Ansökan projektmedel PUNKTUM

Denna mall ska du/ni använda för ansökan om medel till 2016 års utlysning av utvecklingsmedel inom **P**edagogisk **U**tveckling av **N**yfikenhet och **K**reativite**T** vid **UM**eå universitet (PUNKTUM).

Kursiv text innehåller råd, ger anvisningar och eventuella exempel för respektive avsnitt. Rödmarkerad text anger de kriterier som ligger till grund för styrgruppens bedömningar.

På PUNKTUM:s hemsida kan du/ni läsa mer om utlysningen, bedömningsprocessen och tidsplanen för PUNKTUM 2016. http://www.upl.umu.se/projekt/punktum/

För att ansökan ska behandlas ska ansökan vara fullständigt ifylld.

1. Grunddata

1.1 Projekttitel

Titeln ska ge en indikation om vad projektet handlar om. En eventuell undertitel anges också här och då med max 100 tecken.

Storskalig digital examination av digitala färdigheter och förmågor

1.2 Projektledare

Ange en person som ansvarar för projektet och dennes kontaktuppgifter.

Namn: Pedher Johansson
E-post: pedher.johansson@umu.se
Telefon: 090-7867707
Institution: Datavetenskap

1.3 Underskrift prefekt/enhetschef eller motsvarande

Undertecknad godkänner projektansökan och medfinansierar med kostnaden för lärarens/lärarnas arbetsrum och övriga driftskostnader under projekttiden.

Underskrift: .....

Namnförtydligande: Pedher Johansson (DV) Robert Johansson (MaMS)

1.4 Underskrift dekanus

Underskrift: .....

Namnförtydligande: Åsa Rasmuson-Lestander

1.5 Sökt belopp

203 236 kr

2. Projektbeskrivning

2.1 Projektsyfte och bakgrund

Beskriv projektets syfte, i vilket sammanhang det ska genomföras och varför detta projekt är betydelsefullt samt på vilket sätt projektet främjar utveckling av kreativa och flexibla lärandestrategier eller lärandemiljöer.

***Bedömningskriterier**:*
1 poäng: Projektet är relevant i förhållande till utlysningens syfte och inriktning.

2 poäng: Projektet är relevant i förhållande till utlysningens syfte och inriktning samt anknyter till aktuella pedagogiska problem inom högskolan idag.

3 poäng: Projektet är relevant i förhållande till utlysningens syfte och inriktning, anknyter till aktuella pedagogiska problem inom högskolan idag och innehåller lösningar/idéer kring högskolepedagogiska frågor.

Projektets syfte är att ta fram en pedagogisk modell och teknisk lösning för storskalig digital examination av digitala färdigheter och förmågor. Tanken är att såväl modell som lösning ska kunna utnyttja den infrastruktur som nu byggs upp på universitetet kring digital examination och den mångåriga erfarenhet som finns av tidigare försök inom examination av digitala färdigheter och förmågor. Målet är att frigöra lärarresurser som kan användas till ökad kontakttid för studenter samt ge studenterna djupare förståelse, färdigheter och förmågor inom de ämnen som examineras. Detta är ett gemensamt projekt mellan datavetenskap och matematik.

Den vanligaste formen för att examinera förmåga och färdighet är att försöka återskapa en realistisk situation och där utvärdera en students prestation. Det gäller även vad vi i ansökan benämner digital färdighet, dvs där datorer med dess tillgång till mjukvara tillsammans med Internet används för att omsätta teori till praktik. En salstentamen oavsett om den sker skriftligt eller digitalt kan dock inte hantera den iterativa process som ofta pågår i en realistisk situation där verktygens återkoppling kontinuerligt ska tolkas och ageras utifrån av tentanden. Vi kan enklast jämföra med olika medicinska situationer där man i dessa fall arbetar med människor eller organ och i vårt fall en maskin. Inom matematik och datavetenskap har vi traditionellt ersatt eller kompletterat salstentamina med enskilt utförda obligatoriska uppgifter. Uppgifterna är av en så pass stor omfattning att lösningen inte är trivial och de kräver att studenten förbereder sig genom träning på enklare uppgifter. De pedagogiska utmaningarna är dock flera:

