

Kursutveckling med integrerad och problemfokuserad undervisning i fokus

L. Brunzell och M. Ståhl, Miljö- och energisystem, *Karlstads universitet*

Abstract

För att möta ett samhälle med snabba förändringar krävs en ständig utveckling av ingenjörsutbildningar. Högskoleingenjörsutbildningen i energi- och miljöteknik har under de senaste åren gått igenom ett antal förändringar där nu ämnesspecifika kurser om 7,5 hp ersatts med ämnesintegrerade kurser om 15-30 hp. Syftet är att kunna arbeta mer som coacher i studenternas lärande samt att kunna arbeta med komplexa ingenjörproblem redan tidigt i utbildningen. Resultatet av första året med detta upplägg visar stor studentnöjdhet, att studenterna upplever en insikt i hur mycket de faktiskt lärt sig samtidigt som det stundtals varit utmanande. Lärarna upplever att studenternas analysförmåga och problemlösningstrategier förbättrats jämfört med det traditionella upplägget. Att kursen tvingades gå på distans under 2021 utmanade både studenter och lärare och en uppföljning 2022 efter campusbaserad undervisning blir högintressant.

Index Terms – Livslångt lärande, ingenjörsmässig problemlösning, aktivt lärande

I. INTRODUKTION

FÖR att möta samhällets ofta snabba förändringar för att lösa exempelvis klimatkrisen finns ett ständigt behov av att utveckla den traditionella ingenjörsutbildningen vid landets högskolor och universitet. Det är en central roll i högre utbildning att förbereda studenterna på det självständiga, livslånga lärandet [1], [2] samt inom utbildning för hållbar utveckling [3]. Det finns en stark konsensus för att en positiv inställning till det livslånga lärandet är en av de viktigaste förmågor som en nyexaminerad student bör ha [4]. Det krävs att studenterna kommer väl rustade inför kommande yrkesliv, vilket bland annat kräver att de bör kunna knyta ihop olika ämnesfält, vara duktiga kreativa problemlösare samt hitta metoder för att själva ta till sig ny kunskap, vilket också poängteras i Högskoleförordningens mål för högskoleingenjörsexamen [5]. Det traditionella upplägget inom ingenjörsutbildningar är ofta en studieplan med många inledande grundkurser i ett ämne åt gången vilket beskrivs enligt Grinter-modellen [6]. Nackdelen med detta är att när studenterna väl kommer till sitt examensarbete möter de svårigheter som grundar sig i att de saknar en förståelse för komplexa problem, i att se helhet och finna lösningar på problem som är ämnesöverskridande [7].

Pedagogiska metoder för att främja ett livslångt lärande, kritiskt tänkande och förståelse för hur olika discipliner förhåller sig till varandra är bland annat aktivt lärande med studenten i centrum, en mindre framträdande lärarroll, i form av

coachning, samt komplexa och verklighetsbaserade uppgifter [4], [7], [8]. Detta kräver en annan lärarroll än den traditionella såsom exempelvis aktiva pedagogiska möten (APM) där undervisningen är problemfokuserad [8], [9]

Den problemfokuserade undervisningen som avses i denna studie baseras på problembaserat lärande (PBL) och dess definition, vilken har diskuterats flitigt i litteraturen och likaså vilka effekter det har på lärandet [10]. Utmärkande för PBL är studentens undersökande förhållningssätt till sina studier. Undervisningen utgår normalt sett från verkliga problem som ofta löses gruppvis enligt en anvisad process vilken kräver att studenterna själva inhämtar ny kunskap. Ett av målen som uttrycks av bland annat Silén [11] är att studenten ska bli förberedd för sitt kommande yrke och ha förmågan att möta verkligheten och dess mer oförutsägbara problem på ett bra sätt. Att problemfokuserad undervisning främjar djupinläring bekräftas i litteraturen, [10], [12]–[15].

