

Ämnesintegrering i yrkesautentisk miljö med team-undervisning som didaktisk metod

Peter Frejd , Karolina Muhrman 

Linköpings universitet

Kontakt: peter.frejd@liu.se

Abstrakt

Effektiva undervisningsmodeller som förbreder yrkes elever att hantera matematik i sitt kommande yrkesliv efterfrågas i forskningslitteraturen. Denna artikel analyserar användningen av team-undervisning som metod för ämnesintegrering inom yrkesutbildningar på ett yrkesgymnasium i Sverige. Baserat på en tematisk analys av intervjuer med matematiklärare, yrkeslärare och elever på fem yrkesprogram, visar resultaten att undervisningsmetoden bidrar till ökad motivation och yrkesrelevans för eleverna, samtidigt som den stärker ett produktivt samarbetet mellan matematiklärare och yrkeslärare som gynnar elevers kunskapsutveckling i matematik och i yrkesämnet. Eleverna upplever att undervisningsmetoden förbereder dem för arbetslivet. Olika organisatoriska förutsättningar och ledningens stöd är avgörande för att implementera team-undervisning framgångsrikt. Studien visar även att eleverna har en positiv syn till team-undervisningen och önskar mer sådan undervisning. Studien bidrar med nya insikter om hur team-undervisning kan användas för att främja elevers lärande och förberedelse inför arbetslivet. Fortsatta forskningsprojekt handlar om att undersöka implementeringen av denna undervisningsmetod på fler skolor för att se om resultaten kan upprepas och för att undersöka eventuella skillnader mellan olika skolmiljöer.

Nyckelord: Team-undervisning, matematik, yrkesrelevans, ämnesintegrering

Inledning

Matematik är en viktig del av yrkeskunskapen i de flesta yrken. Trots det undervisas matematiken i många fall separerad från yrkesämnena på gymnasiet yrkesprogram. Matematiken har många gånger en "akademisk" utformning som i första hand förbereder eleverna för vidare studier. Detta gör att yrkeseleverna i vissa fall blir dåligt förberedda för yrkesmatematik. Samtidigt är många elever omotiverade att lära sig matematik eftersom de inte kan se dess relevans (Lindberg, 2010; Muhrman, 2016; Muhrman, 2022). Elevernas bristande motivation gör att de riskerar att inte nå målen i ämnet och därmed inte kan få en yrkesexamen (Skolverket, 2017).

Det har länge diskuterats att man bör integrera gymnasiegemensamma ämnen med yrkesämnena (Skolinspektionen, 2017). Det finns dock ingen entydig definition av begreppet ämnesintegrering och forskare inom det matematikdidaktiska fältet har visat att det kan innebära vitt skilda verksamheter som kan ge väldigt olika utfall (se t.ex. Evans, 1999; Gahamanyi, 2010; Muhrman & Frejd, 2018; Williams m.fl., 2001). Till exempel visar Frejd och Muhrman (2022) att kontexten som ämnesintegreringen utförs i kan ha stor betydelse för utfallet. Ämnesintegrering som utförs i en yrkesautentisk kontext verkar ha en mer positiv effekt på elevernas inställning till matematik än ämnesintegrering som sker i ett vanligt klassrum. Studien visade också att samarbetet mellan matematiklärarna och yrkeslärarna kan ha betydelse för utfallet av ämnesintegreringen.

Syftet med denna studie är att undersöka hur den didaktiska metoden "team-undervisning" kan användas inom ämnesintegrering som sker i en yrkesautentisk miljö. Vi analyserar det didaktiska upplägget för team-undervisningen och vilken betydelse detta upplägg har för elevernas lärande i framför allt yrkesämnena, men också i matematik. Följande forskningsfrågor besvaras i artikeln:

1. *Hur kan ämnesintegrerad undervisning med team-undervisning i en yrkesautentisk miljö organiseras för att elevernas ska erhålla djupare kunskaper för sitt kommande yrke?*
2. *Vilka didaktiska vinster beskriver matematiklärare och yrkeslärare med ämnesintegrerad "team-undervisning" i en yrkesautentisk miljö?*
3. *Hur upplever yrkeselever yrkesintegrerad matematik som sker genom team-undervisning i en yrkesautentisk miljö?*

Matematik på yrkesprogram i Sverige

De flesta ungdomar i Sverige påbörjar gymnasiet det året de fyller 16, efter nio års grundskola. Gymnasieutbildningen är treårig och det finns 18 nationella utbildningsprogram, varav tolv är yrkesprogram och sex är högskoleförberedande program. Alla utbildningsprogram är skolbaserade, men yrkesprogrammen måste innehålla minst 15 veckors praktik på en arbetsplats. Efter gymnasieutbildningen förväntas eleverna vara redo att antingen börja arbeta inom det yrke de har utbildat sig till (om de har läst ett yrkesprogram) eller fortsätta sina studier på universitetet (om de har läst ett högskoleförberedande program) (Skolverket, 2022). Den nuvarande modellen för gymnasieutbildning infördes 2011 genom en reform (Gy11). I Gy11 blev yrkesutbildningarna tydligare separerade från de högskoleförberedande utbildningarna, vilket bland annat innebar att matematikämnet delades upp i tre spår där yrkesprogrammen har ett eget spår med en obligatorisk kurs, Matematik 1a.

Innan Gy11 läste alla elever, oavsett högskoleförberedande- eller yrkesprogram, en gemensam matematikkurs, Matematik A. En anledning till förändringarna av matematikämnet som genomfördes i Gy11 var att beslutsfattarna såg ett behov av att matematikkurserna skulle utformas så att dess innehåll blev tydligare relevant för utbildningens inriktning. Detta eftersom det fanns problem med den tidigare Matematik A-kursen, särskilt för yrkesprogrammen. I utvärderingar som gjorts av Skolverket beskrev många yrkeselever Matematik A som abstrakt och teoretisk och att de saknade motivation för ämnet eftersom de inte kunde förstå hur innehållet i kursen kunde bidra till kompetens inom det yrke de studerade till (Skolverket, 2003; Proposition, 2008/09:199).

Innehållet i den nya kursplanen för yrkesprogrammets matematik, Matematik 1a, som infördes 2011 fick en mer framskriven koppling till elevernas yrkesinriktning jämfört med Matematik A. Kursplanen för Matematik 1a har sedan dess reviderats, sista gången 2022. Då gjordes omskrivningar för att ytterligare förtydliga kopplingen till yrkesinriktningen. Den nuvarande kursplanen innehåller ett helt område som har fokus på yrkesmatematik, vilket utgör mellan 1/3 – 1/4 av kursens centrala innehåll (Skolverket 2022).

