

Uniped, årg. 38, nr. 4-2015, s. 353–362
ISSN online: 1893-8981

PEER REVIEWED ARTICLE

Meningsfuld begynderundervisning i matematisk analyse

Mette Andresen
Førsteamanuensis, ph.d.
Matematisk Institut
Universitet i Bergen
mette.andresen@uib.no

SAMMENDRAG

Artiklen præsenterer studiet af en mindre ændring i organiseringen af undervisningen på et førsteårskursus, gennemført i efteråret 2013 på Matematisk Institut, UiB (Universitetet i Bergen, Norge). Underviseren ønskede at omorganisere kurset, så de studerende blev mere ansvarlige for deres egen læring. Artiklen bringer didaktiske refleksioner over underviserens belæg for den gennemførte omorganisering. Studiet, som præsenteres, var hverken kvantitativt eller komparativt. Det indsamlede datamateriale tyder ikke på, at de studerendes arbejdsformer eller indbyrdes samarbejde adskilte sig fra tidligere år. Men de studerende på kurset fik bedre resultater til eksamen end tidligere år, idet gennemførelsesprocenten var højere.

Nøgleord

begynderundervisning tertiært niveau, udvikling af undervisning, studerendes arbejdsmønstre, professionel autonomi, kvalitativ metode, studie gennemstrømning.

ABSTRACT

This article presents a study of a minor reversion of a first year course in calculus at Mathematics Department, University of Bergen, Norway. The lecturer's goal was to force the students to take responsibility for their own learning. The article brings reflections upon the lecturer's professional autonomy and background for the revision of the course. The study was neither quantitative nor comparative. Data do not suggest that the students' working habits had changed. The rate of passing students, though, had increased.

Keywords

first year course in mathematics, students' responsibility, lecturers' professional autonomy, qualitative methods, increased passing rate.


UNIVERSITETSFORLAGET

 idunn.no
Nordiske tidsskrifter på nett

This article is downloaded from www.idunn.no. © 2015 Mette Andresen. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons CC-BY 4.0 License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially, provided the original work is properly cited and states its license.

BAGGRUND OG METODE

Det kvalitative studie af omorganiseringen

I denne artikel præsenteres en omorganisering af førsteårsundervisningen i matematisk analyse på UiB, gennemført med henblik på at fremme de studerendes ansvarlighed over for eget og andres udbytte af studierne samt øge deres følelse af fremgang og mestring. Artiklen bringer resultatet af et sammensat, henholdsvis teoretisk og kvalitativt, studie, som belyser baggrunden for omlægningen, samt hvilken observerbar virkning omorganiseringen havde på de studerendes arbejde og deres resultater. Studiet, gennemført som såkaldt følgeforskning af denne artikels forfatter, omfattede ikke målinger af de studerendes fremmøde, tidsforbrug eller løsning af opgaver. Der indgik heller ikke indsamling af data med henblik på sammenligning i form af for eksempel før- og eftertest. Da studiet således hverken var kvantitativt eller komparativt, kan resultaterne ikke bruges til at drage klare konklusioner om veldefinerede virkninger af konkrete tiltag.

Følgeforskningsprojektet sigtede mod at belyse følgende spørgsmål:

- 1 Hvilket belæg er der for, at omlægningen kan have den ønskede virkning?
- 2 Er det muligt at spore nogen virkning af omlægningen gennem en kvalitativ undersøgelse af de studerendes arbejdsmåder og arbejdsmønstre, herunder: Er det muligt at spore nogen virkning af omlægningen i de studerendes eksamensresultater?

Spørgsmål 1 blev belyst gennem analyse af den konkrete omlægning sammenholdt med tilgængelig viden om og erfaring med udviklingen af undervisning på institutioner af samme type som UiB. Den tilgængelige viden og erfaring er præsenteret her i artiklen og tjener som ramme for didaktiske refleksioner over omorganiseringen i hele studiet.

Metoden for den kvalitative undersøgelse i spørgsmål 2 bestod i at følge omlægningen af undervisningen gennem interviews og klasserumsobservationer og derefter vurdere de indsamlede data i forhold til rammen. Målet med studiet var altså ikke at fremskaffe evidens for en bestemt sammenhæng mellem organisering af undervisningen og de studerendes læringsmæssige udbytte, ligesom der var ikke en forventning om egentlig didaktisk teoriudvikling. Hensigten var blot at tilvejebringe såkaldt blød evidens for sammenhæng mellem måden at organisere undervisningen på og de studerendes arbejdsmåder, arbejdsmønstre og eksamensresultater.