A. Högskoleingenjörsprogrammet EoM:s utveckling

Sedan 1982 har undervisning skett inom ämnet Energiteknik i ingenjörsutbildningen i Energi- och Installationsteknik vid dåvarande högskolan i Karlstad. Ämnet Miljöteknik introducerades 1994 och sedan 1998 drivs ett högskoleingenjörsprogram inom ämnet Miljö- och energisystem kallat Energi- och miljöteknik (180 hp). Utbildningen vid nuvarande Karlstads universitet är troligen unik i landet med det antal högskolepoäng som studenterna tillgodogör sig inom ämnestillhörigheten Miljö- och energisystem, se figur 1, och att huvuddelen av alla examensarbeten är på minst 22,5 hp, samt att två års påbyggnadsprogram är möjligt.

Åk 1	Hållbar utveckling för ingenjörer	Miljö kemi	Matte 1	Matte 2	Värme- och masstransport
	Termodynamik och strömningslära				
Åk 2	Energiteknik för hållbar utveckling		Installations- teknik	Renings- teknik	
Åk 3	Energi- och miljösystemanalys		Examensarbete		

Figur 1. Programmet innehåller energi- och miljöteknik motsvarande 135 hp, matematik 15 hp, valfria kurser max 15 hp samt examensarbete minst 15 hp.

Utvecklingen av högskoleingenjörsprogrammet har delvis gått ifrån att under programmets första tre terminer ha flera

mindre kurser, på 7,5 och 15hp, till att ha större sammanhängande kurser, på 15 och 30hp, gärna på helfart. De tre sista terminerna har i många år haft ett mer sammansatt komplext upplägg. Tidigare lästes termodynamik, strömningslära samt värme- och masstransport en kursdel i taget eller möjligtvis delvis ihop i vissa moment. En av fördelarna med sammanhängande större kurser på helfart är möjligheten att bygga upp en väl fungerande progression, både inom kursen och genom programmet. Progressionen sker inte bara ämnesvis utan även gällande färdigheter som projektsamarbeten och skrivprocess. De större kurserna har också ett fokus som sträcker sig förbi de enskilda ämnena och lösningar av typfall för just det ämnet och istället ligger fokus på mer sammansatta problem.

Det finns på ämnet, och har funnits länge, en pedagogisk samsyn som har diskuterats öppet gällande innehåll och form på programmets kurser samt upplägg vilket har underlättat arbetet med progression. Grundtanken med utbildningens upplägg har varit att första året lägga kartan över vad energi- och miljöteknik är och att befästa grundkunskaper inom ämnet men även att påbörja progressionen inom att arbeta i projekt, skrivprocessfärdigheter, beräkningsfärdigheter och matematik. Under andra året utvecklas projekten och kurserna handlar allt mer om att kunna dimensionera och analysera energitekniska system. Under tredje året växer projekten ytterligare och energisystem skall modelleras, analyseras inte bara utifrån energitekniska aspekter utan från hållbarhetsaspekter såsom miljö, ekonomi och i viss mån sociala aspekter. Allt utmynnar sedan i det avslutande examensarbetet. Kurserna är obligatoriska i programmet vilket begränsar valfriheten men liknande kurser kan ersätta dessa vid behov.

Den pedagogiska tanken för den fortsatta utvecklingen av programmet är att ytterligare integrera olika ämnesområden och istället arbeta med studenterna mer ingenjörsinriktat med sammansatta problem redan från första kurs i utbildningen. Lärarrollen övergår allt mer till att coacha studenterna från elev till student, vilket beskrivs av Ramsden [16]. Lärandet är aktivt och har studentens lärande i centrum samt utgår från en typ av processpedagogik som syftar till lära sig ett innehåll samtidigt som studenterna tränas i eget ansvar, samarbete och kreativ problemlösning [17]. Genom att erbjuda olika lärandeaktiviteter såsom seminarier, problemlösning, laborationer mm. ökar möjligheten att ge studenter med olika förutsättningar goda möjligheter att nå utbildningens mål men även att ge studenter träning i de olika aktiviteterna för att främja djupinläringen. Grundtanken bygger på Garders idéer om de sju intelligenserna [18], vilket kan sammanfattas med inläring som är auditiv (genom musik och ljud), verbal (genom att höra), visuell (genom bilder), kinestetisk (genom egna kroppen), logisk (systematiskt tänkande), enskild (studera ensam) eller social (genom samarbete med andra). En variation av läraaktiviteter och även examinationsformer har visat sig vara bra för studenters lärande [12].