• Vid en första anblick uppfattas ofta en uppgift omfattande och krävande, vilket skapar stress hos studenter vilket i sin tur inte uppmuntrar till att först öva på mindre uppgifter innan man angriper den examinerande uppgiften. Studenten inser inte alltid nyttan av att lösa liknande uppgifter som förberedelse utan fokuserar

enbart på den examinerande uppgiften för att vara säker på att hinna lämna in innan deadline och bli godkänd.
• Gränsdragningen mellan samarbete och plagiat är svår. Att samarbeta genom att diskutera olika dellösningar uppmuntras, medan att kopiera en annan persons lösning givetvis inte är tillåtet. Resultatet vi ofta ser är en komplex helhet som löser ett problem, men där en enskild student har samarbetet och även kopierat och satt samman små delproblem i en sådan omfattning att studenten inte längre kan redogöra för hur lösningen i detalj fungerar. Studenten har inte heller förmågan att generalisera sin förmåga genom att använda tidigare lösningar när denna ska lösa en liknande uppgift.
• Vi ser brister i studenternas digitala förmåga och färdigheter på efterföljande kurser. Nuvarande examinationsformer lyckas alltså inte tillräckligt bra säkerställa att studenten uppnår lärmålen. Detta leder till att studenten får problem att slutföra den efterföljande kursen då studenten samtidigt med ett nytt material måste tillgodogöra sig färdigheter och förmågor som denne redan borde ha.
• Rättning av obligatoriska uppgifter är resurskrävande, speciellt som det oftast kombineras med en salstentamen. En allt för stor del av lärarresursen ägnas åt kontroll och bedömning istället för kvalificerad handledning.

På inledande kurser inom matematik och datavetenskap ingår praktisk färdighetsträning i att översätta teoretiska modeller till mindre program eller simuleringar. Totalt undervisas över 400 studenter per år där varje kurs har normalt mellan 150 och 300 deltagande studenter. Att organisera digital examination för så pass många vid ett samlat tillfälle finns det inte datorkapacitet för vid institutionerna. Utan specialistkunskaper eller kontinuerligt systemunderhåll har det heller inte varit möjligt att sätta upp anpassade miljöer ens för mindre grupper. I dag finns möjlighet till virtualiserade datormiljöer (se exempellitteratur i bilaga) som möjliggör en kontrollerad realistisk digital miljö där studenten har tillgång till mjukvara och resurser online men inte har möjlighet till otillåtet samarbete. Vi följer därtill med förväntan arbetet kring att skapa en infrastruktur för digital examination. Vår förhoppning är att det ska finnas den datorkapacitet som hittills saknats. Det nuvarande arbetet vid universitetet har dock begränsats till att digitalisera salstentamina. Det finns ingen tydlig ambition att utveckla digital examination som mäter färdigheter och förmågor på annat sätt än i fråge-svar-form som ett digitaliserat papper.

Digitaliserad examination som bedömer förmågor har testats i omgångar sedan 90-talet vilket gett värdefulla erfarenheter (se exempellitteratur i bilaga). Under HT16 kommer ett pilotprojekt att utföras för en mindre grupp studenter (ca 150) där vi testar ett nytt pedagogiskt upplägg där digital examination är en bärande del, men

där den tekniska lösningen än så länge är primitiv och där de kombinerade datorresurserna mellan matematik och datavetenskap räcker till. Vår förhoppning är som sagt att ha möjlighet att skala upp digital exmination till betydligt fler grupper av studenter, men det kräver såväl en genomtänkt pedagogisk modell som infrastruktur.

** Om det blir problem att inkludera illustrationer och/eller diagram i textrutan inkludera de gärna som bilagor*

2.2 Projektmål

Beskriv projektets mål

***Bedömningskriterier**:*
1 poäng: Målen är tydliga, konkreta och kopplade till projektets syfte.

2 poäng: Målen är tydliga, konkreta, kopplade till projektets syfte, avgränsade och utvärderingsbara.

3 poäng: Målen är tydliga, konkreta, kopplade till projektets syfte, avgränsade och utvärderingsbara och problematiserade.

Projektets mål är att ge studenter en ökad djupinlärning av digitala färdigheter genom dels ökad motivation till mängdträning och dels mer resurser till studentnära undervisning. Detta möjliggjort genom införandet av en modell för digital examination av digitala förmågor och färdigheter som inbegriper så väl pedagogik och teknisk lösning.

Den digitala examinationen innebär att studenten sätts i en examinerande situation under begränsad tid där denne inte sett uppgiften tidigare. Detta kommer motivera studenten att göra flera mindre övningsuppgifter som träning inför examinationen i högre grad än nu när de redan från början vet hur examinationen ser ut och kan välja att enbart fokusera på den.

