

Optimering af dybdelæring ved kombineret teoretisk og praktisk undervisning

Mette Skau Mikkelsen og Mette Holse

Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet

Introduktion

Kurset *Food Enzymes and Applications* (NFOK14021U) der bredt behandler enzymteknologi i fødevarerproduktion er opbygget som et blokkursus (blok 3), hvor første halvdel består af forelæsninger inkl. gæsteforelæsninger af erhvervsfolk og sidste del udgøres af laboratoriebaseret projektarbejde i grupper. Forelæsningerne er med til at give de studerende en bred forståelse indenfor enzymer der bruges i fødevarerproduktionen, hvorefter de studerende arbejder i dybden med en specifik gruppe af enzymer i laboratoriet. Kurset udbydes til MSc studerende og det er populært blandt udvekslingsstuderende. Typisk er der et sted mellem 20 og 30 studerende per blok.

I 2014 kørte vi et forløb af undervisning i emnet *carbohydrate degrading enzymes* bestående af 2 timers forelæsning, 2 timers case-arbejde samt 4 laboratoriedage med en projektgruppe. Gennem vores undervisning og vejledning af de studerende, har vi erfaret, at de studerende har svært ved at oparbejde en dybere forståelse af enzymernes funktionalitet samt at omsætte denne viden til praksis i laboratoriearbejdet.

Vi har i forbindelse med vores erfaringer fra 2014 samt vores lærdom fra Universitets Pædagogikum i år tilrettelagt forelæsning, case- og laboratoriearbejde med fokus på læringsmål, dialogbaseret, studenteraktiverende og problemorienteret undervisning. Yderligere har vi gentænkt laboratoriearbejdet i henhold til at føre en rød tråd fra case-emne til det praktiske arbejde samt gradvist at øge graden af *laboratory openness* over de 4 dage.

Gennemgående håber vi at kunne gennemskue, hvor de studerende mister tråden mellem den teoretiske viden og de observationer de gør i laboratoriet. Vi håber at kunne påvirke de studerende til at blive mere selvstændige og skrive en bedre projektopgave samt at opnå en dybdelæring på området.

Projektarbejdsforløbet

Forelæsning og case-arbejde

I undervisningsforløbet blev læringsmål (Biggs & Tang 2011a, Jørgensen n.d.) brugt til at aligne det faglige indhold i forelæsning, case- og laboratoriarbejde.

Under forberedelsen af forelæsningsgangen blev undervisningsmaterialet fra året før (2014) gennemgået for slides der understøttede læringsmålene specifikt og overflødige slides blev fjernet. Følgende læringsmål blev opsat:

- **Describe** the action of carbohydrate degrading enzymes on starch and β -glucans from cereals Substrate \rightarrow Enzyme \rightarrow Product
- **Differentiate** carbohydrate degrading enzymes according to their functionality
- **Decide** where and how to use carbohydrate degrading enzymes in a specific food process

Vi fokuserede på at åbne rummet for mere dialog og igangsættelse af flere aktiviteter (Haugsted & Ingerslev n.d., Krogh & Wiberg n.d.). Undervejs i forelæsningen blev der opsat spørgsmål til snak med sidemanden samt i plenum. Der blev indlagt flere stop, hvor de studerende italesatte, hvad de så på sliden med særlig fokus på læringsmålene og der blev fokuseret på at dvæle længere ved informationstunge slides så de studerende kunne sætte ord på enzymer og processer i spil.

Af to omgange blev de studerende i plenum bedt om at svare på quiz spørgsmål med det formål at gennemskue om de havde forstået teorien. Desuden forsøgte vi at understøtte forståelsen med “kognitive knager” (metaforer) over nogle af forelæsningens hjørneste (substrat \rightarrow enzym \rightarrow produkt).

I umiddelbar forlængelse af forelæsningen igangsatte vi case-arbejdet som de studerende skulle udføre i grupper og derefter samle op på i plenum. Casen var et forskningsbaseret eksempel på enzymapplikation fra industrien – noget Mette Skau til dagligt arbejder med i sin postdoc. Denne problemorienterede tilgang gav de studerende nogle praktiske eksempler som motivation til at omsætte “svær teori” til praktisk arbejde (Dohn & Dolin 2013).