B. Syfte och mål

Intentionen med förändringen av kurserna i programmet är att ta fram former för att integrera olika ämnesfält i undervisningen inom en och samma kurs för att kunna arbeta mer med problemlösning där olika fysikaliska problem förekommer

samtidigt. Det studentcenterade lärandet skall vara i fokus. Syftet med denna studie är således att belysa och öka kunskapen om hur integreringen av ämnesfält kan ske för att främja djupinläring samt förmågan till ingenjörsmässig problemlösning via problemfokuserad undervisning.

Målet med studien är att beskriva och följa upp kursutvecklingen av första året för högskoleingenjörsutbildningen i Energi- och miljöteknik där kursen Värme- och masstransport 15hp används som exempel "CASE". Resultaten redovisas i form av retention, kursvärdering, lärarreflektion samt genom en jämförelse mellan hur det gamla och nya upplägget bidrar till de högre lärandemålen enligt Feizel-Schmitz taxonomi [13].

II. METOD

A. Kursbeskrivning

Vid kursutvecklingen under det första året på programmet användes teorin om PBL som inspiration för att beskriva den problemfokuserade undervisning som avses i denna studie. Viktiga utgångspunkter som är gemensamma med PBL är följande:

- stora delar av undervisningen utgår från olika problemställningar runt komponenter eller processer som involverar flera olika ämnesfält,
- läraren tar rollen som handledare snarare än expert,
- studenten förväntas söka egen information alternativt göra relevanta antaganden för att lösa uppgifter,
- en stor del av inhämtningen av kunskap görs genom att lösa och arbeta med uppgifter, den har inte bearbetats i förväg,
- undervisningen är studentcentrerad,
- fokus ligger på hur uppgifter löses och metodik snarare än ett korrekt svar, ofta ges öppna uppgifter där diskussionen om varför svaren blir olika är central.

I kurserna under första året har flera ämnesfält kopplats samman för att möjliggöra studier av mer komplexa system redan tidigt i utbildningen. Kursplanerna har skrivits med utgångspunkt från ett verkligt problem eller ett problemområde som studenterna förväntas behärska vid kursens slut. Exempelvis handlar detta om att i första kursen, Termodynamik och strömningslära (15 hp), kunna hantera de energitekniska apparaterna värmepump, kylmaskin, panna, kraftvärmeverk, gasturbin, solfångare, solcell, vindkraftverk, vattenkraftverk med flera för att kunna analysera det nationella energisystemet. Som exempel krävs både grunder i termodynamik, värmelära och strömningslära för att kunna beskriva värmepumpen. Dessutom krävs ett systemperspektiv för att kunna analysera dessas funktion i energisystemet utifrån ett nationellt perspektiv.

I fokus för denna studie är kursen, Värme- och Masstransport, 15hp. Målen i kursen är fokuserade på förståelsen för de fysikaliska fenomen som förekommer vid värme- och masstransport exempelvis i värmeväxlare, solfångare och torkprocesser. För att underlätta integrationen mellan ämnesfält används en kursbok som behandlar grunderna inom alla dessa områden genomgående i utbildningen. Fördjupningar ges i form av kompendier och annan litteratur i

olika kurser. Kursen i Värme- och Masstransport, (15hp) ges med en studietakt på 100% och ligger sist på våren under studenternas första år på utbildningen (se figur 1). Kursens upplägg kan beskrivas enligt tabell 1, där studenterna under en stor del av kursen läser in teoretiska begrepp och definitioner samt aktivt arbetar med problemlösning både lärarleddt och självständigt. Även praktiska moment ingår där studenten löser större uppgifter parallellt. Flera olika sätt att ta till sig kunskapen erbjuds på detta sätt. Avslutningsvis görs ett större individuellt arbete med syfte att knyta ihop stora delar av kursens innehåll.

Tabell 1. Beskrivning av kursens upplägg av moment under tio kursveckor.