Trots detta visar både forskningsstudier och utvärderingar att den yrkesmatematiska kopplingen har förblivit svag när det gäller realisering i klassrummet. Matematiklärare som saknar kunskap om elevernas yrkesinriktning har svårt att följa det yrkesinriktade innehållet i kursplanen för Matematik 1a i sin undervisning, och många elever uttrycker fortfarande låg motivation för matematik eftersom de inte förstår syftet med ämnet (Muhrman, 2016; Skolinspektionen, 2014).

Tidigare forskning om matematik på yrkesprogram

Integrationen av matematikundervisning inom yrkesutbildningar uppvisar en betydande variation på både internationell och nationell nivå, vilket påpekas i forskningslitteraturen (Frejd, 2018; Muhrman, 2016; Strässer, 2000). Denna undervisning kan äga rum i såväl formella som informella miljöer och spänner över flera utbildningsnivåer, inklusive gymnasieskolan, eftergymnasiala studier, fortbildning, lärlingsprogram och högre utbildning. Forskning inom området har identifierat gemensamma mål för yrkesinriktad matematikutbildning, vilka inkluderar utvecklingen av *akademiska*, *praktiska* och *reflekterande matematikkunskaper* (Wedegge, 2000). De akademiska kunskaperna innefattar traditionella skolfärdigheter såsom procedurer, algoritmer och teorier inom ren matematik. Praktiska kunskaper fokuserar på matematikens tillämpningar i olika yrkeskontexter, medan de reflekterande kunskaperna är förknippade med metakognitiva strategier för matematikanvändning.

Prioriteringen av olika typer av matematisk kunskap inom yrkesutbildningens kursplaner styrs av politiska, sociala och ekonomiska faktorer (FitzSimons, 2014). Sambandet mellan den matematik som tillämpas i yrkesmiljöer och den som undervisas i skolor är inte alltid uppenbart. Yrkesmatematiken är ofta mer komplex och kontextbunden än den matematik som förekommer i skolmiljöer (Dalby & Noyes, 2016; Wake, 2014). Den inkluderar specifika matematiska tekniker och omfattar även sociala, politiska och kulturella dimensioner som vanligtvis inte framhävs i utbildningssammanhang (FitzSimons, 2014; FitzSimons & Björklund Boistrup, 2017; Mouwitz, 2013). För att förbättra kopplingen mellan matematikundervisningen och yrkeslivets behov,

krävs en noggrann analys av de matematiska färdigheter som är relevanta för olika yrken. Detta innebär att utbildningsplaner bör utformas med hänsyn till de specifika matematiska krav som yrkesutövare ställs inför, vilket kan bidra till en mer relevant och tillämpbar matematikutbildning (FitzSimons, 2001; Wake, 2014).

I forskningslitteraturen finns många förslag på aspekter att inkludera i yrkesutbildningen för att erhålla en högkvalitativ matematikundervisning (t.ex. Dalby & Noyes, 2015; LaCroix, 2014; Wake, 2014). En sådan aspekt är *samarbete mellan olika ämnesdiscipliner* (FitzSimons, 2001), vilket uppmuntrar matematiklärare att arbeta tillsammans med andra lärare och yrkesverksamma. Ett fungerande samarbete är viktigt för att förstå de unika utmaningar och krav som finns på olika arbetsplatser (Frejd & Muhrman, 2022). Varje arbetsplats har sina distinkta sociala och kulturella normer, vilket även kopplas till hur matematiken handskas på dessa arbetsplatser (FitzSimons & Björklund Boistrup, 2017). Ett tvärvetenskapligt samarbete är fördelaktigt även för att skapa matematikuppgifter till eleverna som är relevanta och meningsfulla för deras kommande yrkeskarriär.

Relaterat till meningsfulla uppgifter, beskrivs en annan central aspekt i forskningslitteraturen vilket är att ta hänsyn till *äntenticitet*. Mouwitz (2013) betonar även han att matematik på arbetsplatsen inte är ett fristående ämne utan är starkt kopplad till de kulturella metoder, traditioner och artefakter inom olika yrken. För att skapa autentiska klassrumsaktiviteter behöver dessa faktorer vara en integrerad del av utformningen av aktiviteterna. På många arbetsplatser används olika former av räknehjälpmedel, i form av till exempel dataprogram där användaren matar in vissa värden och får ut andra, som kan beskrivas som "svarta lådor" (Williams & Wake, 2007). Att använda dessa verktyg bidrar till att höja äntenticiteten (Coben & Weeks, 2014; Strässer, 2007) och att förklara och synliggöra matematiken bakom dessa verktyg är en del av matematikutbildnings uppgift (Williams & Wake, 2007).

Kommunikations- och samarbetsförmåga är aspekter som värderas högt på arbetsplatsen. Mouwitz (2013) och Wake (2007) konstaterar att många arbetsuppgifter kräver samarbete, vilket kräver goda kommunikations- och samarbetsförmågor. Integreringen av uppgifter som kräver samarbete inom yrkesutbildning kan därmed bidra till att stärka utbildningens äntenticitet.

Ytterligare en aspekt som nämns för kvalitativ undervisning är *identitet och självkänsla*. Mouwitz (2013) skriver att en förutsättning för att skapa självkänsla och identitet på arbetsplatsen är eleverna får en grundläggande förståelse för vad som förväntas av dem i sin yrkesroll. Denna förståelse leder i regel till ett engagemang för att vilja göra ett bra jobb och se till att arbetet som utförs motsvarar kundernas eller arbetsgivarnas förväntningar.

Lärandemiljön beskrivs som en annan viktig aspekt att ta hänsyn till vid skapande av undervisningssituationer (Dalby & Noyes, 2016; Stadler-Altmann, 2015). Frejd och Muhrman (2022) analyserade hur eleverna arbetade med matematiska uppgifter i matematikklassrummet jämfört med hur de arbetade med likande uppgifter i yrkessalen. De drog slutsatsen att miljön i yrkessalen avsevärt förbättrade elevernas motivation. Dessutom observerades det att den matematiska diskursen som användes i yrkessalens miljö var betydligt mer substantiell och engagerande. Jensen (2022) dokumenterade också betydande skillnader i elevernas engagemang och motivation mellan workshop-miljöer och traditionella matematikklassrum. Dessutom beskriver Jensen (2022) att förmågorna som eleverna utvecklar i de olika miljöerna skiljer sig åt beroende på miljön. Elevernas och lärarnas roller förändras också i och med

att de är i yrkessalen, eleverna känner sig som experter där (Sundtjønn, 2021, Muhrman & Frejd, 2018). Men samtidigt kan eleverna ha svårigheter med att matematikundervisningen sker i yrkesklassrummet eftersom eleverna måste navigera mellan nya normer i de olika undervisningsmiljöerna (Sundtjønn, 2021).