I nuläget väljer många studenter att inte utnyttja handledningen och även att arbeta hemifrån eller på andra platser än i universitetets lokaler. Vår förhoppning är att om uppgifterna tydligt enbart är övningsuppgifter och inte examinerande ökar incitamentet för samarbete. De ökade resurserna till lärarnärvaro kommer då att kunna utnyttjas och ytterligare främja inlärningen.

2.3 Projektets aktiviteter

Beskriv de aktiviteter som kommer att genomföras för att uppfylla målen. Ange eventuella delmoment i projektet, deras omfattning i innehåll och tid samt deras mål.

***Bedömningskriterier**:*
1 poäng: Aktiviteterna som beskrivs är relevanta och kopplade till målen.

2 poäng: Aktiviteterna är relevanta, kopplade till målen och det finns beskrivet hur de är utvalda för att möjliggöra måluppfyllelse.

3 poäng: Aktiviteterna är relevanta, kopplade till målen och det finns beskrivet hur de är utvalda för att möjliggöra måluppfyllelse baserad på vetenskaplig grund och/eller beprövad erfarenhet.

Projektet har som mål att ta fram en modell för digital examination av digitala förmågor och färdigheter och består av fyra aktiviteter. En pilotstudie som ligger utanför ansökan kommer utföras för att undersöka ett första utkast till en pedagogisk modell för examinationen samt ta fram en del statistiska underlag för utvärderingen av projektet. Aktivitet 1 kommer sedan att utforma den pedagogiska modellen för examinationen, Aktivitet 2 kommer utarbeta den tekniska lösning som krävs för att genomföra examinationen enligt den modell som tas fram i Aktivitet 1 och när dessa två är genomförda kommer ett storskaligt test av den digitala examinationen enligt den pedagogiska modellen ske i Aktivitet 3 och resultatet av projektet kommer att utvärderas och rapporteras inom Aktivitet 4.

Aktivitet 0: Pilotstudie (ingår ej i ansökan)
==========
En pilotstudie genomförs under hösten 2016 där vi planerar att lägga om undervisningen och examinationen på en av datavetenskaps inledande kurser i programmering med ca 150 studenter. Istället för tre inlämningsuppgifter som studenterna ska lösa och lämna in individuellt och sen en avslutande skriftlig tentamen består kursen av tre moduler. I varje modul får studenterna 20 uppgifter som de får lösa hur de vill ensam eller i mindre grupper. Lösningarna lämnas in och sedan väljs 4-5 av dessa ut för en gemensam granskning i mindre grupper (code review) där varje student får se 4-5 lösningar på samma uppgift och sen med hjälp av lärare reflektera över dessa. Efter code review samlas alla studenter i helgrupp och frågor som kommit upp diskuteras tills alla fått svar på sina frågor. Dagen efter får studenterna skriva en digital tentamen i datorsal där de får 3-5 nya uppgifter som de inte sett tidigare men som liknar de som de arbetat med. Examinationen sker i datavetenskaps datorsalar.

Syftet med pilotstudien är att testa genomförandet av en ny pedagogisk modell och skaffa oss underlag för kommande utvärderingar. Vi vill även få erfarenhet av vilka

aspekter på fysisk säkerhet/kontroll och datorsäkerhet/kontroll som måste beaktas i projektet och vad som skulle krävas för att genomföra en tentamen för 400 studenter samtidigt.

Aktivitet 1: Ny pedagogisk modell för examination av programmeringsfärdigheter
==========
Implementera en ny pedagogisk modell på inledande kurser på datavetenskap och matematik där obligatoriska uppgifter ersätts av digital examination. Modellen ska innebära att mer tid går till studentnära undervisningsformer och mindre till examination samt ökad motivation till mängdträning.

Modellen utformas baserat på pilotstudien och tidigare erfarenheter av digital examination. Upplägget ska vara skalbart och även passa kurser med upp till 300 studenter. Utvecklingen av modellen genomförs VT17.

Under denna aktivitet planeras en workshop med projektgruppen, kursansvariga lärare samt berörda programansvariga där förslaget till modell diskuteras och en slutlig modell tas fram. Det kommer också utvecklas en enkät i syfte att undersöka studenternas bakgrund inom programmering och deras tankar kring programmering och problemlösning.