Under det kvalitative studie blev data indsamlet i form af observationer gennemført i uge 38, 2013, af en forelæsning, et møde med gruppelederne, gruppeundervisning i alt 6 gange (1 eller 2 lektioner per gang) i 4 (ud af 15) grupper udvalgt efter specialisering. Desuden blev der gennemført en webbaseret spørgeskemaundersøgelse med svar fra 8 gruppeledere (ud af 15 mulige) en måned

efter afholdelse af eksamen, et interview med underviseren gennemført efter eksamen, uformelle samtaler med underviseren og enkelte grupeledere før, under og efter forløbet, et skriftligt oplæg fra underviseren om omorganiseringen af kurset og et referat fra planlægningsmøde om tilrettelæggelsen af førsteårsundervisningen i matematik.

Ramme for didaktiske refleksioner over omorganiseringen

Som ramme for fortolkningen af data og for didaktiske refleksioner i forbindelse med undersøgelsen bygger artiklen på forskningsbaseret viden om udvikling af matematikundervisning i Sverige (Myndigheten for Skolutvecklings 'Matte projektet') præsenteret i Andresen og Henriksen (2010) og på erfaringer med udvikling af undervisningen på ingeniøruddannelserne såvel i Danmark (ingeniøruddannelsernes pædagogiske netværk, ipn) præsenteret i Andresen og Thorslund (2006) som i Sverige (på Lund Tekniske Højskole LTH) præsenteret i Andresen, Goldbeck og Jacobsen (2004). Fælles for disse præsentationer er deres fokus på underviseren/læreren som ekspert på egen undervisning inden for matematik og naturvidenskabelige fag. Overførselsværdien af viden og erfaringer bygger på en høj grad af lighed mellem institutionstyperne og deres studerende, blandt andet fordi en stor del af de studerende tager førsteårskurset på UiB som støttefag i et studium, der ikke er ren matematik.

OMORGANISERINGEN AF FØRSTEÅRSKURSET

Førsteårskurset (10 ECTS-point) i elementær matematisk analyse havde hidtil været organiseret med forelæsninger samt opgavevejledning og opgaveregning på hold sammensat efter studieretning med mellem 19 og 30 studerende per hold og en ældre studerende som grupeleder. Gruppelederne forestod gennemgang af opgaver og rettede indleveringsopgaver, stillet af underviseren, fra gruppen.

Baggrunden for omorganiseringen var indtrykket hos underviseren (tidligere år) af, at de studerende brugte for lidt tid på studierne og dermed ikke udnyttede deres potentiale godt nok, ligesom for mange studerende, som egentlig havde de faglige forudsætninger i orden, dumpede eller holdt op.

Undervisningstilbuddene på kurset inden omorganiseringen bestod af 2 timers regnegrupper på hold med grupeleder, 2 timers seminar med gennemgang i forelæsningsform af opgaver ved en grupeleder for omkring 100 studerende, 2 timers såkaldt orakeltjeneste med individuel opgaveløsning med mulighed for at få hjælp af en underviser, 3 timers forelæsning med gennemgang af lærebogen ved underviseren for op mod 200 studerende og 1 kontakttime med forelæsning over ønsker og spørgsmål fra de studerende ved underviseren. Altså i alt 10 timer. Der blev stillet ugeopgaver, som de studerende skulle arbejde med individuelt og i regnegrupperne, og seminaropgaver, som mindede meget om

ugeopgaverne. Desuden blev der udleveret 2 obligatoriske indleveringssæt, som skulle besvares, og besvarelsen skulle godkendes, før den studerende kunne gå til eksamen.

Flere mindre opgavesæt og mere ansvar

Underviseren på kurset forestod omorganiseringen af kurset på baggrund af sine egne didaktiske refleksioner over tidligere erfaringer med dette kursus. Denne type fagudvikling er karakteristisk for undervisning i miljøer med høj grad af autonomi, og dens muligheder for at lykkes afhænger af underviserens professionalisme. Implementeringen foregik, ved at underviseren på de ugentlige møder med gruppelederne forklarede, hvad formålet var, og drøftede den konkrete undervisning med gruppelederne. På et indledende møde med de studerende blev tonen slået an for at opmuntre de studerende til at engagere sig i undervisningen på kurset og i hele deres studium, ikke mindst med hensyn til tidsforbruget.

