1).
<b>Tema 2:</b> Probleme en uitdagings met projekontwikkeling (§4.4.2).
<b>Subtema 2.1:</b> Uitdagings met tydsbestuur (§4.4.2.1).
<b>Subtema 2.2:</b> Spanwerkvaardighede en uitdagings (§4.4.2.2).
<b>Subtema 2.3:</b> Kommunikasievaardighede (§4.4.2.3).
<b>Tema 3:</b> Vaardigheidsontwikkeling in die praktyk en verantwoordelikheid tydens leer (§4.4.3).
<b>Subtema 3.1:</b> Vaardigheidsontwikkeling in FIAP 172 (§4.4.3.1).
<b>Subtema 3.2:</b> Verantwoordelikheid in leer met PGL (§4.4.3.2).

#### 4.4.1 Tema 1: Studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie

Hierdie tema fokus op die ervaring van die ingenieurstudente met PGL as onderrig-leerstrategie (§2.4, tabel 2.3). Verskeie ervarings is ingesluit in die studie en studente se uitdagings met PGL is ook toegelig. Alle aanhalings word woordeliks en ongeredigeer weergegee soos gebaseer op die kwalitatiewe resultate.

*P1: “My understanding of project-based learning is that it is a way of teaching complex new ideas through practical applications of skills and knowledge to show practical and real-world applications of knowledge.”*

*P22: “Project-based learning is based on the idea of hands-on education. You learn through doing. In the context of FIAP 172, I imagine the purpose is to teach us professionalism and more of how things will work in the real world.”*

*P53: “Project-based learning is where students work with one another to solve a problem and deliver an answer. In that way, students use their combined knowledge and research to teach each other.”*

*P55: “Project-based learning is self-explanatory: you learn by physically participating in projects. It is learning through experience and first-hand interpretations rather than reciting from a theory textbook. It may also be the process in which you learn from other members if it is a group project, and where skills are combined to achieve a certain goal.”*

*P61: “I honestly cannot recall any proper project-based learning experience, just individual projects at school that took time like my matric EGD PAT [Engineering Graphics and Design practical assessment task].”*

*P94: “Project-based learning is a dynamic classroom approach in which students actively explore real-world problems and challenges and acquire a deeper insight on how real life work will be.”*

*P107: “No, I don’t have any experience of using project-based learning.”*

*P270: "PBL enhances your level of learning, communication and interaction, leadership skills, writing and creativity skills. It is the key element when looking at job or practical backgrounds."*

PGL as onderrig-leerstrategie het studente daarin ondersteun om hulle kennis en vaardighede prakties toe te pas om lewenswerklike probleme die hoof te bied. Die vakinhoud van FIAP 172 noodsaak dat studente hulle kennis en vaardighede kombineer om antwoorde te kry en probleme op te los. Uit die aanhalings was dit duidelik dat studente PGL beskou as 'n benadering om idees prakties toe te pas (P1), waar studente leer deur te doen (P22), waar studente hulle kennis en ervaring saamvoeg om probleme op te los (P53), en dat dit 'n dinamiese benadering is waar studente aktief betrokke is (P55, P94). PGL ontwikkel teoretiese en praktiese vaardigheidsvermoëns (P270). Baie studente het egter nie voorheen op skool ervaring met PGL opgedoen nie (P61, P107). Die studente het dus op skool weinig blootstelling aan PGL gehad. PGL was dus 'n nuwe onderrig-leerstrategie waarmee studente op universiteit kennis gemaak het.

PGL moedig praktiese aktiewe leer aan, waar studente saamwerk om hulle kennis uit te brei asook interpersoonlike en sosiale kommunikasievaardighede te bevorder (§2.4). Leer is selfverduidelikend en 'n mens leer deur aktief in 'n groep aan projekaktiwiteite deel te neem (P53). PGL bevorder dus leer en interaksie tussen studente asook kommunikasie-, leierskap-, skryf- en kreatiwiteitsvaardighede.

#### **4.4.2 Tema 2: Probleme en uitdagings met projekontwikkeling**

Dit was in hierdie tema duidelik dat die studente probleme en uitdagings in die gesig gestaar het. Subtemas wat na vore gekom het, was Uitdagings met tydsbestuur (Subtema 2.1), Spanwerkvaardighede en uitdagings (Subtema 2.2), en Uitdagings rakende kommunikasie-vaardighede (Subtema 2.3).

##### **4.4.2.1 Subtema 2.1: Uitdagings met tydsbestuur**

Tydsbestuur speel 'n belangrike rol in 'n student se beplanningsfase, prioritisering van doeldatums, die uitvoer van opdragte, werkwinkelbespreking, vervaardiging van die projek, en die tydig indiening van dokumentasie tydens projekontwikkeling. Vervaardiging, toets en evaluering neem dikwels baie meer tyd in beslag as wat aanvanklik beplan is. Tydsbestuur word oor 'n tydperk deur ervaring bemeester.

Tydsbestuur was een van die uitdagings vir studente. Enkele voorbeelde word hieronder genoem.

*P1: “Jy kan dit nie met FIAP doen nie, jy moet maar die tyd insit in die werkwinkel veral. Jy moet opdaag, die werk doen, netjies, ordentlik en jy kan dit nie afjaag nie so jy kan dit nie net vinnig en klaar maak nie.”*

*P2: “... ons het geen experience gehad in wat ons gedoen het nie en ons moes self planne heelyd uitdink om die projek aan te pak ... maar ons moes ons eie planne uitdink om te dink wanneer gaan ons wat doen, ... ek sal sê daar het leierseienskappe ook gekom wanneer ander nie bygedra het nie om bietjie leiding te neem ...”*

*P20: “Daar word ook soos in meeste beroepe van ingenieurs verwag om hul werk presies en betyds te voltooi.”*

*P85: “It is learning as a group and getting to know people’s strengths and weaknesses through time. These projects take time but the knowledge and skills gained is tremendous.”*

*P116: “Hy moet altyd betyds wees en sy werk kan voltooi in die gegewe tyd.”*

*P209: “Alhoewel die rigting harde werk vereis en tydsbestuur van kardinale belang is glo ek dat ek dit sal kan doen ... projekwerk neem baie van ons tyd in beslag.”*

*P227: “... expand knowledge, usually with an additional time to solve more problems and investigate questions and compare solutions.”*

*P264: “He has to have good time schedule planning to stay on his target ... “*

*P273: “Engineering requires focus and managing your time to get to all of your activities. Engineering courses take a lot of your time especially in the workshop.”*

*P299: “Jy leer op ’n praktiese manier van die beroep ... Dit behels navorsing, spanwerk en leiding. Beplanning is baie belangrik in so ’n situasie en tydsbestuur ook.”*

Elke groep was genoodsaak om op 'n gereelde basis vergaderings te hou (weekliks) om take toe te ken en te reflekteer oor vorige aktiwiteite. Weens beperkte tegniese ervaring onder die groepslede was vervaardiging van die projek (die produk) 'n uitdaging vir die studente. Akademiese aktiwiteite het ook 'n invloed op projekontwikkeling uitgeoefen as gevolg van die betrokke tye waarop die werkwinkel beskikbaar was (nauurs vanaf 17:00 tot 22:00). Volgens deelnemer P1 is pligsgetrouheid baie belangrik. Die projek is 'n tydsame proses en die vervaardiging kan nie net afgejaag word nie, en deelnemer P2 was van mening dat leierskap 'n belangrike rol speel in PGL en dat enige vorige ervaring en ondervinding 'n positiewe bydra kan lewer. Deelnemers P209 en P299 het die erns van tydsbestuur as deel van hulle daaglikse beplanning beklemtoon, en deelnemers P20 en P116 het beklemtoon dat daar sperdatums is waarby gehou moet word. Deelnemers P85, 227, 264 en 273 het bevestig dat, as groepswerk nie reg bestuur en beplan word nie, dit baie tyd in beslag neem. Die blootstelling, kennis, ondervinding en vaardighede wat in dié tydperk opgedoen is, is onberekenbaar. Sien in hierdie verband die besondere opmerking van deelnemer P85: *“These projects take time but the knowledge and skills gained is tremendous.”*

#### **4.4.2.2 Subtema 2.2: Spanwerkvaardighede en uitdagings**

Die meeste studente het genoem dat spanwerk vir hulle 'n uitdaging was. Die deelnemende studente het min groepsblootstelling op skool gehad en was dus nie gewoond daaraan om in 'n groep te werk, om opdragte van medestudente te kry en om prosesse en opdragte stiptelik te volg nie. Terugvoer van die studente oor hulle spanwerkvaardighede gedurende hulle projekontwikkeling het die onderstaande ingesluit.

*P82: “Spanwerk in hierdie geval is baie belangrik en deur so 'n projek kry mens waardevolle ervaring van hoe die industrie werk.”*

*P151: “... so the fact that engineers must have teamwork skills, for engineers can't complete a project alone and need helping hands.”*

*P182: “Engineering is a career in which you are challenged in a lot of ways ... and working as a team of people from different disciplines ...”*

*P204: "My understanding of 'project-based' learning is that it's a method of study which involves the cooperation of multiple students in an attempt to reach a specific goal through teamwork. ... it isn't always easy ...".*

*P299: "...deelnemers se persoonlikheid, geslag, kultuur, taal en agtergrond het 'n uitwerking op elke groep se spanwerkvaardighede."*

*P303: "Kennis word opgedoen deur foute te maak en stelselmatig die probleem as 'n span op te los."*

*P310: "Jy leer hoe om as 'n span en individu te werk om 'n gemeenskaplike doel te bereik (die projek se doel)."*

Van die studente het probleme ondervind om in 'n groep saam te werk. Hulle was nie gewoond daaraan om self projekte te beplan en te vervaardig nie (was gewoond aan "spoon feeding" dat alles met die lepel ingegee word) (sien §1.2.2). Spanwerk in PGL is baie belangrik en deur so 'n projek doen studente waardevolle ervaring op rakende samewerking in die industrie. Studente het beperkte teoretiese kennis en min praktiese kennis, ondervinding en ervaring in effektiewe spanwerk met die aanvang van die module (die studente moes dus 'buite die kassie' dink). In die module moes die studente hulleself en mekaar assesser en hulle was glad nie vertrouwd met selfassessering nie (sien §4.4.2.3).

Volgens deelnemers P82 en P151 is spanwerk van kardinale belang vir 'n ingenieursberoep as gevolg van projekgroottes, en P82 het gesê dis waar waardevolle ervaring opgedoen word. Deelnemer P182 het na spanne wat uit verskillende agtergronde, kulture, programme en geslagte bestaan verwys. Deelnemers P204, P303 en P310 was van mening dat daar as 'n individu en saam in 'n span gewerk word om 'n gemeenskaplike doel te bereik. P204 het erken dat dit nie altyd maklik is om in 'n span saam te werk nie. Deelnemer P299 het beaam dat diversiteit in die groepe 'n enorme uitwerking en invloed op spanwerkvaardighede gehad het.

#### **4.4.2.3 Subtema 2.3: Kommunikasievaardighede**

Kommunikasie is sekerlik een van die belangrikste vaardighede wat ingenieurs moet bemeester om op 'n innoverende wyse 'n produk of projek gesamentlik te ontwikkel. 'n Paar voorbeelde van studente se terugvoer word hieronder ingesluit:

*P3: "... tegnologie is wonderlik, maar as dit jou in die steek laat dan het ons groep nie doeltreffend gefunksioneer nie as gevolg van ons kommunikasiemiddel (WhatsApp, Dropbox en e-pos)."*

*P44: "... jy kan vir hom werk uitdeel in WhatsApp maar as jy nie fisies met die ou gaan praat nie dan gaan jy nie daardie kommunikasie hê nie, veral onbekende take en opdragte."*

*P183: "Sterk kommunikasievaardighede, die vermoë om na ander te kan luister en om kreatief te dink, is belangrike eienskappe wat elke ingenieur oor moet beskik."*

*P192: "... om met mense te kommunikeer, kommunikasie in 'n werksarea is van groot belang ... dit leer jou ook hoe om verskillende scenario's te hanteer en wat jou projek 'n sukses sal maak."*

*P270: "PBL enhances your level of learning and communication skills adhering to the work and employers and employees for them to work happily and with enthusiasm ..."*

*P290: " through giving a group of students a specific task or problem to research and collaborate on together to enhance their knowledge on the subject and improve interpersonal and social communication skills."*

*P322: "Project-based learning is the learning in depth using critical thinking, communication and collaboration,"*

PGL verhoog 'n persoon se vlak van leer, kommunikasie en werkvaardighede, aldus P322 en P270. Effektiewe kommunikasie tussen werkgewers en werknemers skep 'n gelukkige en ondersteunende werksomgewing om bepaalde uitkomst te bereik. Studente het deur middel van tekening, verbaal, WhatsApp, Dropbox, e-pos en Google Drive gekommunikeer (P3). Deelnemer P3 was van mening dat sodra daar probleme met die tegnologiese stelsels of netwerke was, het hulle gesukkel om te kommunikeer. WhatsApp-boodskappe kom te laat by groepslede aan, e-posse gaan nie betyds deur nie, en dan daag groepslede nie op nie of hul is laat vir vergaderings. Daar was studente wat dié verskoning misbruik het. Deelnemer P44 het bevestig dat die beste kommunikasie "face to face" van aangesig tot aangesig is as onbekende take aan

groepslede verduidelik moet word (veral ontwerp, aangesien lyftaal ook 'n kommunikasiemedium is, veral as iemand iets nie verstaan nie of nie daarvan hou nie). Volgens deelnemer P183 is die vermoë om na ander te luister een van die belangrikste kommunikasievaardighede. Deelnemers P192 en P322 het beklemtoon hoe om verskillende scenario's met behulp van kritiese denke, kommunikasie en samewerking te kan hanteer om 'n sukses daarvan te maak. Volgens P270 en P290 het kommunikasie 'n positiewe uitwerking op groepslede om kennis te verbeter asook interpersoonlike en sosiale vaardighede te bevorder.

#### **4.4.3 Tema 3: Vaardigheidsontwikkeling in praktyk en verantwoordelikheid tydens leer**

Hierdie tema handel oor Vaardigheidsontwikkeling in FIAP 172 (subtema 3.1) en verantwoordelikheid van leer tydens PGL (subtema 3.2) in ingenieurswese. Probleme en uitdagings is deur sorgvuldige beplanning opgelos of hanteer. Verder is daar seker gemaak dat vergaderings geskeduleer word en dat groepslede die vergaderings bywoon.

##### **4.4.3.1 Subtema 3.1: Vaardigheidsontwikkeling in FIAP 172**

Die onderstaande aanhalings is voorbeelde van studente wat addisionele vaardighede in die FIAP 172-module ontwikkel het.

*P5: "... waarvolgens studente kennis en vaardighede ontwikkel deur te werk vir 'n geruime tydperk deur navorsing en te reageer op komplekse vrae, probleme en uitdagings."*

*P26: "Dit is wanneer jy in 'n situasie geplaas word waar jy 'n probleem moet oplos sonder enige ervaring in daardie area. Soos wat jy poog daarin om hierdie probleem op te los leer jy nuwe vaardighede aan en jy sal daardie vaardighede kan toepas op soortgelyke probleme in die toekoms."*

*P35: "waar studente vir lang periodes werk aan 'n taak en dan sodoende kennis en nuwe vaardighede ontwikkel en dan so komplekse vrae, probleme of uitdagings kan aanpak."*

*P52: "Ek het baie selfvertroue ... gegroei as mens, as 'n toekomstige ingenieur het dit my baie gehelp om te weet ek kan die dinge doen. Want as*

*jy aan die begin van die projek kyk dan wonder jy hoe gaan jy hierdie ding klaarkry, hoe gaan dit werk. ... het nie geweet hoe om journals te maak nie. ... het nie geweet hoe om gereedskap te gebruik nie, ek het geen tegniese of praktiese kennis nie.”*

*P85: “These projects take time but the knowledge and skills gained is tremendous.”*

*P122: “... omdat die student of ingenieur sy foute makliker raak sal kan sien en vinniger daaruit sal leer en so ook dit kan verbeter, as ’n manier om die student of selfs die ingenieur in te trek met fisiese werk en ‘hands-on’ te wees met die oplossing wat hulle gekry het. Projekgebaseerde leer is ’n goeie manier om ondervinding op te doen omdat die fisiese ontwerp en beplanning getoets kan word.”*

*P150: “Ek studeer ingenieurswese omdat ek daarvan hou om probleme op te los en nuwe maniere te kry om meer effektief te wees. Ek is geïnteresseerd in masjiene, hoe hulle werk en prakties gebruik kan word om te verbeter. Ek wil ’n verskil in die wêreld maak, werk doen wat die lewe vir mense kan verbeter.”*

Volgens deelnemers P5 en P26 word vaardighede ontwikkel deur kennis oor ’n tydperk op te bou om sodoende uitdagings en probleme die hoof te bied. Deelnemer P52 het selfvertroue ontwikkel om die module te voltooi met geen praktiese of tegniese voorkennis nie. Die meerderheid deelnemers wat vir die module ingeskryf het, het ’n tekort aan praktiese en tegniese vaardighede gehad. Deelnemers P35 en P85 was van mening dat vaardighedsontwikkeling oor ’n tydperk plaasvind, en dat die groei positief is en ’n groot invloed op hulle gehad het. Deelnemer P122 se ervaring was dat die studente uit hulle foute geleer het en regstellings kon maak aangesien hulle direk by die ontwerp, beplanning en vervaardiging van die projek betrokke was. Deelnemer P150 was van mening dat die proses uitdagend was en dat meer praktiese en effektiewe benaderings gevolg moet word om ’n verskil in die samelewing te maak. Studente het dus geleentheid gekry om verskeie vaardighede in hierdie module te ontwikkel. Daar was wel studente wat gedurende en na die voltooiing van die module FIAP 172 tot die besef gekom het dat Ingenieurswese nie hulle beroepskeuse is nie en dat hulle hul studierigting wil verander.