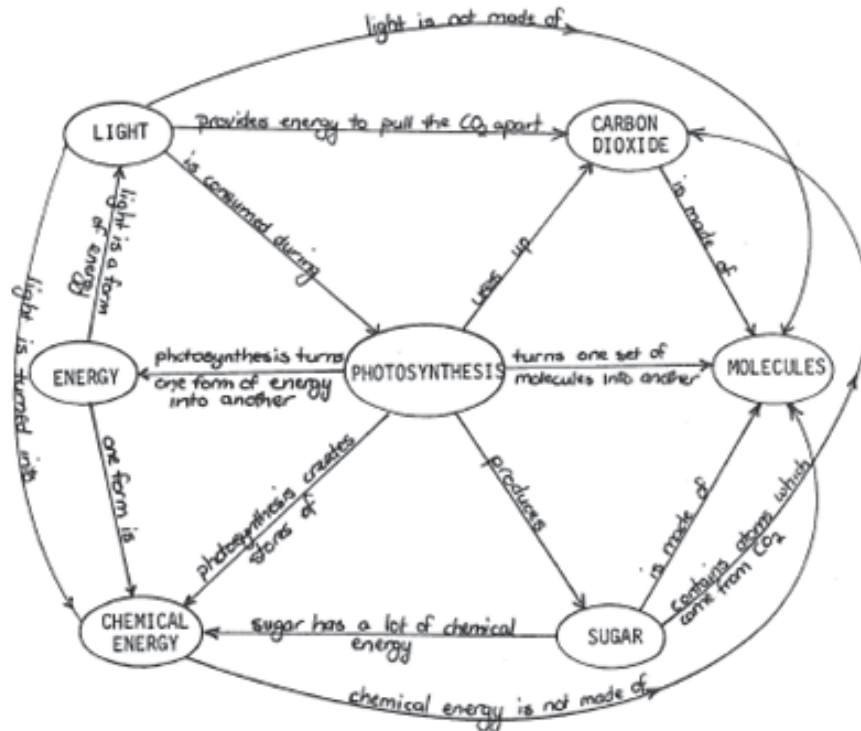
Laboratoriearbejde

I forlængelse af den teoretiske undervisning (forelæsning og case) lavede en gruppe af de studerende et projekt indenfor emnet *carbohydrate degrading enzymes*. De havde 4 dage til arbejdet i laboratoriet og derudover et par dage med mulighed for vejledning i forbindelse med projektbeskrivelse, diskussion af resultater, statistik, skriveproces mm. Arbejdstitlen på de studerendes projekt var “Development of a barley drink with fibre functionality” – med direkte link til case-arbejdet. I kursusbeskrivelsen var der lagt op til at projektets indhold skulle defineres af de studerende selv men med assistance fra os vejledere.

For at forsøge at sikre de studerende en dybere forståelse af den teoretiske viden samt hjælpe dem til at omsætte den til praksis i laboratoriet, valgte vi at inddrage en teoretisk øvelse undervejs i projektdelen. De studerende blev på dag 2 sat til at udvikle et begrebskort (Novak 1990, White & Gunstone 1992) (jvf. Figur 23.1) over emnet *carbohydrate degrading enzymes* – vores rolle var primært at rammesætte øvelsen og derefter følge med på sidelinjen. Øvelsen gik i praksis ud på at de studerende skulle placere post its med relevante fagtermer på tavlen og herefter forbinde sedlerne med pile der viste sammenhænge. Øvelsen skulle understøtte de allerede opsatte læringsmål (substrat → enzym → produkt). Ved at danne et loop fra den teoretiske viden over til det praktiske arbejde, håbede vi på at hjælpe de studerende til at:

- synliggøre viden for dem selv
- strukturere svært stof
- se den røde tråd mellem teoretiske viden og observationer i laboratoriet
- planlægge det videre laboratoriearbejde
- disponere projektopgaven

Vores erfaringer fra tidligere års projektarbejde i laboratoriet har antydnet at der er stor forskel på hvor selvstændigt og problemorienteret de studerende



Figur 23.1. Eksempel på begrebskort (White & Gunstone 1992).

arbejder. Desuden har vi bemærket at nogle studerende møder op til laboratoriearbejdet og forventer en dags praktisk arbejde planlagt af vejlederen. De samme studerende har tendens til at tro at laboratoriearbejdet ikke nødvendigvis kræver en på dagen teoretisk tankegang. Vi mener at dette er en faldgrube til at miste den røde tråd mellem teori og praksis – noget som de ofte kæmper med at genfinde og inkludere ved rapportskrivningen.