Omorganiseringen af kurset indebar, at de studerende frem for de 2 større obligatoriske opgaveafleveringer fik 8 mindre sæt med 4 opgaver i hvert sæt jævnt fordelt over semestret. Ugeopgaverne var bevaret og skulle rettes af gruppelederne. Hensigten med dette var ifølge underviseren, at de studerende skulle presses, og dermed vænnes, til at arbejde kontinuerligt med kurset gennem hele semestret. Det skulle ikke længere være muligt for de studerende at lægge arbejdet med kurset fra sig i længere tid ad gangen.

Der blev indført en mappeevaluering, som indebar, at indleveringsopgaverne, samlet i en mappe, skulle godkendes, før den studerende kunne gå til eksamen. Mappen skulle omfatte mindst 6 godkendte indleveringssæt ud af de 8 indleveringer, og hvert sæt kunne godkendes, hvis den studerende havde arbejdet med mindst 3 af de 4 opgaver i sættet. Opgaverne behøvede altså ikke nødvendigvis at være løst, for at sættet kunne godkendes. Hvis en studerende kun havde 4 godkendte opgavesæt i mappen, kunne der suppleres op til 18 opgaver fra en liste over opgaver udarbejdet af underviseren. Underviserens tanker med dette var at flytte fokus for de studerendes opmærksomhed fra at levere et korrekt facit til at arbejde på at komme til at forstå og lære de relevante matematiske tankegange, sammenhænge og begreber. Det skulle derfor kunne tælle, hvis den enkelte studerende havde forsøgt sig med, og arbejdet med, en opgave, selvom han eller hun ikke var kommet igennem hele opgaven.

Desuden blev noget af undervisningstiden omlagt fra orakeltimerne til 2-timers kollokvier, hvor de studerende i grupper på 4-5 personer skulle forberede sig til gruppetimen alene, dvs. uden gruppeleder eller underviser. Meningen med denne omlægning var ifølge underviseren, at de studerende skulle lære at samarbejde bedre indbyrdes og ledes til at tage større ansvar for at udnytte både deres eget og andres faglige potentiale.

DE STUDERENDES ARBEJDSMÅDER OG RESULTATER

Observationerne og den øvrige dataindsamling har i vidt omfang skullet afdække de studerendes arbejdsmønstre og samarbejde. I et interview den 19. marts med to gruppeledere (G1 og G2) spurgte interviewer (I), hvad det største problem på MAT111 havde været:

G1: Nej, det går jo på indsatsen, det er min klare opfattelse.

I: Det største problem er altså, at ...

G1: Altså, de arbejder ... hvis de arbejdede tilpas hårdt frem mod slutningen, på en måde, af semesteret, det synes jeg, jeg mærker tydeligt (...).

I: Så du tænker, at folk ikke får gjort nok på egen hånd?

G1: Ja (...).

G2: Ja det er lidt sådan, men nu er vi jo begyndt med 8 afleveringer, så bliver de lidt mere tvunget til at arbejde.

I: Fra starten.

G2: Ja, det kan virke lidt forstyrrende, fordi folk fokuserer mere på det, end at man bare må løse opgaverne for at lære sig ting, men jeg tror i hvert fald, det er godt for vældig mange.

I: Tænker du også, at det trækker den rigtige vej?

G1: Ja, jeg synes, de indleveringer er vældig gode, får alle igennem (...).

Der var enighed om, at opgavernes omfang og niveau var passende. Eneste mulige forbedring, som blev nævnt, var, at man måske skulle forsimpler udbudet af kursusaktiviteter.



Figur 1.

Det typiske mønster for studerende i gruppetimerne viste sig under observationerne, med visse variationer at være som det almindeligt udbredte ifølge tilgængelige erfaringer (se kilderne til afsnit 4 i denne artikel). Det følgende brudstykke fra en gruppetime kan illustrere, at de studerende arbejder asynkront (på forskellige opgaver) og viser helt løsrevne udvekslinger af hjælp:

De studerende sidder omkring et bord som på Figur 1.

S1 (er i gang med at hjælpe S2, som har spurgt S1 til råds om en løsning):
Så bliver k lig c og n lig med (...) fordi ...

S2: Åh ja, så er k lig med -1 .

S4 (taler ikke til S2): Da bliver det $-1-c$ der.

S3 (bøjer sig ind over bordet og peger på S4's papir): (...) når du differentierer dette, får du -1 gange cosinus gange dette, gange ...

S4: Mmm.