Aktivitet 2: Utveckling av tekniska lösningar för digital examination av digital färdighet och förmåga
==========
Utarbeta en teknisk lösning för examination av digitala färdigheter som innebär en kontrollerad miljö och som är enkel att använda på generell infrastruktur. Därmed ska den kunna integreras i universitetets infrastruktur för digital examination. Detta arbete ska genomföras under VT17 för att kunna användas i oktober -17 i ett första försök antingen på UmU's gemensamma infrastruktur eller på matematiks och datavetenskaps samlade resurser.

Projektgruppen tar fram direktiv utifrån resultaten i Aktivitet 1 och utvecklingen sker sedan under ledning av den tekniska specialisten i projektgruppen som kontinuerligt återkopplar till projektgruppen.

Aktivitet 3: Genomföra digital examination av färdigheter
==========
Under hösten 2017 kommer digital examination ske i den tekniska lösningen utifrån den framtagna pedagogiska modellen på minst en kurs på Institutionen för datavetenskap och en kurs på Institutionen för matematik och matematisk statistik.

Om vi får möjlighet att använda systemet på UmUs gemensamma infrastruktur kommer minst ett provtillfälle ”stresstesta” systemet med maximalt antal studenter (ca 400 st). På kursen i datavetenskap kommer studenterna få besvara enkäten som togs fram i aktivitet 1.

Aktivitet 4: Utvärdering och avrapportering
==========
Denna aktivitet finns beskriven mer i detalj under rubriken ”Projektutvärdering”.

2.4 Projektets förväntade effekter

Ange vilka effekter som projektet förväntas få.

***Bedömningskriterier**:*
1 poäng: De förväntade effekterna för den egna institutionen beskrivs.

2 poäng: De förväntade effekterna för den egna institutionen beskrivs samt konsekvenser för framtida utvecklingsmöjligheter

3 poäng: De förväntade effekterna för den egna institutionen beskrivs, och konsekvenser för framtida utvecklingsmöjligheter samt överförbarheten av resultaten till andra institutioner/verksamheter.

Projektet har följande förväntade effekter:
• En generell teknisk lösning för storskalig digital examination av digitala färdigheter och förmågor har tagits fram och kommer bli en integrerad del av universitetets system för digital examination. Lösningen ska kunna användas utan teknisk specialistkunskaper.
• En pedagogisk modell för undervisning av grundläggande programmeringsteknik som utnyttjar denna tekniska lösning har tagits fram.
• En kurs inom datavetenskap och en kurs inom matematik (varav minst en med ca 300 studenter) har genomförts där man använt denna modell och tekniska lösning. Resultaten på den kursen visar att studenterna lärt sig färdigheterna på ett djupare plan än tidigare vilket visar sig i förbättrade resultat på efterföljande kurser.
• Den framtagna tekniska lösningen är generell och kan appliceras på alla ämnen där man vill examinera digitala färdigheter. Det kan röra sig om simuleringar inom fysik, kemi, elektronik, biologi, design, bygg, statistik förutom olika programmeringsprojekt inom dessa ämnen.

2.5 Projektutvärdering

Beskriv hur och när projektet ska utvärderas. Ange också hur spridningen av projektresultatet ska gå till.

***Bedömningskriterier**:*
1 poäng: Det finns en plan för hur och när utvärderingsaktiviteterna ska genomföras.

2 poäng: Det finns en plan för hur och när utvärderingsaktiviteterna ska genomföras som inkluderar relevanta utvärderingsfrågor.

3 poäng: Det finns en plan för hur och när utvärderingsaktiviteterna ska genomföras som inkluderar relevanta utvärderingsfrågor samt spridning av erfarenheterna.

Det finns fyra tydliga delmål i projektet som ska utvärderas:

• Ökad djupinlärning. Vi har noterat att studenternas resultat på efterföljande kurs tyder på att de inte har det önskade djupet i färdighet och förmåga. För att mäta om denna inlärning ökat kommer vi jämföra studenternas resultat dels på de kurser där den nya pedagogiska modellen genomförs och dels på efterföljande kurs för att se om vi kan se skillnader i resultat jämfört med tidigare år och jämfört med grupper som använder sig av en annan form av examination.

• Kan examinationen genomföras i stor skala? Vi kommer undersöka studenternas åsikter och attityder kring examinationsformen och ämnet i stort dels genom en inledande enkät och dels genom kursutvärderingar där även lärare, handledare och teknisk personal ges tillfälle att utvärdera examinationen ur olika aspekter.

• Är examinationsmodellen generell och kan den användas för mer än programmeringskurser? I aktivitet 3 genomförs modellen på en kurs i datavetenskap och en kurs i matematik. Båda kurserna utvärderas enligt de två punkterna ovan och då bör eventuella problem med att generalisera modellen komma fram.