Vi havde tilrettelagt dette års laboratoriearbejde således at vi overlod initiativet mere og mere til de studerende i løbet af de fire laboratedage (Tamir 1989), jvf. Tabel 1. Vi håbede derigennem at kunne øge de studerendes dybdelæring med det åbne spørgsmål som motivationsfaktor.

Resultater & diskussion

Forelæsning og case-arbejde

Først og fremmest har det at arbejde med læringsmål givet en god rammesætning for både de studerende og os undervisere, idet man er afklaret med at dagens "pensum" er i hus, samtidig med at snakken er gået på løst og

Tabel 23.1. Levels of Laboratory Openness (Tamir 1989).

LEVEL	PROBLEM	WAYS & MEANS	ANSWERS
0	Given	Given	Given
1	Given	Given	Open
2	Given	Open	Open
3	Open	Open	Open

fast indenfor emnet. Alignment via læringsmål vil fremover være et fast udgangspunkt for vores undervisning.

Det gav god dynamik i undervisningen at inddrage de studerende mere i snakken omkring slides – via spørgsmål og quizzes. Fremover skal der være endnu mere plads til dette, hvilket der også viste sig at være god tid til da læringsmængden var vel afbalanceret.

Fokus på forskningsbaseret undervisning via eksempler på anvendelse i industrien og case-arbejde med en aktuel proces gav generelt god feedback i form af engagerede og nysgerrige studerende. Brugen af “kognitive knager” er ligeledes noget vi tager med videre fremover. Efter undervisningen gav flere studerende udtryk for at det netop var de mange eksempler, der gav dem blod på tanden efter at komme ud og arbejde efter studiet. At kunne videregive sådan en motivation, mener vi, er rigtig vigtigt.

Vi mener, at de studerende ved dette års undervisning i *carbohydrate degrading enzymes* opnåede en dybere læring af stoffet godt hjulpet på vej af flere “loops” omkring de svære områder og mere dialog. Fremover vil vi som udgangspunkt lokalisere teknisk svære emner i undervisningen og bl.a. arbejde hen over disse flere gange undervejs.

Generelt gav de studerende udtryk for at de havde fået et godt udbytte af forelæsning og case jf. kursusevalueringen (Bilag A): “*Kulhydrat forelæsningen var rigtig god*”. “*Mettes lecture, and the way she structured it was absolutely great! Probably my favourite lecture*”. Ydermere, gav de studerende udtryk for at de gerne ville have tilsvarende case-arbejde indenfor de øvrige enzyme-områder. “*More case studies regarding the application of food enzymes*”. Dette ser vi som et udviklingspotentiale for kurset generelt.

Laboratoriearbejde

Den teoretiske øvelse forløb fint med god stemning og engagerede studerende. Begrebskortene gav de studerende en repetition af teoretisk stof fra forelæsningen og dermed et overblik over hele emnet *carbohydrate degradation enzymes*. Samtidig gjorde de studerende selv nye opdagelser om sammenhænge imellem de allerede kendte begreber. De studerende kunne på denne måde bruge øvelsen til selvevaluering.

De studerende iagttog ihærdigt deres eget arbejde undervejs og det fungerede rigtig godt at de kunne se diskussionen udforme sig på tavlen. Til tider var snakket meget "nørdet" hvilket sikkert ville have tabt de "svage" studerende, hvis man havde taget snakken i laboratoriet uden et begrebskort. Idet emnet er meget komplekst, mener vi, at visualiseringen kombineret med dialog medvirkede til en dybere læring i modsætning til tidligere års mere overfladeprægede læring (Schwartz & Bransford 1998).

Igennem øvelsen ønskede vi at få svar på om de studerende forstod teorien og samtidig om de blev bedre til at træffe de rette valg i forbindelse med laboratoriearbejdet. Vi observerede halvvejs igennem øvelsen (da kortet var nogenlunde på plads) at de studerende begyndte at referere til deres eget projekt og arbejdet i laboratoriet. En pegede på en pil i skemaet "*det er jo det vi håber på at få svar på i vores forsøg!*".