Moment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teori	x	x	x	x	x	x				
Projekt VVX		x	x							
Projekt Masstransport				x	x					
Projekt Sol						x	x	x	x	x

Examinationen i kursen är en skriftlig tentamen i slutet av teroriavsnittet för att stämna av de teoretiska grunderna samt att säkerställa att examinationen är individuell. Två beräkningsuppgifter, Projekt VVX och Projekt Masstransport, utförs parallellt med teoriavsnittet. Kursen avslutas med en större beräkningsuppgift, Projekt Sol, som redovisas muntligt och i skriftlig rapport. Studenten lämnar in individuella beräkningsfiler till samtliga uppgifter. Uppgifterna redovisas även muntligt och resultaten diskuteras i seminarier. Examinationsformen har valts för att möjliggöra en formativ bedömning för att tidigt i kursen kunna ge studenten värdefull återkoppling på sitt lärande.

Integreringen av olika ämnesfält och det problemfokuserade upplägget kan i denna kurs tydliggöras via följande punkter:

- redan från början av kursen finns en tydlig koppling mellan olika ämnesfält som ingår i de problem studenten ska lösa,
- utgångspunkten i de problem studenterna arbetar med är att de tas från praktiska exempel och teorin läses in allt eftersom den behövs,
- att laborationer med tillhörande beräkningsuppgifter utförs parallellt med genomgångar av teori och inläsning i litteraturen samt
- att fokus ligger på att studenten själv ska kunna undersöka och se kopplingen mellan ämnesfält genom att själv utföra beräkningsmodeller och parameterstudier.

Som ett exempel på den problemfokuserade undervisningen kan följande avsnitt lyftas där problemställningen som behandlas är värmväxlare. Detta avsnitt bearbetas genom både ett teorispår med *Lektioner* samt en laboration med tillhörande beräkningsuppgift. För att studera detta krävs kunskap i flera olika ämnesfält. Vid en typisk lektion agerar läraren som handledare snarare än traditionell lärare som går igenom lösningar. Lektionen innehåller korta teoretiska genomgångar av olika avsnitt varvade med diskussioner och till en början enklare beräkningsuppgifter som succesivt övergår i mer komplexa uppgifter. Studenterna är till stor del drivande vid dessa pass.

Parallellt får studenterna tillgång till en laboration med en värmväxlare, vilken våren 21 gavs på distans. Laborationen går ut på att dels bekanta sig med utrustningen och dels göra en parameterstudie som ska visa hur olika parametrar påverkar överförd värmeeffekt. För att kunna genomföra denna parameterstudie behövs både kunskaper om värmetransport och strömningslära samt grunder inom termodynamik. Vid introduktionen till laborationen är det med andra ord inte givet att studenten har all teoretisk kunskap för att kunna lösa uppgiften. Genom att arbeta med Excel som verktyg blir det rimligt för studenten att kunna göra en mer omfattande studie runt värmövergångstal och strömningsförhållanden på en lättförståelig nivå för att därefter kunna diskutera de olika parametrarnas inverkan på värmväxlarens effektivitet.

Avslutningsvis i kursen görs ett större projekt, Projekt Sol, där studenterna får studera en solfångare. Utmaningen i denna uppgift är just att den måste lösas i flera steg och att flera ämnesfält integreras samtidigt. Förmågan att lösa komplexa problem övas. För att ha en kontinuerlig progression i skrivprocessen genomförs projektet mycket likt examensarbetet, med redovisning och opponering. Uppgiften beskrivs för studenten enligt nedan:

"Din uppgift är att ta fram en beräkningsmodell över en solfångare där du kan ta fram hur olika temperaturer i solfångaren varierar med solinstrålning, yttre förhållanden såsom vind och temperatur samt olika konstruktionslösningar. Med hjälp av detta ska du kunna beskriva hur verkningsgraden varierar med avseende på de valda parametrarna. Slutligen ska du med hjälp av det du tagit fram kunna dra slutsatser om vad det är som gör solfångaren mer effektiv."

Då kursen givits på distans detta år har lärarledd tid i schemat lagts så att det funnits ett kortare pass där lärare varit tillgänglig varje morgon för att ha kontinuerlig kontakt med studenterna. Under Projekt Sol har dessa pass fungerat som handledning. Förändringen som genomförts har gjorts inom kursens timbudget.