#### 4.4.3.2 Subtema 3.2: Verantwoordelikheid in leer met PGL

Dit is elke student se eie verantwoordelikheid om betrokke te wees by alle groepsaktiwiteite. Die eweknie-assessering na elke aksie of werksessie het daartoe bygedra om sommige van die nie-aktiewe groepslede op hulle tone te hou en hulle te 'dwing' om betrokke te raak by die groep, sodat alle take betyds afgehandel kon word. Terugvoer van die studente af het die onderstaande ingesluit:

*P2: "... dit het my deur die jaar geleer om te prioritiseer en verantwoordelikheid te neem want as jy nie jou verantwoordelikhede nakom nie dan gaan jy jou groep in die steek laat, ... stel nie jou eie deadlines op nie."*

*P14: "... gesukkel om te verstaan (hulp van ander groep) maar daarna het dit goed gegaan, kommunikasie vanaf dosent is iets nuuts en onbekends vir ons gewees."*

*P34: "... want van die begin af het jy geleer om self verantwoordelikheid te vat vir jou aksies as jy fout gemaak het ... en as jy 'n nulletjie kry dan weet jy hoekom het jy 'n nulletjie gekry. ... geleer om krities te dink en te kyk, en 'double check' of dit reg is. Voorbeeld soos die benaming, dit het jou regtig geleer om dieper te kyk want jy dink dalk jy het dit reg geskryf maar jy het nie. Jy moet twee keer kyk of jy dit wel reg geskryf het. In die begin het dit my bietjie negatief gemaak maar op die ou einde het dit my eintlik positief, want dit het my geleer om bietjie dieper te dink en bietjie dieper te kyk."*

*P36: "Aan die begin sal ek sê ons het nie mooi geweet wat aangaan nie so daarom het ons 'n bietjie gesukkel om aan die gang te kom en verantwoordelikheid te neem. Maar toe ons probeer en meer inligting ... begin vrae vra en gaan uitvind, het ons tempo opgetel."*

*P38: "... aan die begin het dit baie stadig gegaan omdat die ses konsepte van die groep nie bymekaar kon sit as een konsep nie. Ons het lank gesukkel om 'n finale idee te kry elke ou wou sy idee daar hê ..."*

*P45: "... daar is leiding gegee en die projek word letterlik net deur ons groep gedoen ... jy moet maar insit en werk en as jy dit nie doen nie gaan dit nie*

*gedoen word nie (nie gespoon feed). Dit het mens baie geleer en dit het my verantwoordelikheid gegee, ... maar bietjie hier en daar iemand wat die kortpad ... maak net gou 'n ding vinnig klaar. Jy kan dit nie net met FIAP doen nie, jy moet maar die tyd insit in die werkwinkel veral. Jy moet opdaag, die werk doen, netjies, ordentlik en jy kan dit nie afjaag nie so dis iets wat ... alle verantwoordelike dinge gebeur in tyd so jy kan dit nie net vinnig en klaar maak nie.”*

*P66: “Die groep ... wil nie sê vasgesit nie ... maar ons het gesukkel om saam te werk as 'n groep. Ek dink ons was maar nog steeds op daardie skooling van OK ag nee maar dis alles rustig, ons bou eers aan die einde van die jaar. Maar soos tyd verbygegaan het met FIAP en so aan, soos elke ding 'n deadline het jy al hoe meer gewoond geraak, ... OK ek moet begin werk ... moet verantwoordelikheid vat vir wat jy moet doen. So dit het ons bietjie negatief gemaak ... dis soos dalk net omdat dit iets nuuts is ... dis maar net iets om aan gewoond te raak. Maar dis moeilik aan die begin veral om te verstaan wat aangaan en hoe elke groepslid dink. Dis vreemd ...”*

*P71: “ 'n Ingenieur moet verantwoordelik wees vir sy projekte met betrekking tot die ontwerpproses, bou en ingebruikneming van dit. Hy moet ook die skakeling wees tussen die tegnologiese gevorderde instrument en die verbruiker, ... Ingenieurs moet ook heeltyd aan nuwe, beter, vinniger en goedkoper maniere dink om goed te doen.”*

*P109: “ 'n Ingenieur speel 'n belangrike rol in die samelewing en moet verantwoordelik wees vir groot begrotings en projekte.”*

*P111: “ 'n Ingenieur moet verseker dat alle probleme effektief en volgens etiese standaarde opgelos word. Ingenieurs moet ook die beste, veiligste moontlike oplossings vir probleme vind en verantwoordelik daarvoor wees.”*

*P125: “Dit is sy verantwoordelikheid om sy eie werk na te gaan en seker te maak daar is geen foute nie. 'n Ingenieur moet ook sy kant bring en sy deel van die werk voltooi.”*

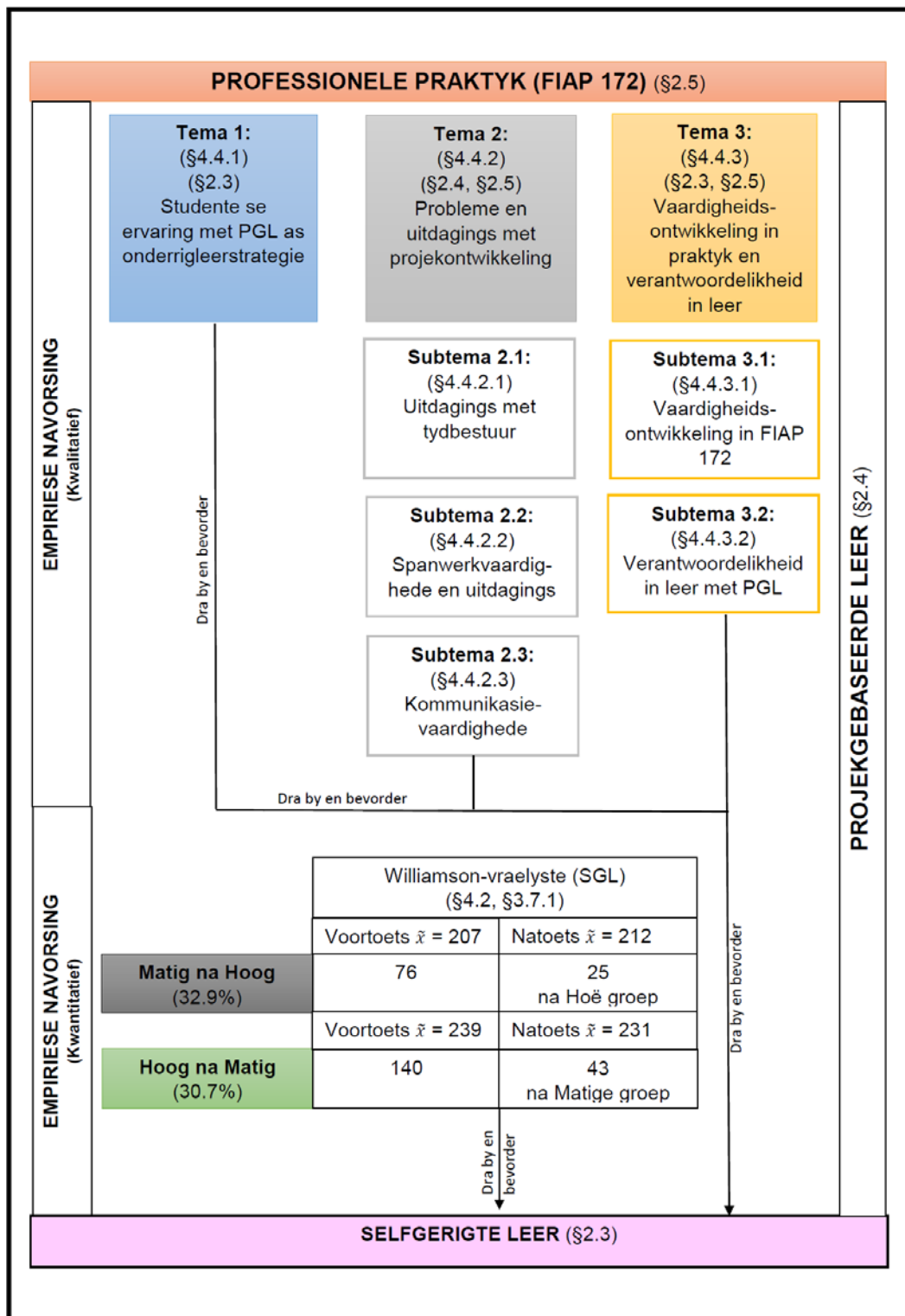
*P224: “ 'n Ingenieur moet ook verantwoordelikheid vat vir sy/haar besluite en foute.”*

Die studente was negatief aan die begin van die module as gevolg van baie druk, en omdat hulle buite hulle gemaksones was. Van die deelnemers P14, P36, P38 en P66 het tydens die projekontwikkeling probleme ervaar. Die studente is dus gedwing om in groepe saam te werk. Deelnemer P2 se verantwoordelikheid het by prioritisering begin en as een of meer groepslede nie die werk of opdragte doen nie, het dit 'n rimpeleffek op die hele groep en toekomstige groepsopdragte. Deelnemer P34 was van mening dat studente hulle werk dubbel moet kontroleer en dit krities moet nagaan om te kyk of die opdrag of werk reg is. Die dubbele kontrole verg baie tyd en maak deelnemers negatief maar op die ou einde het die proses 'n positiewe uitwerking sodra die deelnemers insig kry en die proses verstaan. Deelnemer P45 het dit beaam dat daar fasilitering plaasvind en dat die studente hulle eie projekte moet vervaardig anders word hulle projek nie vervaardig nie. Die projek kan nie afgejaag word nie en die proses is tydrowend en die groepe word nie alles met 'n lepel ingegee nie. P45 het gesê: "... alle verantwoordelike dinge gebeur oor 'n tydperk, so jy kan dit nie net vinnig klaarmaak nie." Volgens deelnemers P34, P71, P109, P111, P125 en P224 moet elke student (ingenieur) verantwoordelikheid neem vir sy/haar daad, pligte wat aan hom/haar toegeken is, besluite geneem en foute wat begaan is, erken. Deelnemer P125 het die belangrikheid daarvan beklemtoon dat elke student sy of haar eie werk moet nagaan om foute te beperk en uit te skakel.

Hierdie navorsing het nie 'n 'tipiese' gemengde ontwerp gebruik nie aangesien beide kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes slegs gebruik is vir die data oor SGL. Derhalwe kon slegs die kwantitatiewe en kwalitatiewe resultate rakende SGL met mekaar geïntegreer word en was volledige triangulasie van alle resultate nie moontlik nie (§1.4.1, §3.3, §5.3.3). Vaprio *et al.* (2017:44) noem ook dat triangulasie met omsigtigheid gedoen moet word.

#### **4.5 SAMEVATTING**

Eerstens het hierdie hoofstuk verslag gedoen oor die kwantitatiewe data wat ontleed is om te bepaal of die studente se SGL bevorder is. Tweedens is drie temas met bepaalde subtemas as deel van die kwalitatiewe data toegelig en bespreek. Die diagram in figuur 4.1 vat die kwalitatiewe en kwantitatiewe resultate as deel van die samevatting bondig saam in 'n visuele voorstelling. Verwysings na die literatuur-hoofstuk word in hakies aangedui.



EMPIRIESE NAVORSING  
(Kwantitatief)

Williamson-vraelyste (SGL) (§4.2, §3.7.1)		
	Voortoets $\bar{x} = 207$	Natoets $\bar{x} = 212$
<b>Matig na Hoog</b> (32.9%)	76	25 na Hoë groep
<b>Hoog na Matig</b> (30.7%)	140	43 na Matige groep

Dra by en bevorder

EMPIRIESE NAVORSING  
(Kwantitatief)

**SELFGERIGTE LEER (§2.3)**

**Figuur 4.1: Visuele voorstelling van navorsingsresultate**

Die volgende hoofstuk fokus op die samevatting en aanbevelings en die bespreking van die navorsingsvrae van die studie.

# HOOFSTUK 5

## BEVINDINGS, GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

### 5.1 INLEIDING

In hierdie finale hoofstuk word 'n kort oorsig oor die voorafgaande hoofstukke aangebied. Dit word gevolg deur 'n interpretasie van die resultate om die navorsingsvrae te beantwoord. Die hoofstuk word afgesluit met gevolgtrekkings en aanbevelings (sien tabel 5.1).

### 5.2 OPSOMMING VAN HOOFSTUKKE

**Hoofstuk 1** het die probleemstelling en konseptueel-teoretiese raamwerk bespreek en agtergrond oor die studie verskaf. Projekgebaseerde leer is voorgelê as 'n onderrig-leerstrategie om selfgerigte leer van ingenieurstudente in die dinamiese module Professionele Praktyk (FIAP 172) te bevorder. Die navorsingsvraag en subvrae is geformuleer om die probleem (sien §1.3) aan te spreek. Dit is gevolg deur die navorsingsontwerp, data-insameling en ontledingsmetodes, betroubaarheid, geldigheid en etiese kwessies asook die verwagte bydrae van die studie ten opsigte van die opleiding van eerstejaar-ingenieurstudente om hulle SGL te bevorder.

**Hoofstuk 2** het 'n literatuuroorsig rakende selfgerigte leer, projekgebaseerde leer en professionele praktyk in ingenieurswese aangebied. Verder is die ingenieurstudie teen die agtergrond van noodsaaklike kennis en vaardighede toegelig aan die hand van die ECSA-ingenieursvereistes. Die literatuur is ondersoek om te bepaal hoe SGL bevorder kan word as 'n integrale deel van die voorbereiding van ingenieurstudente om hulle verantwoordelikheid en lewenslange leer te ondersteun. PGL as 'n onderrig-leerstrategie skep geleenthede vir studente om SGL te bevorder. Die ingenieurstudent is aktief betrokke om binne groepsverband 'n projek te ontwikkel terwyl die dosent as fasiliteerder van onderrig-leer aktiwiteite optree (§2.3, §2.4, §2.5).

In **hoofstuk 3** is daar 'n beskrywing gegee van die empiriese ontwerp, filosofiese benadering, metodologie, insameling- en ontledingstegnieke asook die navorsingstrategie wat aangewend is om inligting in te samel. 'n Gemengde KWAL-kwan-metodologie is gevolg. In hierdie hoofstuk is die deelnemers (studiepopulasie), praktiese projek, geldigheid en betroubaarheid asook etiese aspekte bespreek.

In **hoofstuk 4** is die kwantitatiewe resultate soos gebaseer op Williamson se instrument vir SGL bespreek en dis gevolg deur 'n bespreking van die kwalitatiewe resultate. Resultate van Williamson se voor- en natoets is bespreek asook afhanklike t-toetse. Deelnemers het in die matige en hoë groepe van selfgerigtheid voorgekom aangesien daar geen deelnemers in die lae groep was nie (sien §4.2). Die betroubaarheid van toetse is ook toegelig. Die kwalitatiewe resultate is in drie temas bespreek, naamlik – Tema 1: Studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie, Tema 2: Probleme en uitdagings met projekontwikkeling, en Tema 3: Vaardighedsontwikkeling in praktyk en verantwoordelikheid in leer (sien §4.4.1-§4.4.3).

In **hoofstuk 5**: is die bevindings, gevolgtrekking en aanbevelings asook die drie subnavorsingsvrae en hoofnavorsingsvraag beantwoord. Aanbevelings is gemaak na aanleiding van die bevindings in hierdie hoofstuk.

### **5.3 BESPREKING VAN DIE SUBNAVORSINGSVRAE**

Subnavorsingsvrae 1 tot 3 word vervolgens bespreek. Subnavorsingsvraag 1 is hoofsaaklik beantwoord vanuit die **literatuurhoofstuk** terwyl subnavorsingsvrae 2 en 3 beantwoord is vanuit die **empiriese navorsing** (§1.3).

#### **5.3.1 Subnavorsingsvraag 1**

***Tot watter mate kan projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie die vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling bevorder?***

PGL as onderrig-leerstrategie ondersteun die toepassing van kennis en vaardighede in projekontwikkeling en skep geleenthede waar studente toegerus word om in groepsverband saam te werk. PGL fokus primêr op 'n probleem wat opgelos moet word en dit is derhalwe 'n gepaste onderrig-leerstrategie wat gebruik kan word by ingenieursprojekte waar studente aktief in 'n span saamwerk om kennis te konstrueer en blootgestel word aan intensiewe en dieper leerervarings, soos voorgehou deur Kolmos en De Graaff (2013:146-148) en Lasauskiene en Rauduvaite (2015:788-790) (§2.4). PGL noodsaak dus 'n radikale kopskuif om lewenswerklike geleenthede aan studente te voorsien (Bell, 2010; Kolmos, De Graaff & Du, 2009:13), om aan die behoeftes van die ingenieursbedryf te voldoen (Dahms & Stentoft, 2008). Relevante PGL-vaardighede soos in hoofstuk 2 bespreek sluit die volgende in: probleemoplossing, spanwerk,

effektiewe kommunikasie, ontwikkeling van eiewaarde, ontwikkeling van teoretiese en praktiese vaardighede, assessering van opdragte en die bevordering van lewenslange leer deur kreatiewe en innoverende vaardighede te bevorder (Zhou, 2012:489) (tabel 2.3). Boonop vereis die industrie relevante vaardighede soos leierskap, onderhandelingsvaardighede (tydens kliënt, konsepontwerp en finale ontwerpvergaderings), konflikthantering, interpersoonlike interaksie en verhoudings tussen spanlede om projekte effektief te bestuur (Donaldson & Carter, 2013:198–220; Soares *et al.*, 2013:998; Kolb & Kolb, 2005) (§2.4.2). Studente is self aktief betrokke om probleme op te los terwyl dosente tree as fasiliteerders optree.

Die PGL onderrig-leerbenadering voorsien dus die integrering van teoretiese kennis en praktiese vaardighede soos benodig in die ingenieursberoep (tabel 2.3). In onderafdeling §2.5 is die professionele praktyk vir ingenieurswese toegelig met ECSA se elf uittreevlakuitkomst sodat studente al vanaf die eerste jaar daaraan blootgestel word. Die ECSA-uitkomst is ook toegelig met verwysing na bepaalde raakpunte met PGL (sien §2.5.1).