• Mer resurser till studentnära aktiviteter. En genomgång av resurstilldelningen till kursen före och efter införandet av denna modell görs och mängden resurser som läggs på examination jämförs med resurser till studentnära aktiviteter.

Utvärdering av projektet och dess effekter kommer främst att göras under hösten 2018. Datainsamling av exempelvis studentresultat sker löpande men den slutliga rapporten författas efter uppföljningen som görs under våren 2018.

Rapporten kommer att presenteras för bidragsgivarna (januari 2019) men även på informationsträffar för programansvariga, studierektorer och prefekter vid Teknisk-naturvetenskaplig fakultet (december 2018). Eventuellt kan resultaten också presenteras på fakultetens årliga lärardag (augusti 2019). Resultaten kommer också leda till konferensbidrag till UmUs pedagogiska konferens (2018?) och till konferensen Frontiers in Education FIE (2019). FIE är en årlig internationell konferens som grundades 1970 med fokus på innovation och forskning inom ingenjörs- och datavetenskaplig undervisning.

2.6 Projektorganisation

Ange vilka personer som deltar i projektet, deras roller och ansvarsförhållandena dem emellan.

Projektgruppen består av följande personer:
Pedher Johansson, Datavetenskap, sammankallande och huvudansvarig
- Universitetslektor, meriterad lärare, prefekt

Robert Johansson, Matematik och matematisk statistik
- Universitetslektor, prefekt

Lena Kallin Westin, Datavetenskap
- Universitetslektor, bitr. prefekt grundutbldning och studierektor, sitter i kvalitetsrådet på TekNat

Tomas Forsman, Datavetenskap
- Teknisk specialist inom såväl IT-säkerhet och virtualisering

2-3 studenter som läser vid Datavetenskap och Matematik och matematisk statistik

Under projektets gång kommer ytterligare personer knytas till projektet såsom kursansvariga lärare på datavetenskap och matematik, programansvariga, systemutvecklare och fler studenter. Detta bekostas dock av respektive institution.

2.7 Tidsplan

Ange start och slutdatum för projektet. Om projektet är indelat i delmoment eller delmål bör det finnas en tidplan även för dessa. Ange även när projektet ska avrapporteras till bidragsgivaren.

Projektmilstolpe	Datum
Aktivitet 1: Ny pedagogisk modell för examination av programmeringsfärdigheter	201701-201706
Delaktivitet 1.1: Workshop kring den pedagogiska modellen	201704
Delaktivitet 1.2: Framtagande av enkät	201705-201706
Aktivitet 2: Utveckling av tekniska lösningar	201704-201709
Aktivitet 3: Genomföra digital examination av färdigheter	201710-201712
Delaktivitet 3.1: Ordinarie examinationstillfälle, kurs 1	201710
Delaktivitet 3.2: Enkät, kurs 1	201710
Delaktivitet 3.3: Ordinarie examinationstillfälle, kurs 2	201711
Aktivitet 4: Utvärdering och avrapportering	201701-201812
Delaktivitet 4.1: Insamling av genomströmningsstatistik, pre- och posttest samt kursutvärderingar och resursfördelning för detta och tidigare år.	201708-201806
Delaktivitet 4.2: Avrapportering av projektet i olika former.	201808-201812

3. Budget

Projektansökan kommer också att bedömas utifrån projektets samlade kompetens samt dess metodik och angreppssätt. I detta kriterium ingår även en bedömning av hur realistisk projektplanen är i förhållande till tid och budget.

1 poäng: Projektgruppen bedöms ha tillräcklig kompetens för att genomföra projektet.

2 poäng: Projektgruppen bedöms ha tillräcklig kompetens för att genomföra projektet och den förslagna metodiken och angreppssättet är ändamålsenliga.

3 poäng: Projektgruppen bedöms ha tillräcklig kompetens, den förslagna metodiken och angreppssättet är ändamålsenliga och projektet bedöms vara realistisk inom den förslagna budgeten.