S3 (fortsætter udregningen): Og så stemmer det.

S4: Ja.

De studerendes arbejds mønster er karakteriseret ved, at de sidder i en åben gruppestruktur, og som hovedregel arbejder de individuelt og asynkront med opgaverne. Det er almindeligt, at der udveksles mellemresultater og endeligt facit på kryds og tværs, oftest i et løst etableret hierarki, sådan at den eller de dygtigste i gruppen, som også er hurtigst til at finde fremgangsmåder, eksempler i bogen og resultater, bliver spurgt af de næstdygtigste, som igen bliver spurgt af dem, der er længere nede i hierarkiet. I velfungerende grupper er det legitimt også at bede om, og få, en forklaring på fremgangsmåden eller en begrundelse for resultatet. Hvis ingen kan få hul på eller komme igennem en opgave, tilkaldes der hjælp fra læreren. Det betyder, at alle de studerende har gode chancer for at få hjælp, og nogen har også anledning til at hjælpe og forklare. Datamaterialet omfatter en lang række eksempler på sådanne situationer, hvor omfanget og hyppigheden af de indbyrdes udvekslinger varierer. Det er karakteristisk for arbejds mønsteret, at de studerende ikke tilstræber nogen form for enighed eller fælles løsning, hvilket for eksempel giver sig udtryk i, at man så godt som aldrig hører to eller flere studerende argumentere over for hinanden for forskellige farbare løsningsmetoder, ligesom der ikke i øvrigt er fælles ligeværdige diskussioner i gruppen vedrørende strategivalg eller metode. To studerende, som har hver sin idé, vil typisk forsøge at løse opgaven på hver sin måde, og evt. kontrollere resultaterne med hinanden, en evt. facitliste, flertallet og/eller den ledende i gruppen eller læreren (i den nævnte rækkefølge).

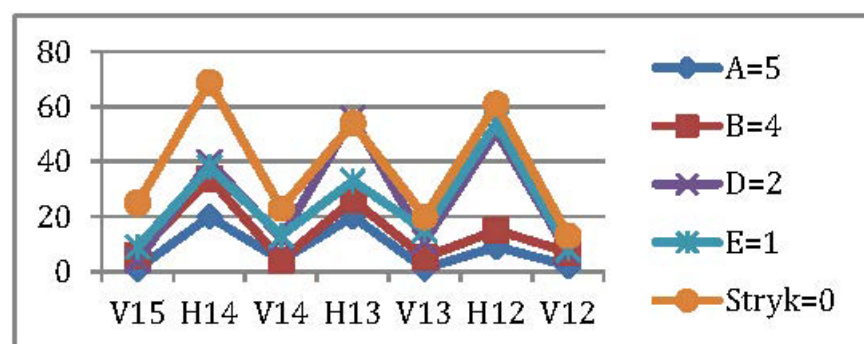
Hvis intentionerne med omorganiseringen skulle opfyldes fuldt ud, så hovedparten af de studerende kom til at indgå i egentlige samarbejder, ville det indebære, at sådanne ligeværdige diskussioner forekom jævnlige. Det er vanskeligt at forestille sig dette, medmindre den hierarkiske spørgestruktur på forhånd i nogen grad var blevet nedbrudt. Men denne struktur er både vidt udbredt og dybt indarbejdet.

De studerendes eksamensresultater sammenlignet med de foregående og de efterfølgende år (Figur 2), hvor omlægningen blev trukket tilbage på grund af manglende resurser på instituttet, viser, at en større andel af de studerende, som gennemførte kurset i efteråret 13, bestod eksamen. Det gennemsnitlige eksamensresultat blandt de, som bestod, lå lige under karakteren C, hvilket ikke var signifikant bedre end andre år. Figur 3 viser karakterfordelingen ved de enkelte eksaminer.

Det fremgår af data, at der ikke var mindre frafald i efteråret 13, idet andelen opmødte af de tilmeldte, altså den andel af de tilmeldte som gik op til eksamen, var den samme efteråret før og efter. Eksamens karaktererne fordelte sig heller ikke nævneværdigt anderledes blandt de studenter, der bestod i efteråret 13 sammenlignet med efteråret før og efter.