Projekgebaseerde leer ondersteun dus die leer en vaardigheidsontwikkeling van ingenieurstudente ten opsigte van projekbeplanning, kommunikasie, spanwerk, tydbestuur, interaksie tussen studente (prestasie, terugvoer, assessering en evaluering), leierskap, ontwerp en ontwikkeling, “hands-on” praktiese tegniese vaardighede, integrasie van die teorie en die praktyk en lewenslange leer (Smith & De Swart, 2010:14). Projekgebaseerde leer bevorder die ontwikkeling van 21ste-eeuse vaardighede (§2.4), deur die blootstelling aan lewenswerklike uitdagings om probleme effektief op te los. Daarbenewens bied module FIAP 172 ’n geleentheid vir studente om die voorkeurbenadering vir onderrig en leer vir ingenieurstudente eerstehands te ervaar, naamlik werklike aktiewe leer en om werklike probleme op te los soos in subnavorsingsvraag 2 bespreek word.

### 5.3.2 Subnavorsingsvraag 2

***Watter invloed het die implementering van projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie op eerstejaar-ingenieurstudente se vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling en die ingenieursproses?***

Vanuit die kwalitatiewe navorsing word tema 1 en tema 2 hoofsaaklik gebruik om hierdie subvraag verder toe te lig. Tema 1 verwys na die studente se ervaring met PGL as onderrig-leerstrategie (§4.4.1), terwyl tema 2 die probleme en uitdagings met projekontwikkeling toelig (§4.4.2).

Die aanvanklike belewenisse van studente se PGL voorkennis is aan die begin van die jaar getoets. Hierdie teoretiese beskouing is verder toegelig met enkele aspekte soos wat die studente PGL beleef het. Aanvanklik het studente genoem dat hulle nie PGL in die skole gedoen het nie en het hulle PGL as leersaam ervaar, waar vaardighede tydens 'n praktiese projek ontwikkel is, soos om in die praktyk te werk, en ondervinding op te doen (kennis en ervaring). Studente was dikwels op hulleself aangewese (moes self kennis opdoen) en moes leer hoe om in 'n span saam te werk (§4.4.3). Die fokus het van die student as 'n passiewe observeerder na die student as 'n positiewe, deelnemende, aktiewe probleemanaliseerder en -oplosser verskuif, een wat verantwoordelikheid vir sy of haar eie leerprosesse aanvaar (§2.4.2) (Bell, 2010:39), sien ook tabel 2.4 vir ECSA se uittreevlakuitkomst.

Deelnemers het PGL beskou as 'n strategie waar studente leer deur te doen (P22, §4.4.3), waar hulle aktief betrokke is by projekontwikkeling en waar groepe eienaarskap moes aanvaar vir die projek (Tema 1) (§4.4.1). Dit het egter ook bepaalde uitdagings aan studente gestel. Beide die ervarings en uitdagings word in die volgende subtemas bespreek: tydsbestuur, spanwerkvaardighede, kommunikasievaardighede asook assesseringsvaardighede.

#### 5.3.2.1 Tydsbestuur

Tydsbestuur is 'n 21ste-eeuse vaardigheid wat ten nouste met beplanning verband hou (Bell, 2010:40). Tydsbestuur is belangrik gedurende die beplanningsfase om doeldatums

vir die projekontwikkeling te bepaal. Die ontwerp en ontwikkeling van die projek het heelwat meer tyd in beslag geneem as wat studente aanvanklik geantisipeer het.

As gevolg van die hoeveelheid studente wat ingeskryf was vir die FIAP 172-module en die swak beplanning vanaf die studente se kant (opdragte betyds in te handig, gesprekke met die dosent te voer en afteken van finale ontwerp) het daar 'n bottelnek ontstaan wat veroorsaak het dat die meerderheid van die studente/groepe hul opdragte laat ingedien het (doel\_datums word aan die begin van die jaar vasgestel).

**Uitdagings** wat die studente ervaar het in die FIAP 172-module, was: P2: *“ons het geen experience gehad in wat ons gedoen het nie”*, P17 *“take te voltooi in 'n gegewe tydperk”*, P66 *“ander akademiese verpligtinge”*, P79 *“sport aktiwiteite by die koshuis”*, P86 *“time/duration of lecture feedback or findings”*, P115 *“beperkte vrye tyd”*, P116 *“werk kan voltooi in die gegewe tyd”*, P153 *“students organising their own work and managing their own time”*, P209 *“projekwerk neem baie van ons tyd in beslag”*, P264 *“to have good time schedule planning to stay on his target”*, P273 *“Engineering courses take a lot of your time especially in the workshop”*.

Sommige van die uitdagings wat die studente in die begin van die module in die gesig gestaar het, is tydens die vordering van hul projek geëlimineer deur elke week te werk aan die projek.

**Pluspunte** wat studente ervaar het tydens hulle opleiding was: P2 *“daar het leierseienskappe na vore gekom wanneer ander nie bygedra het nie om bietjie leiding te neem”*, P49 *“students gain knowledge and skills by period of time to in the workshop”*, P75 *“work together for a certain period of time”*, P85: *“learning as a group and getting to know people's strengths and weaknesses”*, P100 *“ervaring en ondervinding met tyd opgedoen”*, P109 *“nie onnodig tyd mors nie”*, P197 *“nooit afskeep werk te lewer nie en om tyd of kostes te bespaar”*, P205 *“moet aanpas met nuwe kennis”*, P227 *“expand knowledge ... additional time to solve more problems”*, P273 *“managing your time to get to all of your activities”*, P299 *“Jy leer op 'n praktiese manier van die beroep”*.

*P273: “Engineering requires focus and managing your time to get to all of your activities. Engineering courses take a lot of your time, especially in the workshop”.*

Aan die einde van die FIAP 172-module (Oktober) was daar meer positiewe gesindhede as aan die einde van die eerste semester. Die meerderheid studente het die waarde en toevoeging van die module verstaan en was opgewonde oor hul keuse as toekomstige ingenieur.

Die grootste uitdaging vir 'n student in die module Professionele Praktyk of FIAP 172 was om saam met medestudente in 'n groep te funksioneer om 'n lewenswerklike projek te ontwikkel wat koste en tydsbestuur genoodsaak het om sodoende die projek betyds te voltooi en aan die kliënt te lewer.

### 5.3.2.2 Spanwerkvaardighede

Die bevordering van spanwerkvaardighede as deel van PGL is 'n noodsaaklike 21ste-eeuse vaardigheid van die ingenieurstudente se professionele beroep (§2.4 en tabel 2.1). Spanwerk het geleenthede geskep waar studente bepaalde vaardighede ontwikkel het byvoorbeeld: P35 *“komplekse vrae, probleme of uitdagings kan aanpak”*, P52: *“luistervaardighede, ondersteuning en die het my ongelooflik gehelp”*, P62 *“om die vrugte van harde werk te pluk”*, P82 *“waardevolle ervaring van hoe die industrie werk”*, P106 *“loopbaan wat my besig sal hou”*, P151 *“engineers can't complete a project alone and need helping hands”*, P204 *“attempt to reach a specific goal through teamwork”*, P307 *“opdoen tydens die uitvoering van 'n projek”*, P210 *“P310: “Jy leer hoe om as 'n span en individu te werk”*, P320 *“tegniese sowel as sosiale vaardighede word getoets en ontwikkel”*.

*P52: “Die vaardighede wat ek aangeleer het om in die groepe te werk, luistervaardighede om meer krities te luister en meer in diepte te luister, ... die ontwerp van die projek op Solid Works. ... die vervaardiging van die projek is waar ek seker die meeste nuwe vaardighede opgedoen het. So ek sal definitief sê dit het in al die opsigte my gehelp. Ek was in 'n tegniese skool gewees ... was verplig om 'n verpligte tegniese vak te neem. ... dis nie die eindproduk wat saak maak nie maar dis al die stappe wat tussenin gevolg is om die projek 'n sukses te maak.”*

*P299: “...deelnemers se persoonlikheid, geslag, kultuur, taal en agtergrond het 'n uitwerking op elke groep se spanwerkvaardighede.”*

Daar was groepe wat egter uitdagings beleef het om in 'n span saam te werk. Die volgende probleme het voorgekom: P17 “*elke probleem is 'n uitdaging*”, P123 “*elke struikelblok as 'n uitdaging te sien*”, P147 “*vol program van die studente*”, P167 “*die diversiteit van persoonlikhede*”, P182: “*Engineering is a career in which you are challenged in a lot of ways*”, P201 “*gebrek aan kennis, verskillende belangstellings*”, P204 “*to reach a specific goal through teamwork, it isn't always easy*”, P255 “*kultuurtaalverskille en geslag*” en P297 “*verskillende ingenieursprogramme*” (§1.2.2, §2.4.7 en §4.4.2.2).

O oplossings hoe studente die uitdagings hanteer het behels onder andere: P165 “*projek leer hoe om situasies reg te hanteer*”, P185 “*druk te hanteer en verantwoordelikheid te neem*”, P260 “*praktiese uitvoering van teoretiese kennis ... jou kennis nog verder te verbeter*”.

Spanlede het op 'n weeklikse basis vergaderings gehou wat samewerking bevorder het. PGL as aktiewe leerstrategie verbeter studente se ingesteldheid teenoor onderrig en leer deur blootstelling aan lewenswerklike “real-life” ervarings (§2.2) (Bell, 2010:39). Volgens Donaldson & Carter is daar in 2013 bevind dat PGL die ontwikkeling van vaardighede soos samewerking, beplanning, besluitneming en probleemoplossingsvaardighede ondersteun (§2.4.2). Die positiewe uitkoms van die FIAP 172-module met die PGL-benadering was dat die studente geleer het om saam in groepe te werk om die doel van die ingenieursproses beter te verstaan (§2.4.3) en 'n betekenisvolle bydrae gelewer tot die ontwikkeling van studente. Dit dui op 'n positiewe oriëntering van die studente en 'n motivering om probleme as uitdagings te sien en nie as struikelblokke nie.

### **5.3.2.3 Kommunikasievaardighede**

Om kommunikasie, beplanning en kritiese denkvaardighede te ontwikkel is veral gedurende sosiale interaksie in groepsverband en projekbesprekings noodsaaklik (§4.4.2.3). Alleenlik deur goeie kommunikasie kan 'n produk of projek op 'n innoverende wyse gesamentlik ontwerp en ontwikkel word. Bo en behalwe verbale kommunikasie (P44 “*face to face*”) het spanlede ook gekommunikeer deur WhatsApp, Dropbox, e-pos en Google Drive. Effektiewe luister het na vore gekom as een van die belangrikste kommunikasievaardighede tussen spanlede. Elke projekgroep het hulle eie kommunikasie probleme ondervind en aangespreek. Die probleme met kommunikasie is opgelos deur: P9 “*implementering van oplossings/idees*”, P10 “*deur duidelike,*

*doeltreffende, effektiewe en produktiewe kommunikasie”, P22 “elke spanlid kry ’n spreukbeurt”, P77 “praat ’n taal wat almal verstaan”, P123 “gebruik sleutelwoorde in projek”, en P151 “stel riglyne saam”.*

*P183: “Sterk kommunikasievaardighede, die vermoë om na ander te kan luister en om kreatief te dink, is belangrike eienskappe wat elke ingenieur oor moet beskik vir doeltreffende en akkurate oplossings”.*

*P44: “Die mees effektiefste kommunikasiemedium om onbekende take aan medegroepslede te verduidelik en oor te dra is (face to face)”.*

Goeie kommunikasie noodsaak effektiewe spanbestuur, bevorder interpersoonlike vaardighede, skep positiewe interafhanklikheid, bevorder gesamentlike redenasie en ondersteun besluitneming. Die ingenieursberoep vereis effektiewe kommunikasie skriftelik sowel as mondelings (§4.4.2.3 en tabel 2.10).

*P183 “die vermoë om na ander te kan luister en om kreatief te dink”, P192 “goeie kommunikasie ... projek aanpak met groot sukses”, P278 “uitdink van nuwe kreatiewe en praktiese maniere”, en P326 “positiewe, sinvolle verskil te maak in die samelewing”.*

In die studie het ’n raakpunt van SGL na vore gekom deurdat studente se vlak van leer asook hulle kommunikasie- en werkvaardighede verhoog is, en skep dit ’n opbouende en ondersteunende omgewing om bepaalde uitkomst as ’n groep te bereik.

#### **5.3.2.4 Assesseringsvaardighede**

Assessering was ’n belangrike vaardigheid wat ingenieurstudente in die FIAP 172-module moet toepas. Die doel daarvan was om individuele en groepsverantwoordelikheid te bevorder om te verseker dat elke groepslid betrokke is by projekontwikkeling (§2.4.5). Studente moes hulleself en hulle spanmaats assesser ten opsigte van elkeen se bydrae en bepaalde take wat verrig moes word tydens projekontwikkeling. Dit was duidelik dat studente dit aanvanklik as vreemd ervaar het om hulself en hulle spanmaats te assesser. Aan die begin van projekontwikkeling (tydens die teoretiese beplanningsfase en ontwerpfase) het deelnemers mekaar bevoordeel met eweknie-assessering (die studente is gewoon aan hoë punte en is baie sag met mekaar), maar soos wat die projek ontwikkel het, het spanmaats ’n meer realistiese assesseringspunt aan mekaar toegeken. Vervaardiging neem baie tyd in beslag en dit is

waar die studente realisties was en 'n meer regverdigde assessering gerealiseer het tussen spanlede. Assessering het ook na vore gekom in spanwerkvaardighede (selfassessering en eweknie-assessering) (§2.4.5) en in verantwoordelikheid van leer met PGL (eweknie-assessering) (§4.4.3.2). Die individuele student moet verantwoordelikheid vir sy/haar eie leerprosesse kan neem met die vermoë om take te aanvaar en probleme effektief op te los, individueel asook in groepsverband (§4.4.2.3).

Die bevindinge van hierdie navorsing dui aan dat daar vaardighede is wat bevorder is deur die implementering van PGL as deel van eerstejaar-ingenieursopleiding in die FIAP 172-module. Dit is dus duidelik uit hierdie navorsing dat assessering 'n belangrike rol gespeel het as 'n ondersteunende bydrae van PGL om studente se vaardighede in ingenieurswese te ontwikkel.

Die blootstelling deur eerstejaar-ingenieurstudente aan PGL as onderrig-leerstrategie het 'n belangrike bydrae gelewer waar studente se vaardighede in projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling verder ontwikkel en versterk het.

### 5.3.3 Subnavorsingsvraag 3

***Tot watter mate kan die gebruik van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente hul selfgerigte leer bevorder?***

Hierdie subnavorsingsvraag word beantwoord uit beide die kwalitatiewe en kwantitatiewe resultate. Hoewel die kwalitatiewe metode die hoofkomponent van die navorsingsmetodologie was, is die **kwantitatiewe** resultate rakende SGL (Williamson vraelys) eerste hier bespreek omdat dit deel gevorm het van die voor- en natoets.

Die studente se persepsie van SGL het verander en die aantal studente in die matige groep in die voortoets was 67.1% (n=51), verder het 32.9% (n=25) tydens die natoets na die hoë groep beweeg. Daar was aanvanklik 76 deelnemers in die matige groep. In die natoets was daar 69.3% (n=97) studente in die hoë groep van die wat oorspronklik as hoog geklassifiseer was en 30.7% (n=43) het afbeweeg na die matige groep. Daar was aanvanklik 140 deelnemers in die hoë groep.

Waar die Williamson-vraelys gebruik is om studente se selfgerigtheid te bepaal (sien §4.2.1), het studente wat in die **matige groep** was, se gemiddelde waardes in alle subkategorieë behalwe Bewustheid, toegeneem in die natoets, (tabel 4.3, §4.2.2). Hieruit

is dit duidelik dat die studente in die matige groep 'n toename in hulle selfgerigtheid getoon het. PGL het hulle ondersteun dat hul meer selfstandig kan werk.

Studente in die **hoë groep** se gemiddeld het in alle subkategorieë in die natoets afgeneem (tabel 4.3, §4.2.2), dit wil sê die studente se beskouing oor hulle selfgerigtheid was meer realisties ná die intervensie (sien ook figuur 4.1).

In terme van die **kwalitiewe** resultate fokus tema 3 op die vaardigheidsontwikkeling in die praktyk en verantwoordelikheid in leer (§4.4.3). Studente in hierdie studie het PGL beskou as 'n strategie waar hulle “leer deur te doen” (P85, §4.4.3), waar hulle aktief betrokke was by vaardigheidsontwikkeling en verantwoordelikheid aanvaar het vir bepaalde take. Studente moes hulle eie leerprosesse bestuur om aan te pas by die lewenswerklike omstandighede van projekbeplanning en ontwikkeling (sien tabel 2.2 en onderafdeling §2.3). Studente is in staat gestel om hulle vaardighede en vermoëns te ontwikkel deur eie inisiatief te neem by die ontleding van leerbehoefte, toepassing van selfdissipline, bepaling van doelwitte, identifisering van hulpbronne, evaluering van leerstrategieë en aanvaarding van verantwoordelikheid (eienaarskap) vir hulle eie leerprosesse. Hierdie bevindinge word bevestig deur Kolmos en De Graaff (2013:146-148), wat van mening is dat dieper en intensiewe leerervarings plaasvind sodra studente blootgestel word aan probleemoplossing deur middel van spanwerk om kennis te konstrueer.