Sammanfattningsvis: Matematikutbildning inom yrkesutbildning kan fungera som en katalysator för att ge elever möjligheter både att tillämpa och utveckla sina *akademiska, praktiska* och *reflekterande* matematiska kunskaper i arbetsplatsituationer och för att utveckla sin *identitet och självkänsla*. Att etablera en tydlig koppling mellan akademisk matematik och dess praktiska tillämpning på arbetsplatsen kräver *samarbete mellan olika discipliner*. Detta samarbete är viktigt för att lyfta fram *autentiska* aspekter kopplade till kulturella metoder, traditioner och artefakter i olika yrken och säkerställa en smidig övergång från akademiska miljöer till yrkespraktik. Lärandemiljön nämns som en central aspekt för att höja elevernas motivation och dessutom bör yrkesinriktad matematikutbildning främja *kommunikations- och samarbetsförmåga*.

Team-undervisning

Syftet med denna artikel är att analysera hur den didaktiska metoden "team-undervisning" (på engelska co-teaching eller team teaching) kan användas inom ämnesintegrering som sker i en yrkesautentisk miljö. *Team-undervisning*, där två eller fler lärare samarbetar och undervisar tillsammans, är en undervisningsmetod som har fått ökad uppmärksamhet under senare år. Men forskning kring användningen av team-undervisning kopplat till matematikämnet är mycket bristfällig (Rexroat-Frazier & Chamberlin, 2019). Vår definition som vi använder är baserad på Cook och Friend (1995) där två eller fler lärare delar idéer och ger instruktioner till eleverna i en gemensamt organiserad undervisningspraktik. Inom specialpedagogisk litteratur används det svenska ordet samundervisning (Sundqvist, 2021) som är ett närbesläktat ord till team-undervisning men där den ena läraren är specialpedagog. Team-undervisning i vår tolkning handlar om att lärarna som undervisar på yrkesprogram tar på sig liknande roller i klassrummet och lärarna kan agera tillsammans som ett team. Exempelvis, samtidigt som den ena läraren berättar om dagens aktivitet demonstrerar den andra lärare hur aktiviteten praktiskt ska genomföras, och lärarna kan avbryta och komplettera varandra när som helst under lektionen (Cook & Friend, 1995). Ett sådant samarbete mellan olika lärartyper verkar vara produktivt, när det handlar om yrkeslärare och matematiklärare (Dalby & Noyes 2015; Savage 2011). Denna undervisningsform kan erbjuda en rad fördelar, såsom förbättrad informationsöverföring och problemlösning, intensifierat lärarsamarbete, ökad effektivitet i undervisningen, och en mer positiv atmosfär i klassrummet (Kursch & Veteška, 2021). Lärarna kan berika varandra genom sitt samarbete och bidra till en mer innovativ undervisningsmiljö som möjliggör användning av en bredare uppsättning undervisningsmetoder (Frejd & Muhrman, 2022).

Trots dessa fördelar kan det även finnas nackdelar eller svårigheter med team-undervisning. En av de största utmaningarna är behovet av omfattande förberedelser och komplexiteten i att koordinera två lärare, vilket kan leda till högre finansiella och logistiska kostnader (Kursch & Veteška, 2021). Framförallt nämns valet av en undervisningspartner och en tydlig beskrivning av syftet med den gemensamma undervisningen som centrala aspekter för att team-undervisningen ska fungera (Rexroat-Frazier & Chamberlin, 2019). För att sedan team-

undervisning ska vara framgångsrik krävs det gemensam förberedelse, stöd från skolledningen och teknisk beredskap (Kursch & Veteška, 2021).

Internationellt sett har Team-undervisning en relativt lång tradition från 1960 talet när det introducerades på skolor i mellanstadiet i USA, fram till nu när metoden finns representerad på alla nivåer inom utbildningsväsendet (Hellier & Davidson, 2018), men i mycket begränsad omfattning. Forskningslitteraturen beskriver att team-undervisning erbjuder en unik möjlighet att förbättra utbildningsprocessen, men det kräver också en väl genomtänkt implementering och engagemang från alla inblandade parter (Cook & Friend, 1995). Enligt Black och Yasukawa (2013) finns tre typer av modeller av team-undervisning i samband med matematikundervisning på yrkesprogram. De tre modellerna skiljer sig främst i rollen som matematikläraren har. Yrkeslärarnas roll är i stort densamma. Matematiklärans roll kan beskrivas som: Modell 1 – resurs, Modell 2 – expert, Modell 3 – yrkesutövare. Den första modellen, resurs, avser ett samarbete där yrkesläraren har en den centrala rollen och matematiklärare en i sekundär roll i förhållande till yrkesläraren, och främst hjälper eleverna när de ställer frågor som kan kopplas till matematiken. I modell 2, expert, beskrivs ett nära samarbete mellan yrkesläraren och matematikläraren, som planerar sina lektioner tillsammans och undervisar hela grupper av elever, men turas om att fokusera på sitt expertområde. Den tredje modellen har överlappningar med modell 2. Men den stora skillnaden är att, matematiklärarna i detta fall också iklär sig rollen som yrkesutövare och deltar aktivt i de övningar som sker i relation till yrket. De anammar yrkesrollens kultur och arbetar inte bara som en matematikexpert vid sidan om yrkesläraren som i modell 2.

Metod

Studien som presenteras i denna artikel är en del i ett större projekt om matematik på yrkesprogram. Delstudien för artikeln gjordes på en relativt stor gymnasieskola med många olika yrkesprogram. Valet av skola baserades på att matematik- och yrkeslärare på denna skola har utarbetat en undervisningsmodell, team-undervisning, med fokus på ämnesintegrering mellan matematik och yrkesämnen. Team-undervisningen består av att en matematiklärare och en eller flera yrkeslärare genomför lektionerna tillsammans i skolans övningssalar. Skolan har använt sig av denna undervisningsmodell under ganska många år och har utvecklat den succesivt genom att koppla på fler och fler program till modellen.

Empirin för studien består av deltagande observationer vid de ämnesintegrerade lektionerna där team-undervisning används som didaktisk modell, intervjuer med 29 elever, 4 matematiklärare och 8 yrkeslärare, samt en enkätundersökning med eleverna. Eleverna har också genomfört ett före- och eftertest vid matematikkursens början och slut och vi har även samlat in och analyserat elevernas resultat på de nationella proven i matematik. **I denna artikel analyseras empiri från intervjuerna.** De fyra matematiklärarna intervjuades enskilt medan de åtta yrkeslärarna intervjuades i en grupp (på grund av att det var svårt att hitta tider för enskilda intervjuer). Eleverna är intervjuade vid två tillfällen i början och i slutet av sin matematikkurs. De är intervjuade i grupper om 3-6 elever (eftersom vi av erfarenhet från väldigt många elevintervjuer märkt att det gör eleverna lugnare). Eleverna kommer från sex klasser och fem olika program (El- och Energiprogrammet (EE), Fordons- och transportprogrammet (FT), Bygg- och anläggningsprogrammet (BA), VVS- och fastighetsprogrammet (VF), och Restaurang- och

livsmedelsprogrammet (RL). Eleverna från de olika programmen har haft olika matematik- och yrkeslärare som arbetat med team-undervisning. Intervjufrågorna berörde hur lärarna upplevde att arbeta med ämnesintegrerad team-undervisning, fördelar och nackdelar med detta arbetssätt och hur det påverkar elevernas lärande. Elevintervjuerna berörde deras upplevelse av den ämnesintegrerade team-undervisningen och hur denna påverkade såväl deras inställning till matematik som deras lärande till matematik.