B. Utvärdering

Kursen har utvärderats med hjälp av två kursvärderingar, en universitetsgemensam och en som är riktad just mot denna kurs. Båda kursvärderingarna har gått ut efter avslutad kurs. I den riktade kursvärderingen har frågor ställts som rör upplägget av kursen. Exempel på frågor är:

- Hur väl upplever du att du fått bekräftelse på din inläring, att du är på rätt väg?
- Hur upplever du att projektarbetet (VVX, Masstransport, Sol) har bidragit till ditt lärande och förståelse?
- Hur upplever du kursen som helhet? Vi har arbetat aktivt med att knyta samman värme- och masstransport och utgått från olika problem – hur tycker du att vi lyckats?

III. RESULTAT OCH DISKUSSION

Resultaten från förändringen av programmets första år är lovande för ett fortsatt arbete utifrån det presenterade upplägget. Genomströmningen skiljer sig inte nämnvärt från tidigare år. Efter avslutad kurs i Värme och masstransport med

16 registrerade studenter var genomströmningen 56%, dessa hade klarat alla kursens examinationer och därmed fått slutbetyg. Ser vi till alla examinationstillfällen är 60% av alla examinationer godkända. Två studenter har avbrutit och har för avsikt att läsa om kursen, fyra är på gång att göra klart kursen nu under hösten. Detta ser vi som ett tecken på att vår kontakt med studenterna samt uppföljningen i kursen har fungerat väl.

A. Studentperspektiv

Studenterna har överlag varit mycket nöjda med lärarnas engagemang och upplägg, detta trots omställning till digital verksamhet p.g.a. pandemin. Att få arbeta med ingenjörproblem tidigt i utbildningen uppskattades av många studenter redan från första kurs. Resultat från kursvärderingar, den universitetsgemensamma där 6 av 16 svarat och den informella där 4 har svarat. Tyvärr är svarsfrekvensen låg, men de som svarat anser att målen med kursen varit väl kommunicerade och de anser att de fått tillräcklig återkoppling och bekräftelse gällande lärandet (att de är på rätt väg). Studenterna som svarat har deltagit i undervisningen och upplever trots undervisningen på distans att de haft goda möjligheter att kunna ställa frågor och att det varit enkelt att kontakta lärare.

Genomgående tycker de att det varit en utmaning att göra beräkningar i Excel även om de påpekar att de har lärt sig mycket, även att få ihop en helhet för systemet. Flera vill ha lite mer tips och stöd i verktyget. Det första projektet, Projekt VVX får bland annat följande kommentarer:

” Jag fick en överblick för hur olika delar av ett system påverkar helheten samt att jag fick fortsätta utveckla mina kunskaper i excel”

” Den satte en grund som i stunden kändes utmanande men när man går tillbaka och kollar på den inser man hur mycket man lärt sig”

Kommentarer från Projekt Masstransport handlar främst om att det var roligt att vara på plats vid Campus och faktiskt få göra denna laboration praktiskt, vilket bekräftar vikten av att få vara på plats och se utrustning mm. i verkligheten. Det tredje projektet, Projekt Sol har för de flesta varit en rejäl utmaning, vilket kommentarerna påvisar:

”Ett utmanande projekt som sätter de studerandes kunskaper på prov, roligt att få utmana sig själv men under vissa moment blev projektet lite väl mycket.”

”Det har varit en lång resa genom sista projektet. Många motgångar och mycket klurande. I helhet har det varit extremt givande då man blivit bättre i excel framförallt.”

Då frågan ställdes om hur kursen varit som helhet med tanke på det aktiva arbetet med att knyta samman värme- och strömlärlära samt masstransport under kursen fås positiva svar. Studenterna tycker att det har varit en bra balans mellan projektarbete och teori. Helheten med integrationen av olika ämnesfält anses ha varit sammankopplad och lärorik.

” Jag tror vi har lärt oss mycket av det som förväntades vilket är bra.”

”Jag är nöjd med kursen och tyckte den var rolig. Bra sammanhållning”

Vid frågor rörande undervisningens form och upplägg är svaren förvånansvärt överens, de tycker att den är bra och anger inga förändringsförslag till fortsättningen, förutom önskemålet att få vara på campus.