PGL is 'n strategie wat bydra tot die motivering van studente om as span tydens projekontwikkeling mekaar te ondersteun. In hierdie navorsing het daar gesamentlike eienaarskap in die groepe plaasgevind, wat die sleutel was vir studente om 'n projek te ontwikkel waar hulle verantwoordelikheid vir hul eie leer aanvaar het (sien §2.4.5) (Edström & Kolmos, 2014:542–550). Alhoewel van die studente soms uitdagings beleef het (Lambert *et al.*, 2008), het PGL geleenthede gebied om bepaalde vaardighede tydens projekontwikkeling te versterk naamlik: deur die opstel van weeklikse agendas, hou van notules vir weeklikse spanvergaderings, opstel van aksielyste, “face-to-face” persoonlike en reflektiewe gesprekke, die posisie te beklee van voorsitter en sekretaris (wat na elke weeklikse vergadering gewissel het) sodat elke groepslid verantwoordelikheid aanvaar het vir 'n bepaalde week se spanaktiwiteite. *P36 “toe ons probeer en meer inligting ... begin vrae vra en gaan uitvind, het ons tempo opgetel”, P40 “verduidelik 'n praktiese manier om 'n taak te aanpak”, P45: “ ... daar is leiding gegee en die projek word letterlik*

*net deur ons groep gedoen”, P66 “moet verantwoordelikheid vat vir wat jy moet doen”, P71 “ingenieur moet verantwoordelik wees vir sy/haar projekte met betrekking tot die ontwerpproses, bou en ingebruikneming daarvan”, P111 ‘opbou en vernuwe lewensvaardighede en ervaring”, P195 “verskeie prosesse en benaderings om die probleem te kan oplos”, P201 “blootstelling en praktiese gebruik van toerusting”, P235 “by ander mense te leer”. PGL verhoog deelnemers se motivering om te leer, en in hierdie navorsing was die waarde daarvan dat dit bygedra het tot die bevordering van SGL. PGL was belangrik vir die ondersteuning en ontwikkeling van studente se selfgerigtheid (§2.3.3).*

Deelnemer P45 het dit beaam dat daar fasilitering plaasgevind het en dat die studente hulle eie projekte moet vervaardig anders vind vervaardiging nie plaas nie. Die projek kan nie afgejaag word nie en is dit tydrowend en word die groepe nie alles met 'n lepel ingegee nie. *P45 het gesê: “... alle verantwoordelike dinge gebeur oor 'n tydperk, so jy kan dit nie net vinnig klaarmaak nie.”* Volgens deelnemers P34, P71, P109, P111, P125 en P224 moet elke student (ingenieur) verantwoordelikheid neem vir sy/haar dae, pligte wat aan hom/haar toegeken is, besluite neem en foute wat begaan is, erken. Deelnemer P125 het die belangrikheid daarvan beklemtoon dat elke student sy of haar eie werk moet nagaan om foute te beperk en uit te skakel.

Daar is wel studente wat nie met hierdie kursus voortgegaan het nie omrede hulle in die eerstejaar reeds gereflekteer het dat hierdie kursus nie vir hulle bedoel was nie en dat hulle meer selfgerig moet wees. Dit het na vore gekom nadat hul lewenswerklike probleme moes aanspreek in die FIAP 172-module.

Die ontwikkeling van hierdie Professionele Praktyk FIAP 172-module dra by tot die ontwikkeling van ingenieurstudente se selfgerigtheid.

#### **5.4 DIE BEANTWOORDING VAN DIE HOOFNAVORSINGSVRAAG**

Die drie subnavorsingsvrae is in onderafdeling (§5.3) aangespreek en (tabel 4.1) voorsien 'n visuele voorstelling van navorsingsresultate ten einde beantwoording van die hoofnavorsingsvraag van hierdie studie te ondersteun (§1.3):

***Tot watter mate kan die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP 172 hulle selfgerigte leer bevorder?***

Beide kwantitatiewe en kwalitatiewe resultate is ingesluit by die bespreking. Resultate van hierdie studie het daarop gedui dat die toepassing van PGL tydens die opleiding van eerstejaar-ingenieurstudente 'n positiewe bydrae gelewer het om studente se SGL te bevorder (sien figuur 4.1). Die resultate van die Williamson (**kwantitatiewe**) (§3.7.1) se subkategorieë se gemiddeldes en effekgroottes word in tabel 4.3 aangedui. Die voor- en natoets resultate word in tabel 4.2 vertoon. Daar was 'n totaal van 76 studente in die matige groep en ná die natoets het 25 na die hoë groep beweeg. Daar was 'n totaal van 140 studente in die hoë groep en ná die natoets het 43 afbeweeg na die matige groep.

Die saamgevoegde voor- en natoets statistiek per groep en per subkategorie het getoon dat in die matige groep die studente se gemiddelde waarde almal verhoog het behalwe Bewustheid wat verlaag het. Die totale gemiddelde waardes van die matige groep vir die voortoets was 207.53 en vir die natoets 212.00. Dit toon dus 'n matige vlak van selfgerigtheid wat studente ontwikkel het, maar wel 'n toename. Alle subkategorieë in die hoë groep het afgeneem. Dus het studente in die hoë groep se gemiddelde waardes verlaag vanaf 239.61 (voortoets) en 231.91 ná die natoets. Die verandering toon ook 'n matige vlak van selfgerigtheid. Die totale effekgrootte van die matige groep was  $d = 0.55$  wat ook 'n matige betekenisvolheid toon.

Die praktiese betekenisvolheid van die totale voor- en natoets volgens die persentasie van Cramer se  $V = 0.351$  dui op 'n matige prakties betekenisvolle verskil tussen die twee groepe. Die studente se persepsie van SGL het verander en studente het ná die intervensie moontlik 'n meer realistiese beeld van hulle selfgerigtheid gehad. Sien §4.2.1 en tabel 4.2.

Projekgebaseerde leer ondersteun studente met die beplanning en ontwikkeling van lewenswerklike projekte soos aangetoon in die **kwalitatiewe** bevindings. In die FIAP 172-module was studente aktief betrokke met projekontwikkeling en het hulle verantwoordelikheid vir hul leerprosesse geneem (sien §2.3 en §5.3.3).

Verskeie PGL-elemente het daartoe bygedra dat studente hulleself ontdek, om selfgerigtheid te bevorder en om in 'n lewenswerklike omgewing te funksioneer (§2.4.2 en §2.4.7). PGL het die geleentheid geskep vir interaksie tussen medestudente om hulle kommunikasievaardighede verbeter, leierskap te ontwikkel sowel as om hulle skryf- en kreatiwiteitsvaardighede uit te brei (sien tabel 2.2). Die student se fokus het dus verskuif vanaf dié van 'n passiewe leerder na 'n aktiewe deelnemer waar die student

verantwoordelikheid vir sy/haar eie leerprosesse aanvaar het (individueel en as spanlid) (sien §2.4.2) (Bell, 2010:39).

Tydens die FIAP 172-module en gedurende die ontwikkelingsproses van die projek was daar probleme en uitdagings wat die studente in die gesig gestaar het. Enkele opmerkings van deelnemers word hieronder aangedui.

**Tydsbestuur** (§5.3.2.1) speel 'n belangrike rol in 'n student se lewe (sien tabel 2.4, ELO 9) gedurende die beplanningsfase om doeldatums te bepaal vir die projekontwikkeling (4.4.2.1

*P85: "These projects take time but the knowledge and skills gained is tremendous".*

Studente het beperkte **spanwerk**-ervaring (§4.4.2.2), praktyk en spanwerkgeleenthede (sien tabel 2.4, ELO 8, en onderafdeling §5.3.2.2), met die aanvang van hulle studies gehad. Tydens die ontwikkelingsproses het alles nie net vlot verloop nie; daar was konflik in die groepe soos meningsverskille, kultuur- en taalverskille, uiteenlopende persoonlikhede, gebrek aan kundigheid en kennis, en aan elke groep is 'n ander projek toegeken.

*P82: "Spanwerk in hierdie geval is baie belangrik en deur so 'n projek kry mens waardevolle ervaring van hoe die industrie werk".*

Daar is van verskeie **kommunikasiemediums** gebruik gemaak wat dit moontlik gemaak het dat PGL studente se ingesteldheid teenoor onderrig en leer verander het met behulp van werklike tegnologieë wat hulle aan "real-life" lewenswerklike ervaring blootgestel het (§2.2) (Bell, 2010:39). PGL ondersteun dus ontwikkeling van vaardighede in hierdie module.

Studente het hulleself en hulle spanmaats **geassesseeer** om aan medestudente terugvoer te gee en is dit gereflekteer op hul werk as 'n span.

Dit is belangrik dat die studente deurentyd moet reflekteer op die ontwikkeling van hulle projekte. As onderrig-leerstrategie motiveer PGL studente deur geleentheid te bied vir die oplossing van lewenswerklike probleme (§2.4), voorsiening te maak vir gehalte-onderrig om te verseker dat gegraduateerde ingenieurs vaardighede ontwikkel soos wat aan die eise van die industrie gaan voldoen (§2.2, §2.5.1) wat noodsaaklik is vir die

ontwikkeling van 21ste-eeuse vaardighede (Bell, 2010:39) (sien ook tabel 2.4, ELO 1,6,8 en 9). Die motivering om te leer dra by tot die bevordering van SGL onder studente soos om 'n liefde vir leer te ontwikkel, 'n vermoë om onafhanklik te leer, hulle eie leerprosesse te bestuur asook eie inisiatief te neem om volhoubaarheid in leer te ontwikkel om 'n lewenslange leerder te word (§2.4.2). Onafhanklike leervermoë word ook deur ECSA voorgeskryf, soos in tabel 2.4 onder ELO 9 aangedui. Die opbou van tegniese kennis tydens die integrasie van teoretiese en praktiese vaardighede verseker gehalte onderrig en ontwikkel studente gedurende die proses. PGL word beskou as 'n strategie waar studente leer deur te doen (§4.4.3).

PGL bevorder vaardighede wat studente motiveer om hulle bekwaamhede en leervaardighede te beheer en te ondersteun, soos: tydsbestuur (§2.6, §4.4.2.1 en §5.3.2); spanwerk en beplanningsvaardighede (§2.6, §4.4.2.2 en §5.3.2.2); probleemoplossingsvaardighede (§2.4, §5.3.2.2 en §5.3.2.4); en kommunikasievaardighede (§4.4.2.3 en §5.3.2.3, sien ook tabel 2.4, ELO 8). 21ste-eeuse vaardighede wat ingenieurstudente moet ontwikkel, word ondersteun deur PGL en versterk die ontwikkeling van SGL wat studente toelaat om hulle eie leer te bestuur. Alternatiewe vaardighede sluit in kreatiwiteitsvaardighede, werksvaardighede, tegniese vaardighede, interpersoonlike en sosiale vaardighede. Wanneer studente doelbewus kies om sekere faktore te beheer en/of te bestuur, soos byvoorbeeld om effektief as individu, in spanne en in multidissiplinêre omgewings te werk bevorder sekere keuses wat betref selfgerigte leerondersteuning (§2.5.1, tabel 2.4, ELO 8). Die studente het vakkennis en vaardighede bevorder/geleer: slypwerk (grinding), sweiswerk, boorwerk, interpretasie van tekeninge, hantering van gereedskap, uitleg van projekte, ingenieursprosesse, met terminologie in aanraking gekom asook prosesse wat in lyn is met die ELOs van ECSA.

'n PGL-benadering ondersteun probleemoplossing en die innoverende ontwikkeling van projekte (Dahms & Stentoft, 2008:2) (sien ook tabel 2.4, ELO 1), en dra by tot die bevordering van SGL deur die verskaffing van ondersteuning vir leer. Die studente is aktief betrokke by projekontwikkeling waar spanne of groepe eienaarskap aanvaar vir die projek (§4.4.1).

Professionele ontwikkeling in samewerking met eweknieë het SGL bevorder deurdat studente eienaarskap van hulle eie leerproses aanvaar het.

Die studente se terugvoer was dat die PGL-proses baie leersaam was, en die fasilitering en ondersteuning in die werkwinkel het hulle baie gehelp met vaardigheidsontwikkeling en praktiese uitleg van projekte wat daartoe bygedra het om te groei as selfgerigte leerders (sien §2.3.2 en §2.4.4).

Finale gevolgtrekkings wat na aanleiding van die navorsing gemaak is, volg in §5.5, gevolg deur beperkinge van hierdie studie. Laastens word aanbevelings gemaak vir verdere navorsing op hierdie gebied.

## **5.5 GEVOLGTREKKING**

In hierdie studie het die navorser ondersoek ingestel na hoe PGL in eerstejaar-ingenieursopleiding toegepas kan word om SGL te bevorder.

Die resultate van die navorsingstudie met betrekking tot die navorsingsvraag en subvrae en met betrekking tot die literatuur, het aanleiding gegee tot die onderstaande gevolgtrekkings:

Die implementering van PGL by ingenieursopleiding vir voorbereiding van die FIAP 172-module, ondersteun die vakinhoud van professionele praktyk. Hierdie implementering as onderrig-leerstrategie bied studente die geleentheid om kennis en vaardighede in werklike lewensituasies toe te pas deur middel van die ontwikkeling van vaardighede soos spanwerk, tydsbestuur, projekontwikkeling asook praktiese probleemoplossing. Die ontwikkeling van die vaardighede deur die implementering van PGL het verder bygedra tot die bevordering van SGL deur aan deelnemers die geleentheid te bied om hul leeromgewing te beheer. PGL is 'n effektiewe strategie vir onderrig en leer vir ingenieursopleiding om die professionele ontwikkeling van toekomstige ingenieurs te bevorder om studente se selfgerigte leer te bevorder. Daar is ook bevind dat bykomende ondersteuning aan studente wat probleme ondervind het met PGL, verskaf moet word sodat hulle hierdie vaardighede wel kon aanleer. Die implementering van PGL in die FIAP 172-module bevorder SGL op verskeie maniere, soos om van studente te verwag om verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar.

## **5.6 BEPERKINGE VAN DIE STUDIE**

Besprekings van die studie word toegelig. Die FIAP 172-module het 380 geregistreeerde studente gehad wat bestaan het uit 63 groepe met ses studente per groep. Vir die dosent om al die studente te fasiliteer met die ontwerp en ontwikkeling vir 63 verskillende projekte, het baie tyd in beslag geneem en vergaderings het na-ure plaasgevind. Kontakssessies was na-ure weens die studente se voldagprogram. Daar was twee groepe wat aan interafhanklike projekte gewerk het wat hulle eie uitdagings en fasilitering vereis het. Vervolgens was die bestel en aflewering van materiaal 'n uitdaging omdat dit nie altyd op tyd was nie, of bestellings is verkeerd afgelewer. Tyd speel 'n groot faktor in die studie weens doeldatums wat al aan die begin van die jaar vir studente deurgegee was en ononderhandelbaar was. Baie lang ure is gewerk en wanneer die doeldatum nie gehaal word nie, dan "snow ball" die volgende aktiwiteite deurdat opdragte laat ingegee word en daar 'n bottelnek ontstaan by die dosent se kantoor wanneer studente fasilitering benodig. Meeste studente was daaraan gewoond om individueel te werk en spanwerk in diverse groepe was 'n groot uitdaging. Vervolgens was die meerderheid studente nie bekend met die PGL-onderrig-leerstrategie nie.

## **5.7 AANBEVELINGS**

Die onderstaande aanbevelings het na vore gekom ten opsigte van ingenieursopleiding by die betrokke universiteit.

Die resultate het daarop gedui dat die implementering van PGL goed beplan en goed gestruktureerd moet wees ter ondersteuning van leer en om die ontwikkeling van vaardighede daar te stel vir die bereiking van die PGL-proses (sien §2.4 en §5.3.2.1). Addisionele formatiewe terugvoer en leiding word benodig rakende studente se vordering, vorderingsverslae sal op gereelde basis ingehandig moet word (§2.4.5). Studente moet vooraf duidelikheid hê van die noodsaaklike uitkomst van die PGL-module en weet wat van hulle verwag word. Studente moet deeglike leiding ontvang om self- en eweknie-assessering toe te pas, aangesien studente hulle eie vermoëns, akkuraatheid en vordering moet bepaal.

### **5.7.1 Aanbevelings aan dosente met betrekking tot die implementering van PGL vir ingenieurswese**

Vorbereiding vir (FIAP) eerstejaar-ingenieurstudente moet strategieë en vaardighede met betrekking tot die dinamiese inhoud van die module insluit om lewenslange leer te ondersteun.

PGL word aanbeveel as 'n voorkeurstrategie vir onderrig en leer by die voorbereiding van ingenieurstudente om aktiewe praktiese vaardighede en probleemoplossing in werklike lewensituasies te ondersteun. Toepassing van hierdie strategie sal indiensopleiding van ingenieurs versterk en die 21ste-eeuse behoeftes en SGL van daardie studente bevorder om by die veranderde wêreld aan te pas.

Die volgende word ten sterkste aanbeveel: effektiewe steierwerk, tydbestuur, kommunikasievaardighede en die implementering en ondersteuning van PGL in meer ingenieursopleidingsmodules. Die fokus op die ontwikkeling van spesifieke probleemoplossings-vaardighede in die ingenieursberoep (sien §2.4.2) wat die integrasie van teoretiese en praktiese vaardighede insluit wat in die alledaagse lewe benodig word. Van die belangrikste vaardighede wat ingenieurs in die werksplek benodig, is interpersoonlike en kommunikasievaardighede, om in multidissiplinêre spanne te kan werk, tegniese vaardighede, ontwerpwerk, effektiewe tydbestuur, “hands-on” praktiese ervaring, wetlike aspekte sowel as beroepsgesondheid en veiligheidsaspekte wat deel uitmaak van die ingenieursberoep. Benewens tegniese kennis vereis die praktyk ook vaardighede soos outonomie/selfbestuur, leierskap, interaksie met ander dissiplines; onderhandelings-vaardighede, oplossing van konflik; effektiewe kommunikasie en die toepassing van projektebestuur in verband met professionele praktyk (§2.4.1). Daar word dus aanbeveel dat 'n diepgaande voorbereidingsproses van ingenieurstudente se PGL onderrig-leerstrategie aandag geniet.