Data från intervjuerna analyserades tematiskt. Detta ansågs vara den mest lämpliga analysmetoden för vår forskning, vilket stöds av Braun och Clarkes (2006) definition av tematisk analys som "en metod för att identifiera, analysera och rapportera mönster [teman] inom data" (s. 78; vår översättning).

I vår analysprocess utgick vi från Braun och Clarkes sex steg för tematisk analys, vilket innebar att vi började med att gå igenom all data för att hitta initiala koder som resulterade i karaktärisering av varje deltagares syn på team-undervisning och dess organisering. I det andra steget organiserades och sammanfördes koder som återkom i olika former hos flera deltagare vilket i nästa steg ledde till identifieringen av flera teman relaterade till varje forskningsfråga. Dessa teman exemplifieras med citat från intervjuerna och innebörden av dem sammanfattas i en tabell för respektive forskningsfråga.

Utöver den tematiska analysen har vi även använt de tre nivåerna från Black och Yasukawa (2013) som ett analysverktyg för att belysa och diskutera resultaten.

Analys och resultat

Vi inleder resultatdelen med att presentera och analysera själva organiseringen av den ämnesintegrerade team-undervisningen så som den beskrivs av lärarna, för att sedan gå över till deltagarnas upplevelse av team-undervisningen. Då vi intervjuat både lärare och elever och deras upplevelse av team-undervisning ses ur olika perspektiv, har vi valt att presentera resultaten från lärarintervjuerna för sig och elevintervjuerna för sig. I resultatet nedan använder vi följande beteckningar för matematiklärare (MaL), yrkeslärare (YL), och initialerna från programnamnet betecknar elever på ett visst program (t.ex. EE för El-och Energiprogrammet) och för att ange en specifik individ följs beteckningen av en siffra. Exempelvis betyder beteckningen MaL1 matematiklärare 1.

Organiseringen av team-undervisningen

Skolan som är i fokus för denna studie har utvecklat sin didaktiska modell för ämnesintegrerad team-undervisning under många år. Enligt matematiklärare 3 (MaL3) så påbörjades arbetet kring att organisera den ämnesintegrerade matematikundervisningen där matematiklärare och yrkeslärare arbetar tillsammans i yrkessalarna, i samband med införandet av GY11

När gy11 kom stod det ganska mycket att man skulle vara i en praxisnära miljö. Vi tolkade att vi behöver förändra vår undervisning. Det var så mycket mot karaktärsämnen. Vi var många som kände att det här kan vi inte. Vi är ju inte byggare och vi är ju inte fordonsmekaniker, så hur ska vi få det som är relevant för eleverna?" (MaL3).

Det underliggande syftet för organiseringen av ämnesintegrerad team-undervisning var initialt, enligt MaL3, att skapa relevans för eleverna och uppfylla kursplanens mål. När matematiklärarna skulle undervisa i matematik kopplat till elevernas yrke insåg dom att detta behövde ske i samarbete med yrkeslärarna för att få del av deras yrkeskompetens. De beslutade så att införa modellen med team-undervisning. Matematiklärarna berättade vidare att de började utveckla den didaktiska modellen i liten skala med byggprogrammet, men har under årens lopp lagt till fler program och idag ingår alla yrkesprogram på skolan.

Undervisningen på skolan är organiserad så att de har två pass i veckan med "vanlig" matematik i "vanliga" matematikklassrum där eleverna använder en matematikbok och ett pass i veckan med yrkesintegrerad team-undervisning i yrkessalarna. MaL3 berättar om fördelarna med denna organisering: *"Vi har tre pass i veckan. Ett pass i verkstaden och två vanliga. Tänk om vi skulle ha tre vanliga traggelktioner med algebra eller korrelation och kausalitet. Det skulle eleverna inte alls tycka var nåt att ha"* (MaL3). Vid det tillfället som sker i yrkessalen håller matematikläraren och yrkesläraren i undervisningen tillsammans, men undervisningen har alltid fokus på det som eleverna faktisk ska arbeta med i yrkesämnet, dvs det är yrkesämnet som är i förgrunden och eleverna arbetar med yrkesautentiska beräkningar. Enligt MaL3 gör detta sätt att organisera den ämnesintegrerade matematikundervisningen att den blir mer relevant för elevernas kommande yrke, vilket är något som motiverar eleverna.

För att det ska vara möjligt att genomföra denna didaktiska modell är schemat ett återkommande organisatoriskt tema. För dessa team-undervisningslektioner parallelllägger schemaläggaren yrkeslärarnas och matematiklärarnas lektioner, så att båda lärarna kan få möjlighet att vara i samma klassrum. MaL1 nämner att en annan organisatorisk faktor som har haft betydelse för att dom ska kunnat utveckla sin didaktiska modell är kontinuitet: *"Det har varit en kärntrupp länge."* (MaL1), vilket har gjort att de har kunnat utveckla modellen under en längre tid inom arbetslagen utan att så många nya lärare har behövt skolas in. Det har dock börjat några nya matematiklärare under de år som har gått sedan arbetet med modellen startade. Dessa lärare har då fått information om att det är såhär man arbetar på den här skolan. Att det finns en uttalad strategi för den ämnesintegrerade team-undervisningen som är tydligt uppbackad av ledningen på skolan är en avgörande faktor för kontinuitet. En annan organisatorisk faktor som nämns är tid för gemensamplanering: *"Om man vill utveckla det ännu mer... då behövs det mer tid. Då räcker det inte att sitta vid kaffekoppen en kvart. Utan om man ska börja, som du sa, samplanera behöver man verkligen tid"* (MaL4). Även yrkeslärarna nämner gemensamtid, men att det inte alltid finns tydlig tid i schemat: *"Vi gör det på rasterna, mellan lektionerna"* (YrL4), dvs lärarna får samarbete och föra en dialog med varandra under raster. I relation till tid nämns även rektorer och ledning som organisatoriska faktor, men då mer i relation till att kunna genomföra lektionerna tillsammans än att få extra tid för gemensam planering: *"Det är från ledningen att vi har fått tid att göra det här tillsammans med... Att vi går dubbelt då på de här yrkespassen."* (MaL2)

Även om tid för gemensam planering lyfts som en viktig faktor för att kunna utveckla den didaktiska modellen med team-undervisning ytterligare, så säger lärarna också att det mest avgörande för att lyckas kanske är att matematiklärarna och yrkeslärarna faktisk har en vilja att jobba tillsammans på detta sätt. Matematiklärarna berättar också att den modell de använder inte behöver kräva så jättemycket extra planeringstid. För att skapa yrkesautentiska uppgifter, så försöker matematikläraren tillsammans med yrkesläraren koppla till vad eleverna gör just nu

i sina yrkesämnen: *"Varje [yrkes] lärare som håller i en sådan här introduktion har ju tillsammans med matteläraren gjort uppgifter som är kopplade till den introduktionen... så får de räkna på precis det som de håller på med [i yrkesämnet]... vad det nu är för någonting."* (YrL1). Citatet pekar på att lärarna försöker situationsanpassa uppgifterna utifrån vad eleverna läser i sina yrkesämnen snarare än i de gymnasiegemensamma ämnena. Genom att arbeta med uppgifter som är direkt kopplade till det som sker i yrkesämnet behövs ingen mycket planeringstid för att skapa "nya" yrkesintegrerade matematikuppgifter.