B. Lärarperspektiv

Efter avslutad kurs har det ur ett lärarperspektiv varit möjligt att urskilja två viktiga erfarenheter från kursen:

- 1- Studenternas analysförmåga upplevs ha förbättrats, många diskussioner tillsammans med studenterna ligger på högre lärandenivå vilket är imponerande för att vara förstaårsstudenter.
- 2- Problemlösningsförmågan har övats på ett sätt som tidigare inte gjorts under första året, vilket borde underlätta inför kommande lärsårs studier.

Från ett lärarperspektiv kan det urskiljas att studenterna arbetar mer med förståelse och helhetsperspektiv än tidigare år och att de på ett bra sätt hittat samarbetspartners inom gruppen. Att de gör parameterstudier i Excel gör att det är enklare att diskutera tillsammans med studenterna hur olika strömningsbilder, antaganden, teori kontra verkliga mätningar påverkar resultaten. Som lärare är det möjligt att ytterligare ta ta till sig handledarrollen i mötet med studenterna då det öppnar för diskussioner och frågor som studenterna kan finna svaret på i deras modeller. Samtidigt kommer de med frågor om olika svar är rimliga vilket också bedöms fördjupa de teoretiska kunskaperna. Med utgångspunkt från modellen kan studenten i större utsträckning själv problematisera och aktivt leta samband mellan temperaturer, strömningsförhållanden, övergångskoefficienter, strålning och masstransport.

Att redan tidigt i utbildningen diskutera hur känsliga vissa parametrar är i förhållande till andra har varit givande. Här kan urskiljas en skillnad från tidigare upplägg som har varit mer traditionellt. Vår bedömning är att genom detta upplägg har studenten fått en större möjlighet att tillägna sig kunskaper på en högre lärandenivå, särskilt då de själva behöver förklara och berätta vad de studerat både muntligt och skriftligt vilket styrks av Elmgren & Henriksson [13].

Gällande problemlösningsförmågan har studenterna ställts inför något större utmaningar än tidigare. De har övat i att arbeta med olika system, att göra beräkningar i flera steg och att även analysera resultaten från beräkningarna. Detta kommer att bli mycket intressant att följa upp i fortsatta kurser för att utreda om de blir bättre förberedda för att lösa mer komplexa system.

De lärarledda passen som benämns lektioner i denna kurs upplevs ha mottagits väl. Lektionerna som främst bestod av problemlösning med korta genomgångar av teorin som krävs för att lösa problemen hade hög närvarograd. Studenterna anammade denna arbetsform tidigt vilket innebar att det fanns möjlighet att även vid dessa tillfällen som lärare kunna ge återkoppling på studentens lärande.

C. Jämförelse mellan traditionellt och nytt kursupplägg

För att kunna jämföra tidigare upplägg med det nya ämnesintegrerade upplägget används Feizel-Schmitz taxonomi, vilken ofta används inom det tekniska området. I tabell 2 redovisas taxonomins olika steg tillsammans med lärandeaktiviteter som införts med det nya upplägget av undervisningen.

Det kan konstateras att lärandeaktiviteterna i det nya upplägget även täcker de högre lärandemålen. Det som är intressant är att det är då inte bara kopplat till ett ämnesfält utan analyserna görs över ämnesgränserna. Enligt Froyd m.fl. [6] är detta något som oftast inte dyker upp förrän sent i utbildningen. Ambitionen är att genom detta upplägg redan från början arbeta in en metodik för att lösa ämnesöverskridande problem och att de i slutet av utbildningen kommer ha större förmåga att ta sig an komplexa problem och kunna göra korrekta bedömningar. Detta borde i längden kunna stärka kvaliteten på examensarbeten men främst stärka studentens förmåga till det livslånga lärandet. Att studenterna tidigt tränas att nå de högre lärandemålen som bland annat handlar om att analysera, reflektera och kritiskt utvärdera olika lösningar är viktigt både för progressionen i utbildningen men även för att främja det livslånga lärandet [19].