Gedurende ingenieursopleiding moet die behoeftes, assesseringsvereistes en uitkomste dus aan die studente verduidelik word om moontlike struikelblokke uit te wys, en gereelde terugvoer moet aan alle studente gegee word (§2.5.3.1). 'n Sterk aanbeveling na aanleiding van hierdie studie is die rol wat formatiewe assessering speel by die ontwikkeling van assesseringsvaardighede van studente. Die belangrikheid van die opstel van persoonlike leerdoelwitte beklemtoon om die bevordering van SGL verder te ondersteun.

## 5.7.2 Aanbevelings ten opsigte van leiding vir studente in FIAP 172

Leiding om kundighede toe te pas wat betref die uitdagings in ingenieursverwante projekte sal lei tot 'n realistiese en ondersteunende gesindheid by 'n toekomstige professionele ingenieur. Dit behels die gebruik van kennis, vaardighede en hulpbronne om lewenswerklike probleme te identifiseer en op te los deur middel van ondersoek, ontwerp, ontwikkeling en evaluering van produkte, stelsels en prosesse. Doelgerigte leiding is nodig by die strukturering en assessering van projekte, die ontwikkeling van studente en die assessering van lewensvaardighede, soos kritiese denke, probleemoplossing, kommunikasie en samewerking wat deel uitmaak van die projekte. Die doel van die FIAP 172-module is om ingenieurs voor te berei met verskeie lewensvaardighede, soos probleemoplossing, tydsbestuur en beplanningsvaardighede. Leiding moet aanbevelings bevat met betrekking tot steierwerk, assessering van leerinhoud om vaardighede in "real-life" lewenswerklike omstandighede te fasiliteer.

Selfgerigte leer vind plaas wanneer studente verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar en aktief daarby betrokke is.

**Tabel 5.1: Aanbevelings uit hierdie studie**

<b>Aanbevelings met betrekking tot die dosente (§5.6.1)</b>
1. riglyne vir duidelike, gestruktureerde fasilitering en ondersteuning moet opgestel word vir die voorbereiding van ingenieurstudente;
2. ingenieursopleiding moet strategieë insluit om lewenslange, lewenswerklike leer te ondersteun en dinamiese inhoud en onderwerpe behels;
3. leiding gee om 'n realistiese en ondersteunende gesindheid vir 'n professionele ingenieur te bied;
4. PGL word aanbeveel as 'n onderrig-leerstrategie by die voorbereiding van ingenieurstudente;
5. die rol van formatiewe assessering by PGL is gereelde terugvoer aan studente om hulle vordering te verbeter;
6. innovasie moet ingesluit word by die voorbereiding van ingenieurstudente vir ontwikkeling en vooruitgang van tegnologie en;
7. die toenemende uitbreiding van kennis en inligting, tesame met die vinnige tegnologiese ontwikkelings in die 21ste eeu vereis dat studente en dosente vaardighede moet ontwikkel en dosente op die hoogte moet bly van nuwe tegnologie en toepassings daarvan.

### **Aanbevelings ten opsigte van leiding vir studente in FIAP 172 (§5.6.2)**

1. aktiwiteite moet geïnkorporeer word in die FIAP 172-module sodat studente noodsaaklike vaardighede (bv. probleemoplossing) kan ontwikkel;
2. fasilitering gedurende assessering van projekte, ondersteun die ontwikkeling van die studente;
3. studente voor te berei met verskeie lewensvaardighede word benodig; en
4. studente moet verantwoordelikheid vir hulle eie leerprosesse aanvaar en aktief daarby betrokke wees.

“Our task, then, is to use strategies for developing these skills and attitudes – for moving toward self-directed learning – in formal learning settings”  
(Guglielmino, 2013:5).

*Wow aanhaling vanuit die studie:*

*“These projects take time but the knowledge and skills gained is tremendous”.*

***Prepare students for:***

***“jobs that do not yet exist using technologies that have not yet been invented to solve problems that we do not even know are problems yet”***

***(Darling-Hammond, 2012:22).***

## BRONNELYS

Aalborg PBL Model. 2010. Principles of Problem and Project-based Learning. Aalborg Denmark: Aalborg University. p. 1–24.

Abbott, S. 2014. Hidden curriculum (Ed.), The glossary of education reform. <http://edglossary.org/hidden-curriculum> Datum van gebruik: 12 Apr. 2016.

Abd-El-Fattah, S. M. 2010. Garrison's model of self-directed learning: preliminary validation and relationship to academic achievement. *The Spanish journal of psychology*, 13(2):586–599.

Adendorff, H. 2006. E-learning@SU: undermining or promoting student-centred teaching and learning? *Teaching matters @SUcentre for teaching and learning: undermining or promoting student-centred teaching and learning?* 1(1).

Alayont, F. 2014. Using problem-based pre-class activities to prepare students for in-class learning. *PRIMUS*, 24(2)138–148. doi:10.1080/10511970.2013.844510

Alotaibi, K. N. 2016. The learning environment as a mediating variable between self-directed learning readiness and academic performance of a sample of Saudi nursing and medical emergency students. *Nurse Education Today*, 36:249–254.

Altuger-Genc, G., & Chassapis, C. 2011. Fostering lifelong learning in a capstone design environment: An implementation assessment. (In Proceedings of the 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Rapid City, SD. p. 1–5).

Andreasen, L. B., & Nielsen J. L. 2013. Dimensions of problem based learning – dialogue and online collaboration in projects. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*.

Ambrose, S., Bridges, M., DiPietro, M., Lovett, M., & Norman, M. 2010. How learning works: seven research-based principles for smart teaching. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Bagheri, M., Ali, W. Z. W., Abdullah, M. C. B., & Daud, S. M. 2013. Effects of project-based learning strategy on self-directed learning skills of educational technology students. *Contemporary educational technology*, 4(1):15–29.

- Barrett, T., & Moore, S. 2011. New approaches to problem-based learning: revitalising your practice in higher education. New York, NY: Routledge / Taylor & Francis.
- Beddoes, K. D., Jesiek, B. K., & Borrego, M. 2010. Identifying opportunities for collaborations in international engineering education research on problem- and project-based learning. *Interdisciplinary journal of problem-based learning*, 4(2):7–34. doi:10.7771/1541-5015.1142
- Bell, S. 2010. Project-based learning for the 21<sup>st</sup> century: skills for the future. *The clearing house. A journal of educational strategies, issues and ideas*, 83(2):39–43.
- Benade, C. G. 2012. The transition from secondary to tertiary mathematics: exploring means to assist students and lecturers. Potchefstroom: Noordwes Universiteit. (Proefskrif – PhD).
- Buck Institute for Education (BIE). 2012. What is PBL? [http://www.bie.org/about/what\\_is\\_pbl](http://www.bie.org/about/what_is_pbl) Datum van gebruik: 19 Nov. 2015.
- Biggs, J., & Tang, C. 2007. Teaching for quality learning at university. 3de uitg. New York, NY: Open University Press.
- Biggs, J., & Tang, C. 2011. Teaching for quality learning at university: what the student does. 4de uitg. New York, NY: Two Penn Plaza.
- Bolhuis, S. 2003. Towards process-oriented teaching for self-directed lifelong learning: a multidimensional perspective. *Learning and instruction*, 13(3):327–347.
- Bondarouk, T. V. 2006. Action-oriented group learning in the implementation of information technologies: results from three case studies. *European journal of information systems*, 15:42–53. <http://www.palgrave-journal.com/ejis/> Datum van gebruik: 12 Apr. 2015.
- Borich, G. D. 2011. Effective teaching methods: research-based practice. 7de uitg. Boston, MA: Pearson.
- Bowler, L. 2013. Methods for revealing the metacognitive knowledge of adolescent information seekers during the information search process. Montreal: McGill University. [citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid) Datum van gebruik: 12 Mei 2015.

- Carr, M. 2010. The importance of metacognition for conceptual change and strategy use in mathematics. (In Waters, H. S., red. *Metacognition, strategy use & instruction*. New York, NY: The Guilford Press. p. 176–197).
- Chinowsky, P. 2011. Engineering project organization: defining a line of inquiry and path forward. *The engineering project organization journal*, 1(1):3–10.
- Cilliers, F. J., Schuwirth, L. W., Adendorff, H. J., Herman, N., & Van der Vleuten, C. P. 2010. The mechanism of impact of summative assessment on medical students' learning. *Advances in health sciences education*, 15(1):695–715.
- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2de uitg. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cohen, M. 2008. Participation as assessment: Political science and classroom techniques. *Political Science and Politics*, 41(3):609-612.
- Cotterall, S., & Murray, G. 2009. Enhancing metacognitive knowledge: structure, affordances and self. *Science Direct*, 37(1):34–45. Datum van gebruik: 19 April 2015.
- Cramer, D., & Howitt, D. 2004. *The Sage dictionary of statistics*. London: Sage.
- Creswell, J. W. 2009. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 3de uitg. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. 2014. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4de uitg. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. 2011. *Designing and conduction mixed methods research*. 2nd ed. London: SAGE.
- Crosthwaite, C., Cameron, I., Lant, P. & Litster, J. 2006. Balancing curriculum processes and content in a project centred curriculum: in pursuit of graduate attributes. (In *Education for chemical engineers*, Trans IChemE, Deel D, 1:39–48. <http://www.icheme.org/ECEsamplepaper.pdf>. Datum van gebruik: 29 Apr. 2016).
- Dahms, M-L. 2014. Problem Based Learning in Engineering Education, (UCPBL) one of the aims of which is to disseminate information about PBL worldwide. The hands-on session at ALE 2014 is aiming towards fulfilling this aim.

[http://vbn.aau.dk/files/201993625/Submission\\_55\\_Dahms.doc](http://vbn.aau.dk/files/201993625/Submission_55_Dahms.doc) Datum van gebruik: 9 Junie. 2016.

Dahms, M-L., & Stentoft, D. 2008. Problem Based Learning in Engineering Education: a Development option for Africa? Referaat gelewer by die 4th African Regional Conference on Engineering Education (ARCE-2008): Capacity Building in Engineering Education for Sustainable Development, Dar es Salaam.

<http://vbn.aau.dk/en/persons/monalisa-dahms%287425a774-0b40-46ee-b08f-6116fcf730fc%29/publications.html?filter=research&pageSize=50&subfilter=conference&page=0> Datum van gebruik: 19 Feb. 2015.

Darling-Hammond, L. 2012. Two futures of educational reform: What strategies will improve teaching and learning? *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 34(1):21–38.

David, J.L. 2008. Project-Based Learning. *Educational Leadership*, 65(5):80–82.

De Graaff, E., & Kolmos, A. 2007. History of problem-based and project-based learning. (In De Graaff, E. & Kolmos, A., reds. Management of change: implementation of problem-based and project-based learning in engineering. Rotterdam Netherlands: Sense. p. 1–8).

De Graaff, E., & Sjoer, E. 2006. Positioning educational consultancy and research in engineering education. (In Proceedings of the 34th Annual SEFI Conference, Uppsala University, Uppsala. 28 Junie – 1 Julie. p. 98–101).

Dehing, A. J. M., Jochems, W. M. G., & Baartman, L. K. J. 2013. Development of an engineering identity in the engineering curriculum in Dutch higher education: an exploratory study from the teaching staff perspective. *European journal for engineering education*, 38(1)1–10. doi:10.1080/03043797.2012.742866

Departement van Basiese Onderwys. 2014a. Curriculum and Assessment Policy Statements for Technology subjects to be listed in the National Curriculum Statement Grades R–12. Staatskoerant, 589(37840). Pretoria: Staatsdrukker.

Departement van Basiese Onderwys. 2014b. National Curriculum and Assessment Policy Statement. Grade 10, 11 and 12. Mechanical Technology, CAPS on specialisation. Pretoria: Staatsdrukker.

Departement van Basiese Onderwys. 2014c. Regulations relating to minimum uniform norms and standards for technical high schools and ordinary high schools (offering technical subjects) in South Africa. Pretoria: Staatsdrukker.

Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen, E. H., & van der Vleuten, C. P. 2005. Problembased learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical Education*, (39):732-741.

Donaldson, H., & Carter, D. 2013. The value of role modelling: Perceptions of undergraduate and diploma nursing (adult) students. *Nurse Education in Practice*, 13(3):155–234.

Du, X., & Kolmos, A. 2006. Process competencies in a problem and project-based learning environment. (In Andersson, P. & Borri, C., *reds.* Proceedings of the 34th SEFI annual conference: Engineering education and active students. Datum van gebruik: 28 Mrt. 2016).

ECSA (Engineering Council of South Africa). 2014. Standards and Procedures System. Bachelor of Science in Engineering (Bsc(Eng))/Bachelors of Engineerong (BEng): NQF Level 8. Document E-02-PE Rev-4.

[https://www.ecsa.co.za/ECSADocuments/Shared%20Documents/E-07-SC\\_Higher\\_Cert\\_Eng.pdf](https://www.ecsa.co.za/ECSADocuments/Shared%20Documents/E-07-SC_Higher_Cert_Eng.pdf) Datum van gebruik: 31 Jul. 2015.

Edström, K. & Kolmos, A. 2014. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. *European journal of engineering education*, 39(5):539–555. doi:10.1080/03043797.2014.895703

Ellis, S. M., & Steyn, H. S. 2003. Practical significance (effect sizes) versus or in combination with statistical significance (p-values). *Management Dynamics*, 12(4):51–53.

Enneagram Institute. 2011. Enneagram teaching, research, development and applications. <http://www.enneagraminstitute.com/descript.asp> Datum van gebruik: 11 Aug. 2016.

Ertmer, P. A., Richardson, J. C., Belland, B., Camin, D., Connolly, P., Coulthard, G., Lei, K., & Mong, C. 2010. Impact and Perceived Value of Peer Feedback in Online Learning Environments. [http://www.edci.purdue.edu/ertmer/docs/AECT05\\_Proc.pdf](http://www.edci.purdue.edu/ertmer/docs/AECT05_Proc.pdf) Datum van gebruik: 7 Jun. 2015.

Felder, R. M., & Brent, R. 2004. The ABC's of engineering education: ABET, Bloom's Taxonomy, cooperative learning, and so on. (In Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Salt Lake City, UT. [http://aucache.autodesk.com/au2011/sessions/5091/additional\\_materials/v2\\_ED5091\\_Miller\\_AdditionalMaterials.pdf](http://aucache.autodesk.com/au2011/sessions/5091/additional_materials/v2_ED5091_Miller_AdditionalMaterials.pdf) Datum van gebruik: 31 Jul. 2015).

Felder, R. M., & Spurlin, J. 2005. Reliability and validity of the index of learning styles: a meta-analysis. *International Journal of Engineering Education*, 21(1):103–112.

Field, A. 2009. *Discovering statistics using SPSS*. 3de uitg. Londen: Sage.

Finucane, P.M., Johnson, S.M. & Prideaux, D.J. 1998. Problem-based learning: its rationale and efficacy. *Medical journal of Australia*, 168(9):445–448.

Flavell, J. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. (In Resnick, L., red. *The nature of intelligence*. Hillside, NJ: Erlbaum. p. 231–235).

Flavell, J. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new era of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10):906–911.

Francom, G. M. 2009. Teach me how to learn: exploring assumptions behind efforts to foster learner self-direction. Referaat gelever by die 23rd International Symposium on Self-directed learning, Cocoa Beach, FL. Datum van gebruik: 17 Jan. 2015.

Francom, G. M. 2010. Teach me how to learn: principles for fostering students' self-directed learning skills. *International Journal of Self-Directed Learning*, 7(1):29–44.

- Fruchter, R., & Lewis, S. 2003. Mentoring models in support of P5BL in architecture/engineering/construction global teamwork. *The International Journal of Engineering Education*, 19(5):663–671.
- Galand, B., & Frenay, M. 2006. Problem and project-based learning in higher education: impact, issues, and challenges. Louvain-la-Neuve: Presses Universitaires de Louvain.
- Galand, B., Raucent, B., & Frenay, M. 2010. Engineering students-self-regulation, study strategies, and motivational beliefs in traditional and problem-based curricula. *International Journal of Engineering Education*, 26(3):523–534.
- Gay, L. R., & Airasian, P. W. 2003. Educational Research: Competencies for Analysis and Applications. 7de uitg. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Gibbs, G. R. 2010. Analyzing qualitative data. 2de uitg. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Golafshani, N. 2003. Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4):597–606. <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol8/iss4/6> Datum van gebruik: 28 Apr. 2016.
- Govender, I., & Govender, D. W. 2012. A constructivist approach to a programming course: students' responses to the use of a learning management system. *African Journal of Research in MST Education*, 16(2):238–252.
- Graham, R. 2009. Approaches to engineering project-based learning. Witskrif. <http://web.mit.edu/gordonelp/ukpjbwhitepaper.pdf> Datum van gebruik: 29 Mrt. 2016.
- Grant, M. M. 2011. Learning, beliefs, and products: Students' perspectives with project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 5(2):37–69.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L. B. 2004. Lab manual for research methods for the behavioral sciences. Belmont, CA: Thompson Wadsworth.
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. 2006. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1):59-82. doi:10.1177/1525822X05279903

Guglielmino, L., & Long, H. B. 2011. The International Society for Self-Directed Learning and The International Self-Directed Learning Symposium. *International Journal of Self-Directed Learning*, 8(1):56.

Guglielmino, L. M. 1978. Development of the Self-Directed Learning Readiness Scale. Florida: University of Georgia. (Proefskrif – PhD). Dissertation Abstracts International, 38, 6467A.

Guglielmino, L. M. 2008. Why Self-Directed Learning? 22nd Annual International Self-Directed Learning Symposium. *International Journal of Self-Directed Learning*. 5(1):5–29.

Guglielmino, L. M. 2013. The case for promoting self-directed learning in formal educational institutions. *SA-eDUC journal*, 10(2):1–18.

Guthrie, G. 2010. Basic research methods. 1st ed. London: Sage Publications.

Havenga, H. M. 2015. Project-based learning in higher education: exploring programming students' development towards self-directedness. *South African Journal of Higher Education*, 29(3):135–157.