Den ämnesdidaktiska team-undervisningen sker som nämnts i yrkessalarna. Jämfört med andra skolor behöver matematiklärarna på denna skola därför ha lite mer ställt tid mellan lektionerna. För att verkligen anamma yrkeskulturen använder matematiklärarna på denna skola alltid yrkeskläder på samma sätt som yrkeslärarna när de befinner sig i yrkessalarna: *"Vi behöver lite mer tid för förflyttning och omklädningstid ibland"* (MaL2). Att vara "rätt klädd" när de befinner sig i yrkessalarna ser matematiklärarna som en viktig del i att visa att yrkesmatematiken är "på riktigt". Detta kan relateras till Black och Yasukawa (2013) modell 3, dvs matematiklärarna går in i en roll som yrkesutövare och deltar aktivt i de praktiska yrkesövningarna. Att befinna sig i yrkessalen har ett stort värde för autenticiteten, men en utmaning med att bedriva matematikundervisning i yrkessalarna kan dock vara bristen på bra ställen att hålla genomgångar eller platser där eleverna kan sitta ned för att föra anteckningar eller göra beräkningar i ett block. I vissa av yrkessalarna finns teorisalar i anslutning, vilket underlättar, men i vissa yrkessalar saknas dessa och då får lärarna vara påhittiga. Exempelvis har de *"gjort lite underlägg som vi kan skriva på... sitta på golvet och skriva... Vi har dragit ut whiteboard och grejer på hjul, så man kan få lite hjälp att skriva."* (MaL2). Enligt citatet behöver lärarna vara lite anpassningsbara och lösa den praktiska organisationen för själva genomförandet av lektionerna där det inte finns ordentliga teorisalar. Vi sammanfattar våra resultat angående organisering av team-undervisningen i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Identifierade teman för organisationen kring ämnesintegrerad team-undervisning

Tema	Beskrivning
Relevans	Syftet i organiseringen av ämnesintegrerad team-undervisningen handlar om att skapa relevanta kopplingar mellan yrkesämnen och matematikämnet
Uppfylla kursplanen	Team-undervisningen är organiserad utifrån att uppfylla mål i kursplanerna för både yrkes och matematikämnet
2:1	Team-undervisning är organiserad att genomförs en gång per vecka, övriga två tillfällen för matematikundervisning är det traditionell undervisning
Kontinuitet	Att utveckla team-undervisning på en hel skola kräver en ordentlig organisation som innebär att flera lärare är engagerade under en längre tidshorisont och det finns en uttalad strategi från ledningen
Vilja	Ett krav för att organisationen ska fungera är att lärarna verkligen vill arbeta med ämnesintegrerad team-undervisning
Tid	Det krävs tid för att organisera och samarbete i samband med team-undervisning

Situations-anpassad	Matematikläraren och yrkesläraren organiserar undervisningen genom att anpassa uppgifterna efter vad eleverna gör i yrkesämnena
Schema	Matematiklärarna och yrkeslärarnas scheman måste samplaneras
Yrkeskläder	Matematiklärarna behöver få möjlighet att använda yrkeskläder
Anpassningsbar	Matematikläraren behöver vara kreativ när det gäller genomgångar och elevers skrivande om det inte finns teorisalar att tillgå

Didaktiska vinster av ämnesintegrerad team-undervisningen enligt matematik och yrkeslärarna

Både matematiklärarna och yrkeslärarna ser ett flertal olika didaktiska vinster med den ämnesintegrerade team-undervisningen. För det första höjs motivationen hos eleverna, en av anledningarna förutom yrkesrelevans är att eleverna tycker att det är en annan form av matematik än vad de är vana vid. YrL1 nämner: *"Ja, och sen att de inte vet att det är matte. Det är det som gör att de tycker att det är roligt. Så funkade det för oss med det här"*. Citatet antyder att när eleverna går på dessa ämnesintegrerade team-undervisningslektioner så tolkar eleverna den matematik som de arbetar med som något annat och roligare än den matematiken de möter i den traditionella matematikundervisningen. Både yrkeslärarna och matematiklärarna berättar att den ämnesintegrerade team-undervisning ger yrkesrelevans: *"När eleverna kommer ner till fordonsverksamheten som säger att: nu ska eleverna jobba med det här, det här behöver vi hjälpas åt med... de ska räkna på en hydraulisk domkraft och sådana saker. Då jobbar de med den"* (MaL3). Citatet antyder att eleverna verkar intresserad av att arbeta med uppgifter som de har nytta av i sitt kommande yrke, de ser uppgifterna som relevanta och då arbetar de. Yrkesrelevansen ökar också av att yrkesläraren är närvarande och beskriver uppgifterna, jämfört med om matematikläraren hade arbetat själv med yrkesintegrerade matematikuppgifter: *"Det blir lite mer trovärdigt kanske också när det kommer ifrån yrkeslärare... de vet ju var du kommer ifrån och vad du har gjort... Och då blir det mer verklighet"* (YrL4). I citatet från YrL4 syns ytterligare en positiv vinst med team-undervisning som är kopplat till en yrkesidentitet. Eleverna ser yrkeslärarna som förebilder som de vill identifiera sig med, de är ju experter inom de områden som eleverna utbildar sig till. När elevernas förebilder belyser betydelsen av att kunna matematik blir det enligt lärarna "på riktigt". Kopplat till yrkesidentitet nämner yrkeslärarna att de i sitt utbildningsuppdrag även inkluderar att utveckla elevernas sociala förmågor och lära dem att kunna hantera de normer som krävs för att bli duktiga i sitt kommande yrke. YrL2 beskriver att: *"De behöver lära sig grunderna i yrket... den stora utbildningen... är ute på APL... Så att lära dem grunderna inne och sen så lära dem vikten av det här med det sociala och komma i tid och sådana där saker"*. YrL2 tycker att den didaktiska modellen med team-undervisning hjälper till att utveckla elevernas sociala förmåga, genom att lärarna uppvisar ett samspel och också får mer utrymme och tid för dialog med eleverna när de är två. Även detta kan relateras till modell 3. Genom att både matematikläraren och yrkesläraren går in i en autentisk yrkesroll och visar ett team-work som liknar det som förekommer i arbetslivet, bidrar de tillsammans med att skola in eleverna i yrkeskulturen.