Endnu et mål med øvelsen var at få alle de studerende – ikke kun de "stærke" – til at deltage i den fælles diskussion. I modsætning til en forelæsningssituation har man mulighed for at involvere alle i den faglige dialog når der kun er tale om fem i en gruppe. Vi fornemmede hurtigt at et par af de studerende tøvede med at tage tuschen og skrive på begrebskortet, hvorefter vi besluttede at tuschen skulle gå på omgang ved bordet. Erfaringen her må være at rammesætning og styring af øvelsen er vigtig.

Overordnet mener vi at et af de vigtigste aspekter ved øvelsen var at de studerende til sidst gav udtryk for at være vældig tilfredse med dem selv og deres egen læring. En udbrød "super – I get so smart".

I forbindelse med vores inddragelse af konceptet, *Laboratory openness*, oplevede vi god respons. "*I really liked that we had to design our own experiment, very fun and I learned a lot.*" (Bilag A). En anden kommentar i evalueringen giver udtryk for at de projektgrupper, hvor muligheden for selvstændig projektudvikling ikke blev udnyttet gav anledning til frustration blandt de studerende: "*Regarding the project work a number of improvements could be made: - We were told that we had the option to come*

up with projects ourselves, in reality it was not an option though. Which gave us students false hope.”

Til gengæld har den selvstændige tilgang til laboratoriearbejdet også nogle faldgruber: *“The amount of time for the laboratory work is rather limited, 24 hours in total. My group ended up spending roughly 36 hours. I find it highly disrespectful to expect us students, considering that we might be following other courses, to just stay for longer”* (Bilag A). Vi mener, en bedre rammesætning og forventningsafstemning kan være med til at løse dette problem. Og som en studerende foreslår, kunne dette evt. gøres i plenum undervejs i forelæsningsrækken: *“Maybe a short lecture on how to plan a project and what typical mistakes are seen”* (Bilag A).

Igennem dette undervisningsforløb mener vi at have konstrueret både forelæsningsen og laboratoriearbejdet som en blanding af teori og praksis. De 2½ time i undervisningslokalet indbefattede teoretisk undervisning med løbende studenteraktiverende opgaver samt case-arbejde. Ligeledes blev en teoretisk øvelse inddraget under laboratoriearbejdet. Ifølge litteraturen kan læringsudbyttet påvirkes af rækkefølgen af teoretisk og praktisk undervisning (Bransford et al. 2000). Vores erfaringer fra dette kursus har dog vist at det ikke nødvendigvis er rækkefølgen der er vigtigst, men nærmere at benytte en kombination af de to undervisningsformer igennem hele forløbet.

Konklusion & perspektivering

Overordnet fik vi positiv respons på brugen af de pædagogiske værktøjer vi havde udset os; inddragelse af læringsmål, dialog, aktiviteter og problemorientering i forelæsningsen, samt brugen af begrebskort og gradvis øgning af selvstændighedsgraden i laboratoriet.

Vi ser dialogen, både ved forelæsningsen, casen, vejledningen i forbindelse med laboratoriearbejdet og øvelsen med begrebskort, som det vigtigste værktøj til at gennemskue hvor de studerende mister sammenhængen mellem den teoretiske viden og det praktiske arbejde. Igen gennem dialogen formåede vi at bygge bro imellem de studerendes faglige forudsætninger og vores faglige forventninger, hvilket har været en faldgrube ved tidligere års undervisning.

På baggrund af bedre kvalificerede spørgsmål fra de studerende ved dette års forelæsning, case og laboratorieøvelse i *carbohydrate degrading enzymes*, er det vores indtryk, at de studerende opnåede en dybere forståelse af emnet i forhold til tidligere år. Ydermere er det vores opfattelse at de

havde nemmere ved at behandle teori og resultater i deres rapporter. Generelt var de mere selvstændige i læringsprocessen og deres faglige selvtillid voksede tydeligvis undervejs.

Fremover vil vi fastholde de ved dette års undervisning implementerede værktøjer og udbrede disse til vores øvrige undervisning.