Healey, W. E. 2008. Physical therapist student approaches to learning during clinical education experiences: a qualitative study. *Journal of physical therapy education*, 22(1):49–58.

Hiemstra, R. 1994. Self-directed learning. (In Hussein, T. & Postlethwaite, T. N. reds. The International Encyclopaedias of Education. 2de uitg. Oxford: Pergamon Press. p. 1–11).

Hixson, N. K., Ravitz, J., & Whisman, A. 2012. Extended professional development in project-based learning: impacts on 21st century teaching and student achievement. Charleston, WV: Office of Research, Division of Teaching and Learning, West Virginia Department of Education.

Hmelo-Silver, C. E. 2004. Problem-based learning: what and how do students learn? *Educational psychology review*, 16(3):235–266.

Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. 2006. Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1):21–39. doi:10.7771/1541-5015.1004

Hsien Huang, C. 2010. Conceptual and procedural abilities of engineering students in integration. Referaat gelewer by die: Joint International IGIP-SEFI Annual Conference, Trnava, Slovakia. <http://www.sefi.be/wp-content/papers2010/abstracts/116.pdf> Datum van gebruik: 4 Apr. 2015.

Illeris, K. 2007. How we learn: learning and non-learning in schools and beyond. London: Routledge.

Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. 2007. Foundations and approaches to mixed methods research. (In Maree, K., red. First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 256–280).

Jennings, M. 2009. Issues in bridging between senior second and first year university mathematics. (In R. Hunter, B. Bicknell & T. Burgess, reds. Crossing divides: Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Vol. 1. [http://www.merga.net.au/documents/-Jennings\\_RP09.pdf](http://www.merga.net.au/documents/-Jennings_RP09.pdf) Datum van gebruik: 1 Mrt. 2015).

Johnson, D., Johnson, R., & Smith, K. 2010. Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? *Change: the magazine of higher learning*, 30(4):26–35.

Johnson, D. W., & Johnson, F. P. 2013. Joining together: Group Theory and Group Skills. 11de uitg. Engeland: Pearson.

Jørgensen, D., & Howard, P. 2005. Ten years in the making – a unique program in engineering. Referaat gelewer by: at the 14th World Conference on Cooperative Education. Boston, MA. WACE Junie.

Joyce, T., & Hopkins, C. 2011. Working together: the positive effects of introducing formal teams in a first year engineering degree. *Engineering Education*, 6(1):21–30.

- Kawulich, B. & Holland, L. 2012. Qualitative data analysis. (In Wagner, C., Kawulich, B. & Garner, M., eds. *Doing social research: a global context*. 1st ed. New York: McGraw-Hill Education (UK) Limited. p. 228-245).
- Kazemi, F., Yektayar, M., & Abad, A. M. B. 2012. Investigation the impact of chess play on developing meta-cognitive ability and math problem-solving power of students at different levels of education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (32):372–379.
- Kent, P., & Noss, R. 2002. Should we reassess the role of mathematics in engineering education? Aanbieding gelewer by die: LTSN Engineering Conference on Learning and Teaching Support and Resources for Engineering, Loughborough University, Loughborough, 5 September. <http://www.lkl.ac.uk/research/REMIT/LTSN-presentation.pdf> Datum van gebruik: 7 Apr. 2015.
- Ker, H. W. 2014. Application of Hierarchical Linear Models/Linear Mixed-effects Models in School Effectiveness Research. *Universal Journal of Educational Research*, 2(2):173-180. Datum van gebruik: 7 Des. 2015.
- Knowles, M. S. 1975. *Self-directed learning: a guide for learners and teachers*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kolb, A., & Kolb, D. 2005. Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2):193–212.
- Kolmos, A. 2006. Future engineering skills, knowledge, and identity. (In Christensen, J., Henriksen, A.L.B. & Kolmos, A., eds. *Engineering science, skills, and Bildung*. Aalborg: Aalborg University Press. p. 165–185).
- Kolmos, A. 2008. Problem-based and project-based learning. (In Skovsmose, O., Christensen, P., & Christensen, O. R., eds. *University science and mathematics education in transition*. London: Springer. p. 261–282).
- Kolmos, A., & De Graaff, E. 2013. Problem-based and Project-based Learning in Engineering Education – merging models. (In Johri, A., & Olds, B.M., eds. *Cambridge Handbook of Engineering Education Research (CHEER)*. New York, NY: Cambridge University Press. p. 141–160).

Kolmos, A., De Graaff, E., & Du, X. 2009. Diversity of PBL – PBL learning principals and models. (In Du, X., & Kolmos, A., *reds.* Research on PBL practice in engineering education. Rotterdam: Sense. p. 9–21).

Kolmos, A., & Holgaard, J. 2010. Response to problem based and project organised learning from industry. *International Journal of Engineering Education*, 26(3):573–583.

Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. 2014. Engineering in elementary schools. (In Strobel, J., Purzer, S. & Cardella, M., *reds.* Engineering in pre-college settings: research in synthesizing research, policy, and practices. Lafayette, IN: Purdue University Press. p. 61–88).

Laerd Statistics. 2013. Dependent t-test for paired samples. <https://statistics.laerd.com/statistical-guides/dependent-t-test-statistical-guide.php> Datum van gebruik: 7 Okt. 2015.

Lambert, C., Basini, M., & Hargrave, S. 2008. *Activity led learning within aerospace at Coventry University*. Proceedings of Engineering Education 2008 International Conference on Innovation, Good Practice and Research in Engineering Education: EE2008, Loughborough University, Loughborough, 14–16 Julie. [www.engsc.ac.uk/downloads/scholarart/ee2008/p029-lambert.pdf](http://www.engsc.ac.uk/downloads/scholarart/ee2008/p029-lambert.pdf) Datum van gebruik: 4 Nov. 2015.

Lamer, J., & Mergendoller, J. R. 2010. Seven essentials for Project-based Learning. *EL educational leadership*, 68(1)1–75. [http://www.ascd.org/publications/educational\\_leadership/sept10/vol68/num01/Seven\\_Essentials\\_for\\_Project-Based\\_Learning.aspx](http://www.ascd.org/publications/educational_leadership/sept10/vol68/num01/Seven_Essentials_for_Project-Based_Learning.aspx) Datum van gebruik: 8 Mrt. 2016.

Lasauskiene, J., & Rauduvaite, A. 2015. Project-based learning at university: Teaching Experiences of Lecturers. Referaat gelewer by die: 7th World Conference on Educational Sciences (WCES-2015), Novotel Athens Convention Center, Athens, 5–7 Februarie.

Laurillard, D., Kolokitha, M., Mellar, H., Selwyn, N., & Noss, R. 2008. Learning through life: the role of technology. Londen: Office of Science and Innovation, London Knowledge Lab, Institute of Education, University of London.

Lawson, D. 2003. Changes in student entry competencies 1991–2001. *Teaching mathematics and its applications*, 22(4):171–175.

Lee, H. -J., & Lim, C. 2012. Peer Evaluation in Blended Team Project-based Learning: What do students find important? *Educational Technology & Society*, 15(4):214–224.

Leontitsis, A., & Pagge, J. 2007. A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. *Mathematics and Computers in Simulation*, (73):336–340.

doi:10.1016/j.matcom.2006.08.001

Lincoln, Y. S., Lynham, S. A., & Guba, E. G. 2011. Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences revisited. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln, *The SAGE handbook of qualitative research* (4th ed., p. 97–128). Thousand Oaks, CA: Sage.

Lindblom-Ylänne, S., Pihlajamäki, H., & Kotkas, T. 2006. Self-, peer- and teacher assessment of student essays. *Active learning in Higher Education*, 7(1):51–62.

Mahmood, Z. 2011. Teaching software engineering to undergraduate computing students. *International Journal of Teaching and Case Studies*, 3:112–122.

Maree, J. G., & Pietersen, J. 2007. The quantitative research process. (In Maree, J.G., *red.* *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik. p. 145–153).

Maree, K. & Pietersen, J. 2010. Sampling. (In Maree, K., *ed.* *First steps in research*. 6th impression. Pretoria: Van Schaik Publishers. p. 171-181).

Markham, T. 2013. Project-based learning: Bridging the old world and the new. Referaat gelewer by die: International Conference on Self-Directed Learning in Education, Potchefstroom, 8 April.

Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. 2006. Pervasive management of project-based learning: Teachers as guides and facilitators. (In Evertson, C.M. & Weinstein, C.S., *reds.* *Handbook of Classroom Management: Research, Practice, and Contemporary Issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. p. 583–615).

Merriam, S., Caffarella, R., & Baumgartner, L. 2007. Learning in adulthood. 3de uitg. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Mertens, D. M. 2010. Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Meyer, L., Lombard, K., Warnich, P., & Wolhuter, C. 2010. Outcomes-based Assessment for South African teachers. Pretoria: Van Schaik.

Michaelsen, L. K., & Sweet, M. 2008. The essential elements of team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 8(116):7–27.

Miller, M. T., & Geraci, L. 2011. Training metacognition in the classroom: the influence of incentives and feedback on exam predictions. *Springer Science+Business Media*, 6:303–314. doi:10.1007/s11409-011-9083-7

Mills, J., & Treagust, D. 2003. Engineering Education – is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Education*.  
[http://www.aeee.com.au/journal/2003mills\\_treagust03.pdf](http://www.aeee.com.au/journal/2003mills_treagust03.pdf) Datum van gebruik: 4 Nov. 2015.

National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020 – Vision of Engineering in the New Century. Washington, DC: The National Academies Press.

Nieuwenhuis, J. 2010. Analysing qualitative data. (In Maree, K., ed. First steps in research. 6th ed. Pretoria: Van Schaik. p. 98-122).

Nieuwenhuis, J., & Smit, B. 2012. Qualitative research. (In Wagner, C., Kawulich, B. & Garner, M., eds. Doing social research: a global context. 1st edition. New York: McGraw-Hill Education. p. 124-139).

NWU (Noordwes Universiteit). 2016. Fakulteit Ingenieurswese jaarboek voorgraads, Potchefstroomkampus. <http://www.puk.ac.za/jaarboek/index.html> Datum van gebruik: 7 Apr. 2015.

Oates, B. J. 2006. Researching information systems and computing. London: Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications. xvii, Sage Publications. p. 341.

- O'Grady, G., & Alvis, W. A. M. 2002. One day one problem: PBL at Republic Polytechnic. Referaat gelewer by die: 4th Asia-Pacific Conference On PBL, Hatyai, Thailand, December.
- O'Reilly, M., & Parker, N. 2012. Unsatisfactory saturation: A critical exploration of the notion of saturated sample sizes in qualitative research. *Qualitative Research Journal*, 1(8). May. doi:10.1177/1468794112446106
- Ozansoy, C., & Stojcevski, A. 2009. Problem-based learning in electrical and electronic engineering education. (In Du, X., De Graaff, E., & Kolmos, A., reds. *PBL – Diversity in research questions and methodologies*. Rotterdam: Sense. p. 199–213).
- Pienaar, G. 2001. The integration of complementary studies into the university education of engineers. *South African Journal of Higher education*, 15(3):162–167.
- Pilling-Cormick, J., & Garrison, D. R. 2007. Self-directed and self-regulated learning: conceptual links. *Canadian journal of university continuing education*, 33(2):13–33.
- Piskurich, J. F. 2011. Fostering self-directed learning in medical school: when curricular innovation is not enough. *International Journal of Self-Directed Learning*, 8(2):44–52. [www.sdglobal.com/IJSDL/IJSDL%2011.1%20final.pdf](http://www.sdglobal.com/IJSDL/IJSDL%2011.1%20final.pdf) Datum van gebruik: 7 Mei 2016.
- Pritchard, A., & Woollard, J. 2010. *Psychology for the classroom: Constructivism and Social learning*. New York, NY: Routledge.
- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. 2002. *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*, second edition. Newbury Park, CA: Sage.
- Reynolds, M. 2006. Die verband tussen studie-oriëntasie, metakognisie en Wiskundeprestasie by Graad 7-respondente. Potchefstroom: Noordwes Universiteit, Potchefstroomkampus. (Verhandeling – MEd).
- Rojter, J. 2006. *PBL as means to better engineering education?* Melbourne City: Victoria University.
- Rowden, R. 2007. *Workplace learning: Principles and practice*. Malabar, FL: Krieger.

Royal Academy of Engineering. 2007. Educating engineers for 21st century. <http://www.raeng.org.uk/news/release/pdf/EducatingEngineers.pdf> Datum van gebruik: 7 Jan. 2015.

Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R., & Stice, J. M. 2000. The Future of Engineering Education: I. A Vision for a New Century. *Chemical Engineering Education*, 34(1):16–25.

Salomon, G., & Globerson, T. 1987. When teams do not function the way they ought to. *International Journal of Educational Research*, (13):89–100.

Savin-Baden, M. 2007. Challenging models and perspectives of problem-based learning. (In De Graaff, E., & Kolmos, A., reds. *Management of Change: Implementation of Problem-based and Project-based Learning in Engineering*. Rotterdam: Sense. p. 9–29).

Savin-Baden, M., & Major, C. H. 2004. *Foundation of problem-based learning*. Buckingham: SRHE/Open University Press.

Schmidt, H. G., Van der Molen, H. T., Te Winkel, W. W., & Wijnen, W. H. 2009. Constructivist, problem-based learning does work: a meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school. *Educational Psychologist*, 44(4):227–249.

Schraw G., & Dennison, R. S. 1994. Assessing Metacognitive Awareness *Contemporary Educational Psychology*, (19):460–475.

Scott, K. W. 2006. Self-directed learners' concept of self as learner: congruous autonomy. *International Journal of Self-Directed Learning*, 3(2):1–13.

Shen, W., Chen, H., & Hu, Y. 2014. The validity and reliability of the self-directed learning instrument (SDLI) in mainland Chinese nursing students. *BMC Medical Education* 2014 14:108.

Shinde, V., & Kolmos, A. 2011. Students' experiences. In *Aalborg PBL Model: A Case Study*, SEFI Annual Conference, Lisbon, 27–30 September.

- Skiff, D., & Beckendorf, P. 2009. Self-directed learning: a key ingredient for comprehensive training curriculum. *Pipeline and gas journal*, 236(10):76–77.
- Smith, M. G., & De Swart, M. L. 2010. Home Economics: a contextual study of the subject and home economics teacher education. A BCTF PQT/Teacher Inquiry project. Datum van gebruik: 21 Nov. 2015.
- Soares, F. O., Sepúlveda, M. L., Monteiro, S., Lima, R. M., & Dinis-Carvalho, F. 2013. An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering education, (23):987–996.
- Speckels, H. F. 2011. The impact of project-based learning on academic achievement for students with academic challenges at K-5 grade levels: a grounded theory revelation. Centennial, CO: Jones International University. (Proefskrif – DEd).
- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. 2012. Cognition. 6de uitg. Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.
- Stewart, S., & Thomas, M. O. J. 2009. A framework for mathematical thinking: The case of linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7):951–961.
- Stix, A., & Hrbek, F. 2006. Teachers as classroom coaches: how to motivate students across the content areas. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. p. 166-170.
- Struyven, K., Dochy, F., & Janssens, S. 2005. Students' perceptions about evaluation and assessment in higher education: a review. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30(4):325–341.
- Thomas, R. A., & Smith, P. 2003. Spotlight on social research. London: A&B.
- Thornton, K. 2010. Supporting self-directed learning: A framework for teachers. *Language education in Asia*, 1(1)158–170. doi:10.5746/LEiA/10/V1/A14/Thornton.
- Titus, S. V., & Annaraja, P. 2011. Teaching competency of secondary teacher education students in relation to their metacognition. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 2(3):14–22.

Ulisses, A., Valéria A. A., & Homero, F. F. 2009. Ensino de Sensoriamento Remoto através da Aprendizagem Baseada em Problemas e Por Projetos: Uma proposta metodológica. (In Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasília, 25–30 April. p. 2365–2371).

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2010. Engineering: issues, challenges and opportunities for development. Parys.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. 2003. The didactical use of models in realistic mathematics education. *Educational studies in mathematics*, 54(1):9–35.

Van Merriënboer, J. J. G., & De Bruin, A. B. H. 2014. Research Paradigms and Perspectives on Learning. (In Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J., eds. Handbook of Research on Educational Communications and Technology. New York, NY: Springer. p. 21–30).

Vaprio, L., Ajjawi, R., Monrouxe, L. V., O'Brien, B. C., Rees, C. E. 2017. Shedding the cobra effect: problematizing thematic emergence, triangulation, saturation and member checking. John Wiley & Sons Ltd and The Association for the Study of Medical Education; *Medical Education*, (51):40-50.

Vickerman, P. 2009. Student perspectives on formative peer-assessment: an attempt to deepen learning? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2):221–230.

Virtič, M. P., & Pšunder, M. 2009. The computer as a modern form of communication in the educational process from the teachers' point of view. *Informatologia*, 42(1):10–17.

Walker, J. L. 2012. The use of saturation in qualitative research. *Canadian Journal of Cardiovascular Nursing*, 22(2):37-46. <http://www.cccn.ca>

Wang, Q. 2008. A generic model for guiding the integration of ICT into teaching and learning. *Innovations in education and teaching international*, 45(4):411-419.

Weurlander, M., Söderberg, M., Scheja, M., Hult, H., & Wernerson, A. 2012. Exploring formative assessment as a tool for learning: Students' experiences of different methods of formative assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37(6):747–760.