Att matematiklärarna byter om till yrkeskläder under de ämnesintegrerade lektionerna lyfter både yrkeslärarna och matematiklärarna som något som ger didaktiska vinster både i form av att det höjer matematiklärarnas status och av att det skapar en annan relation mellan eleverna och matematiklärarna. YrL6 beskriver: *"Jag skulle framförallt säga att eleverna får en annan uppfattning om matteläraren. De får en annan relation till matteläraren än att sitta i en mattelektion"* (YrL6). När undervisningen inte tar plats i det traditionella matematikklassrum får matematiklärarna möjlighet att umgås med eleverna på ett annat sätt, visa upp en annan roll, och de får se eleverna arbeta i en miljö där de har möjlighet att visa andra förmågor än i matematikklassrummet. YrL6 berättar: *"[V]i har ... haft möjlighet att gå med ut och göra det eleverna ska göra. I deras uniform, bageri, kläder. Och så får de (matematiklärarna) också vara med. Det är jättelyckat. Matte blir på ett annat sätt för eleven"* (YrL6). Även matematiklärarna har samma åsikter angående en förändrad roll: *"[V]i byter om och sätter på oss skyddskläder. Vi blir lite mer som eleverna. Vi blir en annan person i deras ögon också. Att vi är en i gänget... Och det tror jag också är ett sätt i relationsbygget."* (MaL3). Citatet visar tydligt exempel på vad som kan karakterisera Black och Yasukawa's (2013) modell 3. Både lärargrupperna är också tydliga med att team-undervisningen skapar en bättre relation mellan lärarkategorierna på skolan, de kommer närmare varandra och lär sig av varandra vilket stärker båda kategorierna av lärare, samtidigt som både lärarna tycker att undervisningen blir roligare och eleverna uppfattar matematiken som roligare.

Ytterligare en positiv didaktisk vinst av den ämnesintegrerade team-undervisningen är att matematiken synliggörs i elevernas kommande yrke. Det framkom under intervjuerna att det finns skillnader mellan hur matematikläraren använder matematik jämfört med yrkesläraren, vilket bland annat kan ses i följande citat:

Det är det som är med yrkesmatten. Den blir ju mer direkt mot yrkena. Vi använder vårt språk och vi använder våra sätt att räkna. Vi genar lite grann för att vi vet redan saker om ett material eller en storlek på någonting som vi kan. Så vi kan ganska snabbt räkna ut någonting. (YrL1).

I citatet beskriver YrL1 att man använder olika språkbruk och metoder när man löser problem inom yrket jämfört med den traditionella skolmatematiken. Exempelvis nämner YrL1 att han aldrig använder begreppet area utan bara pratar i kvadratmeter. När matematikläraren och yrkesläraren håller lektionerna tillsammans är de två i klassrummet och då kan matematikläraren ta rollen att förklara hur det hänger ihop med mer akademisk matematik och synliggöra då den matematiken, samtidigt som eleverna ser att matematiken har en koppling till deras yrke. Detta gör att eleverna allmänt ser en stor nytta av att lära sig matematik, dvs eleverna ser en matematisk relevans, vilket på denna skola kan observeras genom att många elever väljer att läsa ytterligare en matematikkurs utöver den obligatoriska kursen. Denna beskrivning visar exempel på Black och Yasukawa's (2013) modell 2 där matematikläraren beskrivs som expert inom sitt ämne och yrkesläraren inom sitt, men de båda lärarna interagerar med varandra under lektionerna och är noga med att uppgifterna ska vara av yrkeskaraktär med relevans.

Matematiklärarna nämner att matematikuppgifterna som eleverna får arbeta med under lektionerna i yrkessalarna är mer konkreta för eleverna. De innehåller för det mesta någon aktivitet där elever ska mäta eller göra något praktiskt kopplat till yrkesämnet. *"Om du ... kan mäta på lådan istället för att titta på en ritning eller jag säger en gång en gång en meter att du*

verkligen kan gå och mäta det... det är så hands-on ... är som bäst ... Då blir det oftast mer riktigt." (MaL1). Matematikläraren 1 anser att det är fördelaktigt för eleverna att kunna både se på och ta på det de jobbar med, i stället för att bara titta på en ritning. Om uppgiften är praktisk och eleverna får engagera sig i någon form av mätning kan det underlätta för förståelse hos eleverna eftersom det blir tydligare för många elever som har svårigheter med abstrakta uppgifter.

Något som båda lärarkategorierna också nämner är att den didaktiska modellen med ämnesintegrerad team-undervisning är mycket lärorik för eleverna. Trots att eleverna har mindre "formell" matematik än många andra elever, eftersom en lektion i vecka har fokus på yrkesmatematik så presterar eleverna bra på nationella provet i matematik och flera vill läsa nästa kurs i matematik. MaL1 säger: *"När vi började 2011, gy11... Och då... Jag tror det var 50 % i riket som körde på första nationella provet. Jag tror att vi hade en eller två av 48 elever... Många ville läsa matte två, högt intag också"* (MaL1). Citatet indikerar att eleverna som undervisas utifrån ämnesintegrerad team-undervisning verkar klara sig bra även på prov som fokuserar enbart på akademisk matematik, vilket det nationella provet gör. Men eleverna presterar inte bara bra i matematik. En av yrkeslärarna beskriver att den ämnesintegrerade team-undervisningen också gör eleverna väl förberedda för sina yrken:

Jag tror att slutresultaten ute i branschen på de som kommer ut och blir lärlingar härifrån är ganska hög. Det har jag hört ...även när branschprovet görs så är det väldigt liten procent härifrån som misslyckas ... jag tror att vi är på rätt spår på den här skolan (YrL2).