Feedback fra faglig vejleder (Lektor Birthe Møller Jespersen, KU-FOOD)

Det har været meget positivt og inspirerende at være faglig vejleder for Mette og Mette i forbindelse med det pædagogiske arbejde om kurset *Food Enzymes and Applications*. Efter flere år hvor den røde tråd i undervisningen om *carbohydrate degrading enzymes* ikke har været tydelig, er det meget inspirerende at se, hvordan hele undervisningen er blevet løftet ved at være bevidst om:

- læringsmål
- aktivering af studerende
- kompetente undervisere

Jeg er enig med beskrivelserne og konklusionerne ovenfor og vil arbejde på at fastholde denne undervisningsform i *Food Enzymes and Applications*.

Samtidig vil jeg arbejde på at udbrede den pædagogiske virkning af tydelige læringsmål og aktivering af studerende til andre kursusansvarlige og undervisere - eksempelvis ved præsentation af dette undervisnings-setup ved et sektionsmøde. Der er ingen tvivl om at dette kan forbedre undervisningen og læringen effektivt.

A Kursusevaluering (2015) (NFOK14021U)

Statistics

Results: Food Enzymes and Applications B3-3F15

Statistics Schema A

25 could answer this evaluation form
 15 have answered this evaluation form
 60.00 % answer percentage: (15/25) * 100

Schema A: 7.5 ECTS credit course

1	My average weekly workload on this course was (incl. lessons, preparation, written work, etc.):	(15 answers)
	Less than 10 hours	3 20.00
	10-15 hours	2 13.33
	15-20 hours	7 46.67
	20-25 hours	2 13.33
	More than 25 hours	1 6.67

Schema A: Course Evaluation

1	Given my background, the academic level of the course is:	
	Far too low	0 0.00
		4 26.67
		10 66.67
		0 0.00
	Far too high	1 6.67
2	In my opinion, the workload on the course is:	
	Far too small	0 0.00
		2 13.33
		11 73.33
		2 13.33
	Far too large	0 0.00
3	I believe that I have acquired the competencies described in the course objectives	
	Totally disagree	1 6.67
		3 20.00
		4 26.67
		5 33.33
	Totally agree	2 13.33
4	In my opinion, the individual subelements (lectures, exercises, etc.) of the course were logically connected	
	Totally disagree	0 0.00
		3 20.00
		6 40.00
		5 33.33
	Totally agree	1 6.67
5	In my opinion, the teaching material was relevant to the course	
	Totally disagree	0 0.00
		1 6.67
		5 33.33
		8 53.33
	Totally agree	1 6.67
6	In my opinion, I have received relevant academic feedback on my oral and written work on the course	
	Totally disagree	2 13.33
		5 33.33
		5 33.33
		3 20.00
	Totally agree	0 0.00
7	In my opinion, I have had access to the necessary information about the course	
	Totally disagree	0 0.00
		0 0.00
		3 20.00
		8 53.33
	Totally agree	4 26.67
8	Overall, I find that the course has been useful	
	Totally disagree	1 6.67
		4 26.67
		4 26.67
		5 33.33
	Totally agree	1 6.67

What was good about the course? Why?**(15 answers)**

- [redacted] forventede vi havde viden om slagtning. Den ligger meget langt væk og gjorde artiklen til casen uforståelig. [redacted] holdt en virkelig kedelig forelæsning. Man skulle ikke tro han faktisk var interesseret i emnet eller at formidle viden.
Gruppe oplæg med [redacted] var meget intimiderende med hende der trak et æggeur op for at holde tiden.
Kulhydrat forelæsninger var rigtig gode. Super vi ikke behøvede at lave alle "telling number" – eksperimenter igen igen.
[redacted] skal være venlig at skrive større og mere tydeligt samt beskrive hvad de forskellige "bogstaver" står for. Ellers super fint
Super med masser af information om kurset og opbygning. Dog vær opmærksom på at alle ikke tjekker mails ofte. Nævn gerne vigtige informationer til forelæsning også.
Første practical aflevering endte med rigtig meget dobbeltarbejde med navne på afsnit, intro, purpose, materialer osv. Meget blev omskrivning og det lærer jeg ikke noget af.
Kunne være fedt med en forklaring omkring hvorfor vi skal lave en "paper". Hvad er formålet?
- It was/is interesting to plan and do our own project.
Great trip to Novozymes.
- The materials are all compile in the compendium. So, it is easier to read and understand.
- Practicals and the final paper. Because i believe experience in a laboratory is fundamental to concretely connect the theory with the practical enzyme application.
- Over all I found the lectures to be great. I really like that we had lecturers from different departments of FOOD lecturing the different subjects. Ie [redacted] who is an expert in Trans Glutaminase. Also it is great having people from the industry doing lectures, ie. the lecturer from Dupont that talked about enzymes in the baking industry was really good.