Tabell 2: Kopplingen mellan moment i kurs och steg i lärande enligt Feizel-Schmitz taxonomi

Steg i lärande	Moment i kurs
Definiera: Kunna ge en definition av ett begrepp	Lektioner, egen inläsning av litteratur
Beräkna: Kunna följa regler och procedurer, sätta in data i ekvationer/formler och få korrekta resultat, kunna lösa typtal	Lektioner, egen inläsning och arbete med beräkningsuppgifter
Förklara: Kunna beskriva resultatet/principerna med egna ord	Lektioner, vid diskussioner runt problem samt seminarier för projekt
Lösa: Kunna se vad som kännetecknar ett problem, analysera och syntetisera, utforma ett system, kunna göra väl övervägda antaganden	Lektioner, problemlösning av mer komplexa system men främst projektarbeten
Avgöra: Kunna kritiskt utvärdera olika typer av lösningar och välja en optimal lösning.	Projekt Sol, där studenten självständigt arbetar med att ta fram hur effektiviteten hos solfångaren förändras beroende av konstruktion

Formen för undervisningen, att dels integrera olika ämnesfält och att göra den problemfokuserad har tränat studenterna i att ta eget ansvar för sitt lärande, att samarbeta och kreativ problemlösning vilket enligt Steinberg [17] främjar djupinläringen. Studenternas egen insats har varit i fokus och genom att kursernas innehåll i form av teori och projekt presenteras simultant främjas djupinläringen genom att uppgifterna liknar mer eller mindre komplexa ingenjörspådrag som utgår från studenternas tidigare och nya kunskaper för att lösa uppgifterna [16].

Vi ser en stor potential i att använda problemfokuserad undervisning inspirerad av PBL vid integration av ämnesfält. Det gäller dock att vara tydlig med upplägget och att inte ”vara snäll” och leverera lösningar och svar när studenterna blir

frustrerade och inte hittar lösningar själva. Att som lärare gå in och handleda fram studenterna kräver mer av läraren, man har som lärare mindre kontroll över undervisningen och de frågor man kan tänkas få. Att vara konsekvent, att våga möta studenter utan att vara säker på att veta alla svar är framgångsfaktorer för denna typ av undervisning, vilket även indikerats av Brunzell & Renström [9].

Detta första år har kursen givits på distans. Detta har givetvis påverkat undervisning och studieresultat. Studenterna har i utvärderingar visat på gott tålamod och förståelse men indikerar också att det hade nog varit bättre att få ha undervisningen på campus. Samma upplägg ges även detta läsår men nu på campus. En utvärdering kommer göras även detta år för att följa upp distansundervisningens effekt. En stark fördel är att vi inom programmet har god kontakt med studenterna och att vi har en kontinuerlig operativ utvärdering genom kurserna.

IV. SLUTSATSER

En av fördelarna med sammanhängande större kurser på helfart är att vi kan bygga upp en väl fungerande progression, både inom kursen och genom programmet. Progressionen sker inte bara ämnesvis utan även gällande färdigheter som projektsamarbeten och skrivprocess. De större kurserna har också ett fokus som sträcker sig förbi de enskilda ämnena och lösningar av typfall för just det ämnet, exempelvis ett strömningsfenomen, och istället fokuseras det på mer sammansatta problem som att studera en värmeväxlare ur ett energitekniskt perspektiv där strömningslära, värmelära och termodynamik samspelar för att ge förståelse för hur en bra värmeväxlare fungerar. Det läggs lika mycket kraft på att förstå värmeväxlarens natur som att kunna göra beräkningar över densamma. Fokus läggs också mer på angreppssättet/metodiken och hur en lösning skall tas fram när problemet att lösa är komplext och på att visa studenterna att det inte alltid finns givna svar, utan att det beror på förutsättningar och val av egna antaganden. På detta sätt rustar vi studenterna för de ingenjörsmässiga utmaningar som väntar i det kommande arbetslivet.

Resultaten hitintills stämmer väl överens med litteraturen. Att presentera problem där studenterna behöver använda olika ämnesfält för att hitta lösningen främjar förmågan att ta sig an mer komplexa problemställningar. Att arbeta med beräkningsuppgifter parallellt med teorin har visat sig vara positivt då studenterna själva kan identifiera sina kunskapsluckor.