Citat från YrL2 indikerar att han/hon tror på att den ämnesintegrerade team-undervisningen bidrar till att eleverna klarar yrkescertifikat genom branschprov och skapar duktiga lärlingar. Vi sammanfattar våra teman angående den andra forskningsfrågan i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Identifierade teman för didaktiska vinster av ämnesintegrerad team-undervisningen

Tema	Beskrivning
Yrkes-relevans	Ämnesintegrerad team-undervisningen hjälper matematiklärarna att skapa och genomföra yrkesspecifika uppgifter
Motivation	Den ämnesintegrerade team-undervisningen höjer elevernas motivation
Sociala förmågor	Team-undervisningen bidrar till att öva elevernas sociala förmågor, och de får ta del av yrkeskulturen
Konkret	Uppgifterna som skapas av lärarna har praktiska inslag till skillnad från traditionell matematikundervisning
Roligt	Båda lärarkategorierna tycker det är roligt att arbeta tillsammans och eleverna tycker att lektionerna blir roligare
Lärorikt	Lärarna beskriver att eleverna presterar bra på nationella prov och på yrkesprov jämfört med andra skolor
Förståelse	Enligt lärarna ökar elevernas förståelse i matematik när de får arbeta med praktiska uppgifter

Matematisk relevans	Enligt lärarna ser eleverna en större relevans med att lära sig matematik när de ser att den har en viktig roll i yrket
Stärker lärarna	Genom team-undervisningen har lärarna ett didaktiskt utbyte som gör att båda kategorier av lärare känner sig stärkta
Ma-lärares status	Matematikläraren blir inte bara en lärare i matematik utan kan ta olika roller ibland som elev, och ibland som yrkesarbetare, vilket stärker deras status
Relation	Team-undervisningen i en yrkesautentisk miljö bidrar till att ge matematiklärarna en annan, oftast bättre, relation med eleverna
Identitet	Team-undervisningen bidrar med att skapa en identitet hos eleverna där matematik är viktigt för deras yrkeskompetens

Elevers upplevelser av yrkesintegrerad team-undervisning

Alla elever som vi intervjuade ansåg att det är viktigt att kunna matematik för deras kommande yrke. Detta var extra tydligt efter att de läst klart kursen Matematik 1a där de undervisats med ämnesintegrerad team-undervisning. Eleverna kunde då räkna upp många olika förslag på när det var viktigt att kunna matematik, till exempel: *"körtid"* (FT1), *"Ytor måste man kunna räkna"* (FT2), *"utväxling, volym"* (FT3), *"räkna på effekten på någonting"* (EE1), *"fasförskjutning och impedans"* (EE2), *"Så man inte matar någonting med fel spänning eller någonting"* (EE3), *"Ohms lag. Energilagen och sådär"* (EE4), *"Räkna om recept"* (RL1), *"prissättning"* (RL2), *"om man ska räkna ut hur mycket färg man ska ha till en vägg eller till ett rum"* (BA1), *"samma med plattor"* (BA2), *"vi gör ju nya mått hela tiden. Så fort vi ska sätta upp en platta så är det ju mått. Och det är, ja, hur man ska skära plattan, hur stor den ska vara. Så det är ju matte inblandat mycket i det vi gör"* (BA3).

Alla elever var också överens om att det var yrkesmatematiklektionen som var den mest givande lektionen under veckan av de tre matematiklektionerna. Flertalet av de intervjuade eleverna ville ha fler timmar yrkesmatematik, två av tre timmar eller tre av tre timmar. Några elever föreslog att det skulle vara en egen kurs. Ett vanligt skäl som anges av eleverna var att de ansåg att yrkesmatematiken skapar relevans, till skillnad från den "vanliga" matematiken: *"Alltså ibland som elev så kan man känna, vad fan ska jag använda det här till? Får jag svära? (FT2)"...* *"Och den matten [på yrkesmatematiklektionen], den liksom vet man ju att vi kommer använda i vårt yrke senare. Så då blir det mer att man blir mer fokuserad, eftersom att du vet att du kommer ha användning av det"* (FT3). Citatet beskriver att under vanliga matematiklektioner kan eleverna fundera på varför de ska lära sig innehållet till skillnad från yrkesmatematiklektionerna där eleverna ser användningen i praktiken. En annan elev nämnde: *"Man förstår kopplingen mellan yrket och matte"* (FT1), vilket belyser synliggörandet av matematik. Liknande resonemang identifierades även på övriga program. Det fanns till och med elever som ansåg att den ämnesintegrerade team-undervisningen hade gett dem så mycket kunskaper att de redan under sin utbildning blivit bättre än yrkesverksamma arbetare: *"det där är ju sånt vi verkligen kommer behöva göra i framtiden ... vi kommer ha ett ganska stort försprång ... med det vi kan. Jag har hunnit jobba med några... De har ingen koll om vad det där... är"* (RL1). Enligt citatet beskriver RL1 att han tack vare den undervisningsmodell de använder på skolan får ett försprång jämfört till sådana

som har arbetat inom bagerinäringen sen länge. Ytterligare ett citat visar på nyttan av att kunna matematik när det väl gäller att få jobb: *"Det förbereder ju oss för jobbet liksom. Vi är ju här för att få ett jobb direkt efter gymnasiet, och då vill man ju kunna mer av den maten"* (EE5).

När det gäller team-undervisningen med en matematiklärare och en yrkeslärare som håller i lektionerna tillsammans så är alla 29 elever eniga, det är bara positiva upplevelser och något som eleverna ser som ett **uppskattat inslag** i undervisningen, vilket illustreras av följande två citat: *"Alltså, vi har en som är riktigt bra på matte och en som är riktigt bra på det vi ska räkna ut liksom. Så det kan ju inte bli dåligt nästan. De kompletterar varandra."* (FT1) och *"Ja. Det blir ju typ som smör och en macka. Det går ju perfekt tillsammans. Vad ska man säga?"* (EE6). Citatet visar ett tydligt exempel från Black och Yasukawa's (2013) modell 2, där lärarnas expertkunskap är kompletterande samtidigt som det tillsammans blir en välfungerande enhet. Ytterligare en positiv elevupplevelse som nämns är att eleverna genom team-undervisningen kan få direkt återkoppling på uträkningar genom att matematikläraren finns där och också kan hjälpa dem om de fastnar på någon yrkesberäkning. De får också direkt återkoppling genom att beräkningarna ofta omedelbart ska omsättas i en praktisk uppgift och eleverna då omedelbart kan se dels om beräkningen är rimlig, dels får se vilken roll den har i den praktiska tillämpningen. Restaurangeleverna berättade om när de fick en uppgift att sätta pris på biskvier med hänsyn taget till arbetstiden. Eleverna gjorde uppskattningar av kostnader och insåg att det skulle bli kostsam och redan vid uppskattningen blev det dyrt. *"Och sen har vi även överstigit den tiden när vi hade det i praktiken också liksom. Så man verkligen fick tänka på hur viktigt tiden är, liksom. Alltså det blir dyrt fort."* (RF1). Citatet indikerar att eleverna genom de beräkningar de gjorde fick "svart på vitt" att de måste arbeta väldigt snabbt och effektivt när de gör biskvier för att det ska kunna bli ett rimligt pris på dessa bakverk. Efter eleverna hade bakat biskvierna fick de snabb återkoppling att det var svårt att baka tillräckligt fort, de höll inte sin tidsuppskattning, vilket gjorde biskvierna mycket dyra. Detta kan relateras till Black och Yasukawa's (2013) modell tre där uppgifterna är på riktigt yrkesautentiska och matematikläraren arbetar med eleverna i yrkessalen med uppgifter som direkt är omsatta i praktiken. Vi avslutar avsnittet med en sammanfattande tabell, tabell 3, över teman om elevers upplevelser av team-undervisning.