	V15	H14	V14	H13	V13	H12	V12
Antal tilmeldte	91	359	108	364	106	302	85
Antal fremmødte	52	293	76	286	67	232	48
Antal, som ikke gennemfører eksamen	4	4	1	2	0	5	0
Antal, som har bestået eksamen	23	220	52	230	47	166	35
Procentdel af de tilmeldte, som har bestået eksamen	25,3	61,3	48,1	63,2	44,3	55,0	41,2
Procentdel af de fremmødte, som har bestået eksamen	44,2	75,1	68,4	80,4	70,1	71,6	72,9
Gennemsnit for dem, der har bestået eksamen	2,4	2,8	2,5	2,8	2,3	2,2	2,7
Fremmødtes andel af de tilmeldte	0,6	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6

Figur 2.



Figur 3.

DIDAKTISKE REFLEKSJONER

I den indledende analyse i (Andresen & Henriksen, 2010) konkluderes det blandt andet, at en vigtig fremdriftsfaktor (en såkaldt progress factor) for udvikling af matematikundervisningen i Sverige gennem 'Matte Projektet' er muligheden for at kunne fokusere direkte på den enkelte lærers praksis og tage udgangspunkt i konkrete undervisningsmaterialer. Den indledende analyse omfatter en detaljeret gennemgang og sammenfatning af nyere forskningsresultater inden for udvikling af matematikundervisning baseret hovedsagelig på Mouwitz (2001) og Sowder (2007). En af hovedpointerne i analysen er, at en succesfuld ændring af undervisningen i matematik, ud over de nødvendige ressourcer i form af blandt andet tid, forudsætter overensstemmelse mellem det nye indhold i undervisningen og de formelle rammer, uddannelsens struktur og institutionens kultur. En succesfuld ændring i matematikundervisningen skal altså ske med læreren i centrum og i overensstemmelse med den lokale studiekultur. Begge kriterier er fuldt opfyldt i den aktuelle omorganisering på UiB, idet underviseren/læreren selv forestod hele omorganiseringen på baggrund af tidligere erfaringer med samme kursus samme sted. Såvel (Andresen & Thorslund, 2006) som (Andresen, Goldbech & Jacobsen, 2004) giver detaljerede og samsvarende indblik i undervisningskulturer på uddannelser, der minder meget om begynderundervisningen i matematik på UiB. Den førstnævnte fra undervisernes side, den anden også i høj grad set i de studerendes perspektiv. I (Andresen & Thorslund, 2006) karakteriseres forskellige metoder til læreres professionelle udvikling blandt andet ved den involverede lærers professionelle modenhed (forstået i overensstemmelse med Erling Dales model (Dale, 2008)). Den aktuelle omorganisering af førsteårsundervisningen på UiB er karakteriseret ved underviserens årelange erfaring med kurset og institutionen og ved at tage udgangspunkt i selve undervisningen, ikke for eksempel i forbindelse med et overordnet styret pædagogisk projekt eller formelt kursusforløb. Indholdet i omorganiseringen havde dermed rod i underviserens professionelle viden og erfaringer, i modsætning til for eksempel etableret forskningsbaseret didaktisk teori. En sådan omlægning eller omorganisering af undervisning knyttes i (Andresen & Thorslund, 2006) sammen med forskning i erfaringslæring, som ifølge Høyrup (2004) og i overensstemmelse med (Schön, 2001) tager udgangspunkt i et bredt spektrum af refleksion spændende fra introspektion til blandt andet feedback fra studerende og kolleger. Det betyder, at den aktuelle omorganisering må anses for velbegrundet, idet den autoriseres af underviserens professionalitet.

De gennemførte observationer af undervisningen på LTH og UiB giver anledning til at anse overførselsværdien af resultaterne hos (Andresen, Goldbech & Jacobsen, 2004) fra LTH til den aktuelle omorganisering på UiB for ganske høj trods de 10 års 'forsinkelse'. Institutionskulturen på Matematisk Institut på UiB ligner LTH's i så høj grad, at den aktuelle omorganisering på UiB måtte forventes at kunne trække på en forudsat fælles forståelse svarende til den forståelse, som er skitseret. (Andresen, Goldbech & Jacobsen, 2004) når på baggrund af kvalitative undersøgelser frem til, at det, som stimulerer og motiverer

de studerende, er en forudsat fælles forståelse mellem underviseren og den studerende. Forudsætningen er en central del af institutionskulturen. Ved selve tilrettelæggelsen af undervisningen antages der indbygget en motivation hos de studerende til at gennemføre hele uddannelsesforløbet. Undervisningen kan karakteriseres som fagligt fokuseret og præget af saglig rationalitet. De studerende søges ikke løbende motiveret ved inddragelse af undervisningsselementer med emotionel appel eller med reference til etiske eller traditionelt æstetiske værdier. Derimod bygger undervisningen på en overordnet forudsætning om, at de studerendes tilstedeværelse er udtryk for deres motivation i forhold til at deltage i undervisningen, lære pensum og bestå eksamen. De studerende får faglig stimulation i form af præsentation af stof af en passende sværhedsgrad og udfordringer i form af krav om deltagelse i eventuelt eksperimentelt arbejde og andre arbejdsformer samt i form af visse produktkrav (opgaver, rapporter o.a.). Lærerens personlighed opleves som en vigtig faktor for motivationen.