- Whoo, C. 2013. Cramer's V. <http://planetmath.org/sites/default/files/texpdf/36920.pdf>  
Datum van gebruik: 26 Jul. 2016.
- Williamson, N. 2007. Development of a self-rating scale for self-directed learning. *Nurse researcher*, 14(2):66–83.
- Xiao, Y., & Carless, D. R. 2013. Illustrating students' perceptions of English language assessment: Voices from China. *RELC Journal*, (44):319–340.
- Yam, L. H. S., & Rossini, P. 2010. Implementing a project-based learning approach in an introductory property course. Referaat gelewer by die: 16th Pacific Rim Real Estate Society Conference, Wellington, 13-16 Januarie.  
[http://www.google.co.za/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjtt8yahuXSAhWCI8AKHYg\\_DUMQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.prres.net%2Fpapers%2FYam\\_Implementing\\_a\\_Project-Based\\_Learning\\_Approach\\_in\\_an\\_Introductory\\_Property\\_Course.pdf&usg=AFQjCNF20h41AjFMhLMNIWKEvHmVab8bBg&bvm=bv.149760088,d.ZGg](http://www.google.co.za/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjtt8yahuXSAhWCI8AKHYg_DUMQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.prres.net%2Fpapers%2FYam_Implementing_a_Project-Based_Learning_Approach_in_an_Introductory_Property_Course.pdf&usg=AFQjCNF20h41AjFMhLMNIWKEvHmVab8bBg&bvm=bv.149760088,d.ZGg) Datum van gebruik: 7 Jan. 2015.
- Yin, Y., Shavelson, R. J., Ayala, C. C., Ruis-Primo, M. A., Brandon, P. R., & Furtak, E. M. 2008. On the impact of formative assessment on student motivation, achievement and conceptual change. *Applied Measurement in Education*, 21(1):335–359.
- Yusof, K., Tasir, Z., Harun, J., & Helmi, S. A. 2005. Promoting problem-based learning (PBL) in engineering courses at the Universiti Teknologi Malaysia. *Global Journal of Engineering Education*, 9(2):75–184.  
<http://www.wiete.com.au/journals/GJEE/Publish/vol9no2/Yusof.pdf> Datum van gebruik: 5 Jul. 2015.
- Zhou, C. 2012. Integrating creativity training into Problem and Project-based Learning curriculum in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 37(5):488–499.
- Zhou, Y. X., & Lee, F. L. 2009. Incorporate project-based learning in daily instruction: has self-direction changed? *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 6(5):37–42.

# ADDENDUM A: ETIESE KLARING



NORTH-WEST UNIVERSITY  
YUNIBESITHI YA BOKONE-BOPHIRIMA  
NOORDWES-UNIVERSITEIT

Private Bag X6001, Potchefstroom,  
South Africa, 2520

Tel: (018) 299-4900  
Faks: (018) 299-4910  
Web: <http://www.nwu.ac.za>

**Institutional Research Ethics Regulatory Committee**  
Tel: +27 18 299 4849  
Email: [Ethics@nwu.ac.za](mailto:Ethics@nwu.ac.za)

## ETHICS APPROVAL CERTIFICATE OF STUDY

Based on approval by the Ethics Committee of the Faculty of Education Sciences (ESREC) at the meeting held on 21/04/2016, the North-West University Institutional Research Ethics Regulatory Committee (NWU-IRERC) hereby approves your study as indicated below. This implies that the NWU-IRERC grants its permission that, provided the special conditions specified below are met and pending any other authorisation that may be necessary, the study may be initiated, using the ethics number below.

<b>Main Project Title:</b> <i>TEACHING AND LEARNING STRATEGIES TO PROMOTE SELF-DIRECTED LEARNING</i>															
<b>Sub-Project Title:</b> Die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente om selfgerigte leer te bevorder.															
<b>Project Leader:</b> Prof E Mentz															
<b>Project Team:</b> Prof M Havenga & P Tolmay															
<b>Ethics number:</b> <table border="1"><tr><td>N</td><td>W</td><td>U</td><td>-</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td><td>1</td><td>3</td><td>-</td><td>A</td><td>2</td></tr></table> <small>Status: S = Submission, R = Re-Submission, P = Provisional Authorisation, A = Authorisation</small>	N	W	U	-	0	0	0	1	0	-	1	3	-	A	2
N	W	U	-	0	0	0	1	0	-	1	3	-	A	2	
<b>Application Type:</b> Sub-project															
<b>Commencement date:</b> 2016-04-21															
<b>Expiry date:</b> 2017-12-20															
<b>Risk:</b> <table border="1"><tr><td>N/A</td></tr></table>	N/A														
N/A															

### Special conditions of the approval (if applicable):

- Translation of the Informed consent document to the languages applicable to the study participants should be submitted to the ESREC (if applicable).
- Any research at governmental or private institutions, permission must still be obtained from relevant authorities and provided to the ESREC. Ethics approval is required BEFORE approval can be obtained from these authorities.

### General conditions:

While this ethics approval is subject to all declarations, undertakings and agreements incorporated and signed in the application form, please note the following:

- The study leader (principle investigator) must report in the prescribed format to the NWU-IRERC via ESREC:
  - annually (or as otherwise requested) on the progress of the study, and upon completion of the project
  - without any delay in case of any adverse event (or any matter that interrupts sound ethical principles) during the course of the project.
  - Annually a number of projects may be randomly selected for an external audit.
- The approval applies strictly to the proposal as stipulated in the application form. Would any changes to the proposal be deemed necessary during the course of the study, the study leader must apply for approval of these changes at the ESREC. Would there be deviated from the study proposal without the necessary approval of such changes, the ethics approval is immediately and automatically forfeited.
- The date of approval indicates the first date that the project may be started. Would the project have to continue after the expiry date, a new application must be made to the NWU-IRERC via ESREC and new approval received before or on the expiry date.
- In the interest of ethical responsibility the NWU-IRERC and ESREC retains the right to:
  - request access to any information or data at any time during the course or after completion of the study;
  - to ask further questions, seek additional information, require further modification or monitor the conduct of your research or the informed consent process.
  - withdraw or postpone approval if:
    - any unethical principles or practices of the project are revealed or suspected,
    - it becomes apparent that any relevant information was withheld from the ESREC or that information has been false or misrepresented,
    - the required annual report and reporting of adverse events was not done timely and accurately,
    - new institutional rules, national legislation or international conventions deem it necessary.
- ESREC can be contacted for further information or any report templates via [Fma.Conradie@nwu.ac.za](mailto:Fma.Conradie@nwu.ac.za) or 018 299 4656

The IRERC would like to remain at your service as scientist and researcher, and wishes you well with your project. Please do not hesitate to contact the IRERC or ESREC for any further enquiries or requests for assistance.

Yours sincerely

Prof LA

Du Plessis

Prof Linda du Plessis

Chair NWU Institutional Research Ethics Regulatory Committee (IRERC)

Digitally signed by  
Prof LA Du Plessis  
Date: 2016.10.27  
08:22:58 +02'00'

## **ADDENDUM B: INGELIGTE TOESTEMMINGSVORMS.**



Prof HM Havenga

Problem- and project-based learning

Self-Directed Learning Focus Area

School of Natural Sciences and  
Technology for Education

North-West University

018 299 4281

### **Pieter Tolmay**

Navorser

Fakulteit Opvoedingswetenskappe

Noordwes-Universiteit

22116052@nwu.ac.za

072 911 5348

### **INGELIGTE TOESTEMMING**

#### **Geagte Student**

U word uitgenooi om deel te neem aan 'n navorsingstudie wat uitgevoer gaan word deur

***Mnr Pieter Tolmay (12126853)***

in die Fakulteit Opvoedingswetenskappe aan die Noordwes-Universiteit. Die resultate van sy navorsing sal gepubliseer word in die vorm van 'n M.Ed.-verhandeling.

U is geselekteer as 'n moontlike deelnemer in die studie aangesien u aan die profiel van die studie voldoen. Ek vertrou dat dit vir u moontlik sal wees om aan die studie deel te neem en wil u byvoorbaat daarvoor bedank.

#### **AFDELING A: ALGEMENE NAVORSINGSINLIGTING**

##### **1. DIE TITEL VAN DIE STUDIE**

Die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente om selfgerigte leer te bevorder.

##### **2. PROGRAM**

Kurrikulumstudies

### 3. KONTAKBESONDERHEDE VAN BELANGHEBBENDES BY DIE STUDIE

Indien u op enige stadium navrae rakende die uitvoer van die navorsing of klagtes in verband met die studie het, of indien u deelname aan die studie wil beëindig, kan u enige van die volgende persone kontak:

	Navorsers	Studieleier
Titel, voorletter en van:	Mnr PJ Tolmay	Prof HM Havenga
Voornaam:	Pieter	Marietjie
Kontaknommers:	0833900981	0182994281
E-posadres:	<a href="mailto:pieter.tolmay@nwu.ac.za">pieter.tolmay@nwu.ac.za</a>	10113924@nwu.ac.za

## 2. NAVORSINGSVRAAG EN -DOEL VAN DIE STUDIE

### 2.1. NAVORSINGSVRAAG

Die hoofnavorsingsvraag van die beoogde studie is soos volg: Tot watter mate die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP172 selfgerigte leer bevorder?

Die sub-navorsingsvrae is soos volg:

1. Tot watter mate kan projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie die vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling bevorder?
2. Watter invloed het die implementering van projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie op eerstejaar-ingenieurstudente se vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en –ontwikkeling en die ingenieursproses?
3. Tot watter mate kan die gebruik van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente hul selfgerigte leer bevorder?

### 2.2 NAVORSINGSDOEL

Die hoofdoel van die studie is om te bepaal tot watter mate kan die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente in die module FIAP172 selfgerigte leer bevorder.

Die volgende subdoelwitte word as volg geformuleer:

- Om te bepaal hoe projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie die vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling kan bevorder.
- Om te bepaal watter invloed die implementering van projekgebaseerde leer as onderrig-leerstrategie het op eerstejaar-ingenieurstudente se vaardighede van projekbeplanning, -ontwerp en -ontwikkeling en die ingenieursproses.
- Om te bepaal hoe die gebruik van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente hul selfgerigte leer kan bevorder.

## 3. PROSEDURES

U is geselekteer op grond van die volgende kriterium: U is 'n eerstejaar-ingenieurstudent. Dit is belangrik dat u in die studie betrek word om vas te stel hoe die implementering van projekgebaseerde leer in die

module FIAP172 u selfgerigte leer bevorder. Deelname aan die studie sal verder noodsaak dat ongeveer 12 ewekansig geselekteerde deelnemers aan 'n semi-gestruktureerde individuele onderhoud sal deelneem.

## **AFDELING B: ALGEMENE BEGINSELS VAN DIE STUDIE**

### **1. DEELNAME EN REG TOT ONTTREKING**

Deelname aan die studie is vrywillig. Selfs indien u sou toestem om aan die studie deel te neem, is u vry om enige tyd daarvan te onttrek, sonder enige nagevolge. U kan ook weier om enige vrae te beantwoord waarmee u ongemaklik is en tog steeds aan die studie deelneem. Die navorser kan u egter ook aan die studie onttrek indien omstandighede dit vereis.

### **2. POTENSIËLE RISIKO'S EN ONGEMAK**

Die studie sal geen potensiële risiko's en ongemak vir u as deelnemer inhou nie.

### **3. POTENSIËLE VOORDELE VIR DEELNEMERS EN/OF DIE GEMEENSKAP**

Die navorsingsuitsette kan moontlik geldige inligting ten opsigte van selfgerigtheid in leer verskaf wat vir verdere navorsing in die fokusarea van selfgerigte leer by die Fakulteit Opvoedingswetenskappe van die Noordwes-Universiteit aangewend kan word.

### **4. BETALING VIR DEELNAME**

Geen betaling sal aan deelnemers van die studie gemaak word nie.

### **5. VERTROULIKHEID**

Enige inligting uit hierdie studie op grond waarvan u geïdentifiseer kan word, sal vertroulik bly en sal slegs openbaar gemaak word met u toestemming of soos voorgeskryf deur die wet. Geen inligting sal sonder u toestemming aan 'n ander party verskaf word nie. Daar sal slegs na deelnemer 1, 2, ens., in die studie verwys word om die anonimiteit van alle deelnemers te verseker. Die semi-gestruktureerde individuele onderhoude sal op band opgeneem word vir verbatim transkribering. Die transkribering sal geberg word soos vereis deur die betrokke reëls van die Noordwes-Universiteit. Die getranskribeerde data van 'n bepaalde deelnemer sal enige tyd tydens die navorsingsproses deur hom/haar besigtig kan word.

### **6. U REGTE AS DEELNEMER AAN DIE NAVORSING**

Indien u enige vrae het oor u regte as deelnemer, kontak asseblief die studieleier van die studie, Prof HM Havenga by 018 2994281 of 10113924@nwu.ac.za.

- a) Deelname aan die studie is vrywillig en deelnemers kan enige tyd onttrek **(sien punt 1)**
- b) Geen betaling sal gemaak word vir deelname nie **(sien punt 4)**
- c) Anonimiteit van deelnemers word gewaarborg **(sien punt 5)**
- d) Geen vrae sal gevra word wat indruis teen die deelnemer se menseregte en privaatheid nie.

## 7. VERKLARING

Hiermee verklaar Mnr Pieter Tolmay (navorser), dat bovermelde inligting betroubaar en korrek is.

\_\_\_\_\_  
Handtekening van navorser

\_\_\_\_\_  
Datum van ondertekening deur navorser

Geteken te: \_\_\_\_\_

### **AFDELING C: INGELIGTE TOESTEMMING**

**TITEL VAN DIE STUDIE:** Die implementering van projekgebaseerde leer deur eerstejaar-ingenieurstudente om selfgerigte leer te bevorder.

-----

## DEELNEMER

Hiermee gee ek, \_\_\_\_\_ (volle voorname en van) vrywillig toestemming om deel te neem aan die studie. Die inligting in **Afdeling A** en **Afdeling B** is in **Afrikaans** aan my verskaf deur Mnr. Pieter Tolmay en my bevoegdheid in die taal is van so 'n aard dat ek kan verstaan en interpreteer wat aan my geskryf is, asook wat verbaal aan my verduidelik is. Ek is die geleentheid gegun om enige vrae te vra en die vrae is tot my bevrediging beantwoord. Ek het ook 'n afskrif van die toestemmingsbrief ontvang.

\_\_\_\_\_  
Handtekening van deelnemer

\_\_\_\_\_  
Datum van ondertekening deur deelnemer

Geteken te: \_\_\_\_\_  
-----

# ADDENDUM C: VRAELYS

Afrikaans

Geagte student

Navorsing oor onderrigverbetering is 'n deurlopende proses en noodsaaklik om te verseker dat kwaliteit onderrig en leer by hierdie instelling plaasvind. Met hierdie vraelys wil ons graag 'n beeld kry van jou leer-en studie-oriëntasie sodat ons kan verseker dat ons onderrig van hoë kwaliteit lewer. Dit is deel van 'n navorsingprojek wat poog om onderrig-metodes te verbeter. Deelname is totaal vrywillig en word anoniem uitgevoer – die studentenommer wat jy op die multikeuse kaartjie invul, is slegs om antwoorde voor en na die kursus te vergelyk. Jy sal in geen opsig benadeel word as jy deelneem of besluit om nie deel te neem nie. Indien jy die vraelys invul, gee jy jou instemming dat hierdie data vir navorsingsdoeleindes gebruik mag word.

**Beantwoord elke vraag so EERLIK as moontlik**

## ALGEMENE INLIGTING

### 1. Geslag

Manlik	1	Vroulik	2
--------	---	---------	---

### 2. Ouderdom

18	1	19	2
20	3	21	4
22 of ouer	5		

### 3. Vir watter graad is u geregistreer?

BSc	1	BPharm	2
BIng	3		

### 4. Vir watter program is u geregistreer?

Fisiese Wetenskappe	1	Biologiese Wetenskappe	2
Inligtingstegnologie	3	Verbruikerswetenskappe	4
Farmasie	5	Ingenieurswese	6

### 5. Dui u jaargroep aan:

Eerstejaar	1	Derdejaar	2
Tweedejaar	3	Vierdejaar	4

### 6. Toon jou gemiddelde persentasie vir al jou vakke (modules) in jou vorige akademiese jaar aan:

40% of minder	1	41%-50%	2
51%-60%	3	61%-70%	4
71%-80%	5	81% of hoër	6

### 7. Verwagte akademiese prestasie vir HIERDIE vak:

40% en minder	1	41%-50%	2
51%-60%	3	61%-70%	4
71%-80%	5	81% en hoër	6

Beantwoord die onderstaande vraeys so eerlik as moontlik deur 'n kruisie in die toepaslike blokkie te maak.