Genom att förändra upplägget i kurserna ser vi en tydlig förflyttning av fokus i de lärarledda lärandeaktiviteterna från att vara expert till att coacha studenterna. Vi ser även att lärandeaktiviteterna täcker även de högre lärandemålen i Feizel-Schmitz taxonomi.

REFERENSER

- [1] D. Boud och N. Falchikov, "Aligning assessment with long-term learning", *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 31, nr 4, s. 399–413, aug. 2006, doi: 10.1080/02602930600679050.
- [2] D. R. Sadler, "Beyond feedback: developing student capability in complex appraisal", *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 35, nr 5, s. 535–550, aug. 2010,

doi: 10.1080/02602930903541015.

[3] A. E. J. Wals och A. Benavot, "Can we meet the sustainability challenges? The role of education and lifelong learning", *Eur. J. Educ.*, vol. 52, nr 4, s. 404–413, 2017, doi: 10.1111/ejed.12250.

[4] A. Kamp, *Engineering Education in the Rapidly Changing World Rethinking the Vision for Higher engineering Education*, 2dn revised edition ed. TU Delft, Faculty of Aerospace Engineering, 2016.

[5] Riksdagsförvaltningen, "Högskoleförordning (1993:100) Svensk författningssamling 1993:1993:100 t.o.m. SFS 2021:569 - Riksdagen". https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/hogskoleforordning-1993100_sfs-1993-100 (åtkomstdatum okt. 07, 2021).

[6] J. E. Froyd, P. C. Wankat, och K. A. Smith, "Five Major Shifts in 100 Years of Engineering Education", *Proc. IEEE*, vol. 100, nr Special Centennial Issue, s. 1344–1360, maj 2012, doi: 10.1109/JPROC.2012.2190167.

[7] M. R. Letterman och K. B. Dugan, "Team Teaching a Cross-Disciplinary Honors Course: Preparation and Development", *Coll. Teach.*, vol. 52, nr 2, s. 76–79, 2004.

[8] L. Brunzell och A. Rosengren, "'De ska lära sig att lära' Bakgrund och verktyg för livslångt lärande och djupare kunskap - utan mer resurser", presenterad vid 7:de Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Luleå tekniska universitet, nov. 2019.

[9] L. Brunzell och R. Renström, "Utformning av aktiva pedagogiska möten i en kurs med flippat lärande", Karlstads universitet, 2018, s. 21–34.

Åtkomstdatum: apr. 29, 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kau:diva-72044>

[10] G. Maudsley, "Do we all mean the same thing by 'problem-based learning'? A review of the concepts and a formulation of the ground rules", *Acad. Med. J. Assoc. Am. Med. Coll.*, vol. 74, nr 2, s. 178–185, feb. 1999, doi: 10.1097/00001888-199902000-00016.

[11] C. Silén, "Problembaserat lärande – pedagogisk idé och metod Charlotte Silén Januari 2004", s. 25, 2004.

[12] J. Bowden och F. Marton, *The University of Learning. Beyond quality and competence in higher education*, vol. 1998. Kogan Page, 1998.

[13] M. Elmgren och A.-S. Henriksson, *Universitetspedagogik*, 1:a uppl., vol. 2010. Norstedts, 2010.

[14] K. Matsushita, Red., *Deep Active Learning: Toward Greater Depth in University Education*. Springer Singapore, 2018. doi: 10.1007/978-981-10-5660-4.

[15] M. Prince, "Does Active Learning Work? A Review of the Research", *J. Eng. Educ.*, vol. 93, nr 3, s. 223–231, 2004, doi: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>.

[16] P. Ramsden, *Learning to teach in higher education*, vol. 1992. London: Routledge, 1992.

[17] J. M. Steinberg, *Pedagogdoktorns handbok : så lyckas du underlätta vuxnas lärande*. Brain Books, 2006.

[18] H. Gardner, *De sju intelligenserna*. Falun: Tryck: Scandbook AB, 1998. Åtkomstdatum: okt. 07, 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <https://biblioteket.stockholm.se/titel/449920>

[19] Skolverket, *Det livslånga och livsvida lärandet*. Skolverket, 2000.