För en fördelning per person se bilaga. Totalt ansöker vi om 536 timmar och 203 236 kronor. Timmarna fördelar sig över aktiviteterna enligt nedan:

Aktivitet 1: Ny pedagogisk modell för examination av programmeringsfärdigheter
30 timmar
Delaktivitet 1.1: Workshop kring den pedagogiska modellen
32 timmar
Delaktivitet 1.2: Framtagande av enkät
26 timmar
Aktivitet 2: Utveckling av tekniska lösningar
264 timmar
Aktivitet 3: Genomföra digital examination av färdigheter
42 timmar
Delaktivitet 3.1: Ordinarie examinationstillfälle, kurs 1
8 timmar i övrigt bekostas det av kursbudget
Delaktivitet 3.2: Enkät, kurs 1
8 timmar
Delaktivitet 3.3: Ordinarie examinationstillfälle, kurs 2
8 timmar i övrigt bekostas det av kursbudget
Aktivitet 4: Utvärdering och avrapportering
42 timmar
Delaktivitet 4.1: Insamling av genomströmningsstatistik, enketresultat samt kursutvärderingar och resursfördelning för detta och tidigare år.
30 timmar
Delaktivitet 4.2: Avrapportering av projektet i olika former.
46 timmar

Ansökan inklusive budget ska lämnas in i pdf-format, och vara inkommen senast kl. 24.00, 12 augusti 2016.

Ansökan skickas elektroniskt till Registrator via följande e-postadress: medel@diarie.umu.se. I subject/titel/ärenderad i ditt e-brev anger du diarienumret: ***FS 2.1.6-806-16***

Originalhandlingarna undertecknade av prefekt och dekanus samt eventuellt ordförande i programkommitté skickas med internpost till Registrator, Umeå universitet.

BUDGET FÖR UTLYSNING PUNKTUM 2016

Projektets titel **Storskalig digital examination av digitala färdigheter och förmågor**

Startdatum 170101 Slutdatum 181231

Löneberäkning (egen personal)

Ange namn, månadslönen och antal timmar

Namn	Månadslön exkl LKP	Lönerev (2,5%) + LKP 2016 (50,3%)	Timlön	Timmar	Summa
Pedher Johansson	45 500	*24 024*	*491*	68	***33 371***
Robert Johansson	49 700	*26 242*	*536*	50	***26 802***
Lena Kallin Westin	46 200	*24 394*	*498*	56	***27 905***
Tomas Forsman	32 700	*16 448*	*347*	278	***96 444***
Student1	21 000	*10 563*	*223*	28	***6 238***
Student2	21 000	*10 563*	*223*	28	***6 238***
Student3	21 000	*10 563*	*223*	28	***6 238***
Summa löner (internt)				**536**	**203 236**

Projektmedel från PUNKTUM utgår endast för ovan budgeterade poster.

Sammanställning

Antal timmar som ansöks:	536	timmar
Total kostnad som ansöks:	203 236	kronor

"Till ekonomen":

Ersättning för lönekostnad (arbetade timmar * budgeterad timlön) regleras via bokföringsorder i Raindance på sökandes initiativ. Omföring av hälften av beslutat belopp kan begäras i förskott. Slutreglering av andra hälften regleras efter projektslut, när slutrapport är inlämnad och godkänd.

I samband med slutlig rapportering ska också specifikation på faktiska arbetstimmar inkluderas och de får inte överstiga budgeterat totalbelopp ("Summa löner").

BILAGA: EXEMPEL PÅ LITTERATUR

Publikationer från tidigare erfarenheter vid datavetenskap:

Eliasson, J., Westin, L. K., & Nordstrom, M. (2006, October). Investigating students' confidence in programming and problem solving. In Proceedings. Frontiers in Education. 36th Annual Conference (pp. 22-27). IEEE.

Westin, L. K., & Nordstrom, M. (2004, October). Teaching OO concepts-a new approach. In Frontiers in Education, 2004. FIE 2004. 34th Annual (pp. F3C-6). IEEE.

Code review som pedagogiskt verktyg

Bacchelli, A., & Bird, C. (2013, May). Expectations, outcomes, and challenges of modern code review. In Proceedings of the 2013 international conference on software engineering (pp. 712-721). IEEE Press.

Hundhausen, C., Agrawal, A., Fairbrother, D., & Trevisan, M. (2009, March). Integrating pedagogical code reviews into a CS 1 course: an empirical study. InACM SIGCSE Bulletin (Vol. 41, No. 1, pp. 291-295). ACM.

Digitaliserad examination

Sveno, N. (2015). Datoriserad examination i matematik.

Davison, C. B. (2015). Assessing IT Student Performance Using Virtual Machines. Tech Directions, 74(7), 23.

Metod

Fincher, S., & Petre, M. (2004). Computer science education research. London ; New York: Taylor & Francis.

Johan W. Creswell. ”Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research (4th Edition)”. Pearson. 2012.