<b>Skaal: 1 = Nooit, 2 = selde, 3 = soms, 4 = gewoonlik, 5 = altyd</b>						
8	Ek identifiseer my eie leerbehoefes.	1	2	3	4	5
9	Ek is in staat om die beste metode vir my eie leer te kies.	1	2	3	4	5
10	Ek beskou onderwysers as fasiliteerders van leer eerder as slegs die oordraers van inligting.	1	2	3	4	5
11	Ek bly op hoogte van verskeie nuwe leerhulpbronne tot my beskikking.	1	2	3	4	5
12	Ek is verantwoordelik vir my eie leer.	1	2	3	4	5
13	Ek is verantwoordelik daarvoor om die areas waar ek tekort skiet, te identifiseer.	1	2	3	4	5
14	Ek is in staat om self-motivering te handhaaf.	1	2	3	4	5
15	Ek is in staat om my leerdoelwitte te stel en te beplan.	1	2	3	4	5
16	Ek neem 'n breuk gedurende lang periodes van werk.	1	2	3	4	5
17	Ek hou my leerroetine apart van my ander verpligtinge.	1	2	3	4	5
18	Ek bring my eie ervaringe in verband met nuwe inligting.	1	2	3	4	5
19	Ek voel dat ek kan leer al word ek nie voorgeskryf deur die dosent nie.	1	2	3	4	5
20	Ek neem deel aan groepsbesprekings.	1	2	3	4	5
21	Ek vind portuur-onderrig effektief.	1	2	3	4	5
22	Ek vind dat die "rolspeltegniek" 'n effektiewe metode vir komplekse leer is.	1	2	3	4	5
23	Ek vind interaktiewe onderrig-leersessies meer effektief as om net healtyd na die dosent te luister.	1	2	3	4	5
24	Ek vind die gebruik van nabootsing in onderrig en leer effektief.	1	2	3	4	5
25	Ek vind leer met gevallestudies nuttig.	1	2	3	4	5
26	My innerlike dryfveer lei my om my eie leer verder te ontwikkel en te verbeter.	1	2	3	4	5
27	Ek beskou probleme as uitdagings.	1	2	3	4	5
28	Ek reël my selfleer-roetine op so 'n wyse dat dit help om 'n permanente leerkultuur in my lewe te ontwikkel.	1	2	3	4	5
29	Ek vind dat konsepkaarte (breinkaarte) 'n effektiewe metode van leer is.	1	2	3	4	5
30	Ek vind dat moderne opvoedkundige interaktiewe tegnologie my leerproses verbeter.	1	2	3	4	5
31	Ek is in staat om oor my eie leerstrategieë te besluit.	1	2	3	4	5
32	Ek herhaal en hersien nuwe werk.	1	2	3	4	5
33	Ek identifiseer die belangrike punte wanneer ek 'n hoofstuk of 'n artikel lees.	1	2	3	4	5
34	Ek gebruik konsepkaarte (breinkaarte) as 'n nuttige metode om 'n wye reeks inligting te verstaan/ begryp.	1	2	3	4	5
35	Ek is in staat om inligtingstegnologie effektief te gebruik.	1	2	3	4	5
36	My konsentrasie verskerp en ek word meer aandagtig wanneer ek komplekse studie-inhoud bestudeer.	1	2	3	4	5
37	Ek maak aantekeninge of opsommings van al my idees, refleksies en nuwe kennis.	1	2	3	4	5

<b>Skaal: 1 = Nooit, 2 = selde, 3 = soms, 4 = gewoonlik, 5 = altyd</b>						
38	Ek geniet dit om inligting verder te ondersoek as wat die voorgeskrewe module-uitkomst van my verwag.	1	2	3	4	5
39	Ek is in staat om kennis met praktyk in verband te bring.	1	2	3	4	5
40	Ek stel relevante vrae tydens onderrig-leersessies.	1	2	3	4	5
41	Ek is in staat om nuwe idees, inligting of enige ander leerervaring te analiseer en krities daarop te reflekteer.	1	2	3	4	5
42	Ek is bereid om na ander se sienings te luister.	1	2	3	4	5
43	Ek verkies om 'n breuk te neem tussen leertake.	1	2	3	4	5
44	Ek assessee my werk self voordat ek terugvoer kry van die dosent af.	1	2	3	4	5
45	Ek identifiseer die areas vir verdere ontwikkeling binne dit wat ek reeds bereik het.	1	2	3	4	5
46	Ek is in staat om my leervordering self te monitor.	1	2	3	4	5
47	Ek is in staat om my eie sterk- en swakpunte te identifiseer.	1	2	3	4	5
48	Ek waardeer dit wanneer my werk deur portuurgroepe (medestudente) beoordeel word	1	2	3	4	5
49	Ek vind dat beide sukses en mislukking my inspireer tot verdere leer.	1	2	3	4	5
50	Ek heg waarde aan kritiese kommentaar, aangesien dit dien as basis om my leer te verbeter.	1	2	3	4	5
51	Ek monitor of ek my leeruitkomst bereik het.	1	2	3	4	5
52	Ek kontroleer my portefeulje om 'n oorsig van my vordering te verkry.	1	2	3	4	5
53	Ek beoordeel en reflekteer op my leeraktiwiteite.	1	2	3	4	5
54	Ek vind dit uitdagend om nuwe kennis op te doen.	1	2	3	4	5
55	Ek word geïnspireer deur ander se sukses.	1	2	3	4	5
56	Ek is van plan om meer te leer oor ander kulture en tale waarmee ek gereeld te doen kry.	1	2	3	4	5
57	Ek is in staat om my rol binne 'n groep te identifiseer.	1	2	3	4	5
58	My interaksie met ander help my om insig te ontwikkel ten opsigte van beplanning vir verdere leer.	1	2	3	4	5
59	Ek maak gebruik van enige geleentheid wat op my pad kom.	1	2	3	4	5
60	Ek moet inligting met ander te deel.	1	2	3	4	5
61	Ek handhaaf goeie interpersoonlike verhoudings met ander.	1	2	3	4	5
62	Ek vind dit maklik om saam met ander te werk.	1	2	3	4	5
63	Ek kan suksesvol verbaal kommunikeer.	1	2	3	4	5
64	Ek erken die noodigheid vir interdisiplinêre skakeling om sosiale harmonie te handhaaf.	1	2	3	4	5
65	Ek is in staat om my idees effektief weer te gee wanneer ek dit neerskryf.	1	2	3	4	5
66	Ek is in staat om my sienings vrylik te stel.	1	2	3	4	5
67	Dit is vir my 'n uitdaging om leer na te streef in 'n kultureel diverse milieu.	1	2	3	4	5

(Self-directed learning of Teacher trainees, Williamson, 2007)

## **ADDENDUM D: SEMI-GESTRUKTUREERDE ONDERHOUDSVRAE**

**MEd: Mnr P Tolmay: Semi-gestruktureerde onderhoudsvrae (eerste-jaar ingenieurstudente)**

<b>Semi-gestruktureerde onderhoudsvrae</b>	
1	Verduidelik of die ontwikkeling van die ingenieursprojek in FIAP 172 daartoe bygedra het dat jy verantwoordelikheid vir jou eie take aanvaar het.
2	Verduidelik of al die spanlede verantwoordelikheid vir hul take aanvaar het.
3	Gee terugvoer oor die hulp en ondersteuning tussen jul spanlede tydens die ontwikkeling van die projek
4	Gee terugvoer oor die persoonlike interaksie en kommunikasie tussen jul spanlede.
5	Watter probleme/uitdagings het julle span ervaar om nie by die gestelde verantwoordelikhede uit te kom nie?
6	Verduidelik hoe julle span die probleme/uitdagings opgelos of hanteer het (soos genoem hierbo).
7	Reflekteer oor die tempo waarteen julle span gevorder het om die projek te beplan en te ontwikkel.
8	Identifiseer die belangrikste voordele volgens jou wat projekgebaseerde leer inhou.
9	Verduidelik of spanvergaderings gehelp het om julle span se doelwitte te bereik.
10	Verduidelik of maatassessering gehelp het om jul span se doelwitte te bereik.
11	Verduidelik of die ontwikkeling van die projek jou vakkenis en vaardighede bevorder het.

## ADDENDUM E: VERGELYKING TUSSEN AKADEMIESE SKOLE EN TEGNIесе SKOLE IN SUID-AFRIKA

(Departement van Basiese Onderwys, 2014a, 2014b, 2014c.)

Akademiese Hoërskole	Tegnies Hoërskole																																																										
<p><b>Verpligte vakke (Groep A)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Afrikaans Huistaal</li> <li>2. Engels Eerste Addisionele Taal</li> <li>3. Wiskunde of Wiskundige Geletterdheid</li> <li>4. Lewensoriëntering</li> </ol>	<p><b>Verpligte vakke (Groep A)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Afrikaans Huistaal</li> <li>2. Engels Eerste Addisionele Taal</li> <li>3. Wiskunde of Wiskundige Geletterdheid</li> <li>4. Lewensoriëntering</li> </ol>																																																										
<p><b>KEUSEVAKKE (GROEP B) Kies 3</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Elektriese Tegnologie (indien beskikbaar)</td> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle;"><b>opsioneel</b></td> </tr> <tr> <td>Siviele Tegnologie (indien beskikbaar)</td> </tr> <tr> <td>Ingenieursgrafika &amp; Ontwerp (indien beskikbaar)</td> </tr> <tr> <td>Fisiese Wetenskap</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inligtingstechnologie (indien beskikbaar)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lewenswetenskappe</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Besigheidstudies</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rekeningkunde</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kunste</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Geskiedenis</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ekonomie</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Geografie (Plus vakke wat skole nog kan aanbied)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Elektriese Tegnologie (indien beskikbaar)	}	<b>opsioneel</b>	Siviele Tegnologie (indien beskikbaar)	Ingenieursgrafika & Ontwerp (indien beskikbaar)	Fisiese Wetenskap			Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)			Inligtingstechnologie (indien beskikbaar)			Lewenswetenskappe			Besigheidstudies			Rekeningkunde			Kunste			Geskiedenis			Ekonomie			Geografie (Plus vakke wat skole nog kan aanbied)			<p><b>KEUSEVAKKE (GROEP B) Kies 3</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Elektriese Tegnologie</td> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle;"><b>een van drie verpligtend</b></td> </tr> <tr> <td>Siviele Tegnologie</td> </tr> <tr> <td>Meganiese Tegnologie</td> </tr> <tr> <td>Ingenieursgrafika &amp; Ontwerp</td> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td style="vertical-align: middle;"><b>verpligtend</b></td> </tr> <tr> <td>Fisiese Wetenskap</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inligtingstechnologie</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lewenswetenskappe</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(Plus vakke wat skole nog kan aanbied)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Elektriese Tegnologie	}	<b>een van drie verpligtend</b>	Siviele Tegnologie	Meganiese Tegnologie	Ingenieursgrafika & Ontwerp	}	<b>verpligtend</b>	Fisiese Wetenskap			Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)			Inligtingstechnologie			Lewenswetenskappe			(Plus vakke wat skole nog kan aanbied)		
Elektriese Tegnologie (indien beskikbaar)	}			<b>opsioneel</b>																																																							
Siviele Tegnologie (indien beskikbaar)																																																											
Ingenieursgrafika & Ontwerp (indien beskikbaar)																																																											
Fisiese Wetenskap																																																											
Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)																																																											
Inligtingstechnologie (indien beskikbaar)																																																											
Lewenswetenskappe																																																											
Besigheidstudies																																																											
Rekeningkunde																																																											
Kunste																																																											
Geskiedenis																																																											
Ekonomie																																																											
Geografie (Plus vakke wat skole nog kan aanbied)																																																											
Elektriese Tegnologie	}	<b>een van drie verpligtend</b>																																																									
Siviele Tegnologie																																																											
Meganiese Tegnologie																																																											
Ingenieursgrafika & Ontwerp	}	<b>verpligtend</b>																																																									
Fisiese Wetenskap																																																											
Rekenaartoevoegingstechnologie (RTT)																																																											
Inligtingstechnologie																																																											
Lewenswetenskappe																																																											
(Plus vakke wat skole nog kan aanbied)																																																											

## **ADDENDUM F: ECSA – EXIT-LEVEL OUTCOMES**

### **ELO 1:**

#### **Problem solving**

Identify, formulate, analyse and solve complex engineering problems creatively and innovatively.

### **ELO 2:**

#### **Application of scientific and engineering knowledge**

Apply knowledge of mathematics, natural sciences, engineering fundamentals and an engineering speciality to solve complex engineering problems.

### **ELO 3:**

#### **Engineering design**

Perform creative, procedural and non-procedural design and synthesis of components, systems, engineering works, products or processes.

### **ELO 4:**

#### **Investigations, experiments and data analysis**

Demonstrate competence to design and conduct investigations and experiments.

### **ELO 5:**

#### **Engineering methods, skills and tools, including information technology**

Demonstrate competence to use appropriate engineering methods, skills and tools, including those based on information technology.

### **ELO 6:**

#### **Professional and technical communication**

Demonstrate competence to communicate effectively, both orally and in writing, with engineering audiences and the community at large.

### **ELO 7:**

#### **Sustainability and impact of engineering activity**

Demonstrate critical awareness of the sustainability and impact of engineering activity on the social, industrial and physical environment.

**ELO 8:**

**Individual, team and multidisciplinary working**

Demonstrate competence to work effectively as an individual, in teams and in multidisciplinary environments.

**ELO 9:**

**Independent learning ability**

Demonstrate competence to engage in independent learning through well-developed learning skills.

**ELO 10:**

**Engineering professionalism**

Demonstrate critical awareness of the need to act professionally and ethically and to exercise judgment and take responsibility within own limits of competence.

**ELO 11:**

**Engineering management**

Demonstrate knowledge and understanding of engineering management principles and economic decision-making.

(ECSA, 2014)

## **ADDENDUM G: PROFESSIONELE-PRAKTYK- (FIAP 172) OPLEIDING** **AAN DIE NOORDWES-UNIVERSITEIT**

### **Groepindeling**

In FIAP 172 word die studente in diverse groepe van ses verdeel deur die gebruik van 'n basiese selftoets (**Enneagram Institute, 2011**). Dit behels die kies van 'n individu uit elke persoonlikheidsprofiel om groepe met diverse persoonlikhede daar te stel, ongeag geslag, ras en studieveld binne ingenieurswese. Studente word nie toegelaat om van groepe te verander nie en moet in hul gekose groepe bly vir die res van die jaar.

### **Projekbeplanning en -ontwerp**

In die eerste vyf weke word die studente ook blootgestel aan al die toerusting wat benodig word om te werk in die praktyk. Dit behels oriëntasie asook ontwikkeling en vaardighede wat nodig is vir projekontwikkeling. Die studente moet 'n oorsig oor die hele projek verkry en begryp wat die doel daarvan is. Dus moet die studente 'n "helikopter-visie" ontwikkel wat 'n wye oorsig en breë voorstelling van hul projek gee.

Aan die einde van die vyf weke stel elke groep 'n gekose projek deur middel van 'n PowerPoint-aanbieding voor. Die groepe fokus op die werklike behoeftes van die kliënt\* om die projek te ontwikkel. Senior voorgraadse studente tree op as projekmentors. Hulle volg die groepe se vordering en help met leiding, maar word nie toegelaat om die eerstejaars deur middel van direkte instruksie te help nie. Elke groep stel 'n tydsbeplanning op om hul einddoel te bereik, met 'n vooraf bepaalde doeldatum. Alle fasette van hul beplanning- en vervaardigingsprosesse moet gedokumenteer word en word op Google-Drive geplaas.

Die studente werk aan ware projekte, soos geïdentifiseer deur die dosent saam met die kliënt\*<sup>5</sup>. Daar word 'n projekdag en -datum vir die studente gegee aan die begin van die semester. Die groepe kry dan die geleentheid om hul voltooide projekte by 'n uitstalling te vertoon en te demonstreer vir die kliënt, ouers, medestudente en ander fakulteite op die kampus.

---

<sup>5</sup> Die kliënt word deur die dosent aangewys en aan die groepe voorgestel, om die kliënt se behoefte aan te hoor en met konsepontwerpe na vore te kom

Elke student in die groep kry skriftelike take om te doen waarvoor hy/sy spesifiek binne die groep verantwoordelik is. Dit word aan 'n sperdatum gekoppel om te verseker dat die groep gefokus bly met die skedulering en beplanning. Skriftelike terugvoer word deur middel van 'n joernaal gedoen. Vervolgens word twee voorbeelde van die projekte kortliks genoem.

*Projek 1: Die ontwikkeling van 'n mobiele koffiekroeg vir die Gereformeerde Kerk op die Bult.* Dit is 'n gemeenskapsprojek waar die gemeente se studente persone in die Bult-omgewing saans wil ondersteun en terselfdertyd berading wil verskaf oor 'n warm koppie koffie.

*Projek 2: 'n T-hemp-kanon bestaande uit saamgepersde CO<sup>2</sup>-gas wat 'n opgerolde T-hemp tussen toeskouers inskiet by sportbyeenkomste.* Die T-hemp kanon is vervaardig vir die NWU-bemarkingskantoor, en val dus onder 'n industriële projek. Die bemarkingskantoor wil die kanon gebruik op Varsity-Cup-byeenkomste vir bemarkingsdoeleindes.

Ons as dosente fokus op evaluering en leemtes van groepe en individue soos geïdentifiseer uit vorige jaar se belewenisse van studente naamlik: spandeer meer tyd saam met studente, tydige tydsbestuur, verantwoordelikheid vir leerprosesse aanvaar, interpretasie van projek en prioriteite. Bespreek elke konsepontwerp met bepaalde groep en lei hul na kliënt se vereistes sonder om die groep se ontwerpwerk vir hul te doen. Help groepe om werkverdeling te versprei en gee leiding en advies rakende materiale, verskaffers, prosedures, projek beplanning en bestuur van ingenieursproses. Begroting word verdeel in twee naamlik: wat word deur groep / studente aangekoop en wat word deur dosente bestel om die groepe te help met projek aankope, tyd bestuur en om kostes te bespaar.

## **Assessering**

Elke lid van die groep se joernaal word geassesseer na elke vergadering of aktiwiteit, om te bepaal of sy/haar take uitgevoer is, van die gewenste gehalte is en in die beplande tyd afgehandel is. Indien die groep nie die sperdatum haal nie, kry die groep geen punte nie.

'n Finale punt word toegeken aan die groep en projek wat binne die spertyd vir beoordeling voltooi is. Elke lid van die groep moet verseker dat daar aan alle projekvereistes voldoen is. Alle take op die aksielys word teen die groep se *Gantt Chart* en projekplan gemeet en

getoets. Skriftelike terugvoer word deur middel van 'n joernaal gedoen en alle groepslede moet eweknie-assessering toegepas vir medegroepslede. Die gemiddeld van al die eweknie-assesserings word bereken aan die einde van die projek en 'n punt word vir elke groepslid bepaal. Die punt word dan gebruik om elke groepslid se finale punt te bereken deur Peer Group Assessment (PGA) en Group Performance Assessment (GPA), om studente in 'n groep te beloon of te penaliseer. PGA word deur die studente self bepaal deur hul eweknie-assesserings en GPA word bereken deur die dosent wat kyk of elke groepslid sy/haar opdragte betyds, in die regte formaat, met die korrekte inhoud en in ooreenstemming met bepaalde uitkomst afgehandel het (formule: individuele groepslidpunt x PGA x GPA = finale punt %).

### **Uitstalling**

Op die laaste dag van die module word 'n uitstalling van al die projekte gehou, met 'n plakkaat rakende elke projek en die ingenieursproses wat elke groep gevolg het. Dit bied die studente die geleentheid om tydens die uitstalling nuwe kennis en vaardighede met klasmaats, medestudente van ander dissiplines, ander dosente, die industrie, ouers en die publiek te deel.