I really like the idea that we have a months worth of project work.

Mettes lecture, and the way she structured it was absolutely great! Probably my favourite lecture.

- The very thorough course plan, and the fact that almost all lecture slides etc. was made available from the beginning.
- workload is just right
- Excursion to Novozymes, get insight to the industry
- I really liked that we had to design our own experiment, very fun and I learned a lot. The excursion to Novozymes was really fun.

I would like to propose the following improvements**(15 answers)**

- Ovenstående...
- Maybe a short lecture on how to plan a project and what typical mistakes are seen.
- Some of the literature are out of date. For instance the literature about the use of enzyme.
- I am sure that [redacted] has the best of intentions, but I really do not think that she is the best at communicating Science. While I know she is the course responsible, and I appreciate the efforts made in putting together a very thorough course plan etc. I do not think she should be lecturing. I really like when the lecturer asks questions, but when the questions differ so much in difficulty it easily confuses the students. While I can not name the specific example, during one of her lectures [redacted] asked a question similar to "Which letter comes after A in the alphabet?" and then followed it with a question like "What is the weight of the sun?" five minutes later, this was during the first or second lecture, and we were really unsure if she actually expected us to be able to answer her second question after having barely been introduced to the course.

The practicals were not very time consuming, and had we started at 8 thursday morning I am sure that it would have been possible to do both of the practicals in one day.

The two laboratory reports from the practicals should just be required in order to be allowed to pass the course, and should not count as part of the final grade, just like in any other course that we have had on the bachelor.

This would leave room for an oral examination.

I suggest that you have a talk with [redacted] from Quality and Control, he tested a new type of exam in the Chemometrics course last year, which worked really well.

Throughout the course 4 cases were prepared by the students, the students were put in new groups for each case. The case work was submitted as 5 slides, the lecturer then did a case presentation, where some of the best and worst slides from the groups were discussed, and the given group got to explain/defend themselves. For each case, each group had to evaluate another groups presentation and write 1-2 pages of comments, these were then sent to the respective groups. For the exam, a paper based on the 4 x case comments each student had recieved. Given the nature of the course, each student then had to come up with a new model or a new way of interpreting data in some of the cases.

The following oral exam was then based on the paper which the examiner and censor had read through. And then spread to cover the rest of the course curriculum.

Regarding the project work a number of improvements could be made:

- We were told that we had the option to come up with projects our selves, in reality it was not an option though. Which gave us students false hope

- The project groups are too big, in my group we are 5, which means that during most of our labwork we are two people looking over the shoulder of two people actually doing something. 2-3 people in each group would be much better.

- Regarding the projects, I felt that there were too many dairy related projects. While I know that the enzymes are the focus, it always helps if the student can relate.

- The amount of time for the laboratory work is rather limited, 24 hours in total. My group ended up spending roughly 36 hours. I find it highly disrespectful to expect us students, considering that we might be following other courses, to just stay for longer.

- With the limited amount of time for lab work, the project framework should probably have been a bit more rigid. While I like that we have choices to make in regards to the experiment design, it is problematic when you end up spending 5+ hours, of the limited 24 lab work ours, on working out how to conduct experiment xyz, and discussing experiment design with supervisors and lab technicians.

Regarding the first lecture where we had to present our selves. I am unsure of the purpose of this. Is the purpose is to adjust the academic level based on how much experience we have had with enzymes? Is it because the course is usually populated by alot of foreign students? Because it seemed without purpose to have the students, of which at least 60% were students from FOOD, present that we had all had the same courses in biochemistry etc.

- uncomfortable classroom
- More case studies regarding the application of food enzymes.
- All the reports should either be handed in as a group report or handed in individually.

All contributions to this volume can be found at:

http://www.ind.ku.dk/publikationer/up_projekter/2015-8/

The bibliography can be found at:

http://www.ind.ku.dk/publikationer/up_projekter/

[kapitler/2015_vol8_nr1-2_bibliography.pdf](http://www.ind.ku.dk/publikationer/up_projekter/kapitler/2015_vol8_nr1-2_bibliography.pdf)