Det betyder, at underviseren på UiB over for de studerende kunne stå inde for, at omorganiseringen ville være et skridt hen imod en mere meningsfuld begynderundervisning i matematisk analyse, fordi omorganiseringen ville forbedre de studerendes udbytte og resultater.

RESULTAT OG KONKLUSION

De foregående afsnit munder ud i, at omorganiseringen af førsteårsundervisningen på UiB opfyldte de forskningsbaserede kriterier for succesfyldt udvikling af undervisning, som sammenfattes i (Andresen & Henriksen, 2010), var velbegrunderet ifølge rammeværket i (Andresen & Thorslund, 2006) og foregik i en institutionskultur, der faldt ind under karakteristikken i (Andresen, Goldbech & Jacobsen, 2004) hvor omorganiseringen ville kunne trække på en fælles forståelse med de studerende. Dermed kan omorganiseringen betragtes som didaktisk velbegrunderet, selvom den ikke direkte var baseret på evidensbaserede guidelines. Implementeringen var vellykket, i den forstand at en større andel af de studerende gennemførte og bestod eksamen. Men omorganiseringen resulterede tilsyneladende ikke i den tilsigtede ændring i de studerendes arbejdsmønstre og samarbejde. Det betyder, at underviserens hypotese om, at de studerende ville opnå bedre resultater til eksamen under ændrede arbejdsformer, hverken er bekræftet eller det modsatte. Man kan tænke sig flere forklaringer på den forbedrede gennemførelse. Måske skete der faktisk en ændring i arbejdsmønstrene, som det kvalitative studie ikke opfangede. Eller måske havde omorganiseringen til dels en anden effekt end den tilsigtede, sådan at de studerende ikke ændrede arbejdsmønstre, men alligevel holdt bedre ved. Dette kunne for eksempel være effekten af de mindre, men hyppigere afleveringer, som jo blev positivt vurderet af grupelederne, i kombination med mappegodkendelsens krav. Studiet har ikke inddraget information om de studerendes baggrund, motivation og forudsætninger, og det kan derfor ikke udelukkes, at helt andre faktorer har haft betydning.

REFERENCER

- Andresen, M., Goldbech, O., & Jacobsen, J.C. (2004). *Evaluering af det pædagogiske udviklingsprojekt 'Genombrottet' på Lunds Tekniska Högskole*. Learning Lab Denmark, DPU. ISBN 877613123-8
- Andresen, M., & Henriksen, B. (2010). *Effective, long-range developments – evaluation of a national initiative. Report on the Mathematics Project, 2006 – 2008*. NAVIMAT, Copenhagen. ISBN: 978-87-91786-00-6
- Andresen, M., & Thorslund, J. (2006). *Intern evaluering af IPN's lektorportefølje projekt 2005*. ipn skriftserie nr. 8. (<http://www.iupn.dk/publikationer-1/skriftserie-2007>)
- Dale, Erling Lars (2008). *Pædagogik og professionalitet*. Klim. ISBN 9788779556621
- Høyrup, S. (2004). Læringsformer, refleksionsprocesser og læringsrum i arbejdslivslæring. I Andersen, V., Clematide, B. og Høyrup, S. (red.), *Arbejdspladsen som læringsmiljø* (s. 73–98). Learning Lab Denmark, Samfundslitteratur. ISBN: 9788778672797
- Mouwitz, L. (2001). *Hur kan lärare lära? – Internationella erfarenheter med fokus på matematikutbildning*. Göteborg, Sweden: Nationellt Centrum för Matematikutbildning.
- Schön, Donald (2001). Den reflekterende praktiker. *Hvordan professionelle tænker, når de arbejder*. Klim. ISBN 9788777249365
- Sowder, J.T. (2007). The mathematical education and development of teachers. In F.K. Lester, (red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 157–223). National Council of Teachers of Mathematics, USA. Information Age Publishing.