Tabell 3. Identifierade teman kopplat till elevers upplevelser av team-undervisning

Tema	Beskrivning
Relevans	Den ämnesintegrerade team-undervisningen skapar ett inslag som eleverna känner att de kommer ha nytta av
Direkt återkoppling	Eleverna beskriver att de får räkna på yrkesrelaterade uppgifter och i samband med att de löser uppgifterna får de tydliga och praktiska indikationer om de har räknat fel
Fler timmar	Nästa alla elever som vi intervjuade vill ha mer yrkesamtematik
Uppskattat inslag	När yrkeslärare och matematiklärare arbetar tillsammans upplevs det som mycket positivt och inspirerande av eleverna
Kompletterar varandra	Eleverna anser att lärarna som arbetar med team-undervisning kompletterar varandra och de beskriver att de får hjälp av bådas kompetens till att bilda en helhet

Få jobb	Flera av eleverna anser att undervisning gör att de lättare blir anställningsbara
Försprång	Några elever förklarade att de har ett matematiskt försprång mot sådana elever som inte har läst matematik med ämnesintegrerad team-undervisning
Synliggöra matematiken	Team-undervisningen bidrar till att tydliggöra matematiken som finns i yrkeslivet

Diskussion

Forskningsstudier pekar på många brister inom matematikundervisningen på yrkesprogram, att den har alltför akademisk karaktär, eleverna blir dåligt förberedda för sitt yrke, eleverna blir omotiverade och ser inte någon relevans med matematikämnet (Lindberg, 2010; Muhrman, 2016; Muhrman, 2022, Skolverket, 2017). Denna studie visar i motsats att det finns undervisningsstrategier, i detta fall en didaktisk modell med ämnesintegrerad team-undervisning som genomförs i yrkessalar, som kan bidra till att skapa *motivation* och *yrkesrelevans*. Den bidrar dessutom till att undervisningen blir *lärorik*, så att yrkeselever både klarar nationella prov i matematik och blir intresserade av att läsa fler matematikkurser, samtidigt som de blir väl förberedda för sitt kommande yrke.

Den team-undervisning som beskrivs av lärarna och eleverna i denna studie kan efter vår analys konstateras växla mellan Yasukawa's (2013) modell två och tre, men modell tre är dominerande. Både modell 2 och 3 av team-undervisning har ett fokus på att två eller fler lärare arbetar tillsammans i syfte att förbereda eleverna på sitt kommande yrke men i modell tre iklär sig även matematikläraren rollen som yrkesutövare och deltar aktivt i de övningar som sker i relation till yrket. Detta är något som tydligt utmärker arbetet med den ämnesintegrerade team-undervisningen på denna skola. Att vi också ser inslag av modell 2 i analysen är naturligt då matematikläraren är expert på sitt område och yrkesläraren på sitt område, eftersom de är utbildade att vara just experter på sitt område, vilket också framkom i både elevernas och lärarnas intervjuer genom beskrivningar att lärarna *kompletterar varandra* (se tabell 3). Övergången till modell 3, dvs att få matematikläraren att också delvis gå in i rollen som yrkesutövare, har i tidigare studier (t.ex. Muhrman 2016) visat sig vara svår för många matematiklärare då de inte alltid känner sig hemma varken i elevernas kommande yrken eller i yrkessalarna. Detta är givetvis inte förvånande då de är utbildade att undervisa i matematik (inte i yrkesämnen) och ofta inte har någon eller väldigt liten kunskap om det yrke som yrkeseleverna utbildas till. Exemplet från skola i studien visar att det trots allt går att komma över hindren och arbeta enligt modell 3 vid ämnesintegrerad team-undervisning. Att matematiklärarna även iklär sig rollen som yrkesutövare är en tydlig framgångsfaktor i den didaktiska modell de har utvecklat på denna skola. Lösningen har skett bland annat genom att använda *yrkeskläder*, *vilja*, och *kontinuitet* (se tabell 2). Matematiklärarna beskriver användandet av yrkeskläder som en viktig aspekt av att verkligen skapa yrkesautenticitet och en viktig del i att anamma yrkeskulturen. De beskriver vidare att detta har stor betydelse för att få elevernas respekt och "bli en i gänget" under de ämnesintegrerade lektionerna. På skolan finns också en tydligt uttalad strategi att de ska arbeta enligt denna modell, det finns en långsiktig planering för hur team-undervisning ska genomföras på ledningsnivå så att inte undervisningen försvinner om en nyckelperson blir sjuk eller slutar.

För implementering av ämnesintegrerad team-undervisning enligt modell 3 krävs organisatoriska förutsättningar och ledningens stöd, vilket beskrevs i tabell 1. Det kräver robusta organisatoriska strukturer, i form av gedigna scheman och tider för samarbete och ett fast åtagande från skolledningen. En väl fungerande team-undervisning är resultatet av ett långsiktigt arbete, vilket illustreras av vår analyserade skola som har utvecklat och förfinat metoden under mer än ett decennium. För att ämnesintegrerad team-undervisning ska vara framgångsrik måste schemaläggningen vara optimerad, klassrummen anpassade för både teoretisk och praktisk undervisning, och lärarna som samarbetar måste vara övertygade om de didaktiska vinsterna med undervisningsmetoden är stora.

Enligt Kursch och Veteška (2021), erbjuder team-undervisning flera fördelar, såsom förbättrad problemlösning, intensifierat lärarsamarbete, ökad undervisningseffektivitet och en mer positiv klassrumsatmosfär. Dessa aspekter identifierades i vår undersökning också, se tabell 2, men vi har dessutom identifierat ytterligare fördelar, inklusive förhöjd status för matematikläraren, främjande av yrkesidentitet bland eleverna och att lärarsamarbetet i sig bidrar till en mer engagerande undervisningsmetod. Trots dessa fördelar finns det utmaningar, såsom omfattande förberedelser och svårigheter med att koordinera två lärare, vilket kan medföra högre finansiella och logistiska kostnader (Kursch & Veteška, 2021). Lärarna i vår studie medger att förberedelserna är tidskrävande men påpekar att det är viljan att arbeta på detta sätt som är det mest avgörande och att det finns möjligheter att samarbeta under raster. Lärarna har dessutom valt att utveckla en modell där undervisningen till stor del är anpassad efter vad som redan görs i yrkesämnena vilket minimerar behovet av gemensam planeringstid. Då lärarna är dubbellagda schemamässigt ökar inte kostnaderna för lektionerna, men lektionen räknas som dubbel, vilket innebär att eleverna får en timme mindre total undervisningstid.

En annan viktig aspekt för fungerande ämnesintegrerad undervisning är sammansättningen av elevgrupperna på matematiklektionerna. Många skolor har mixade grupper med elever från flera olika yrkesinriktningar vilket försvårar ett ämnesintegrerat arbete (se t.ex. Muhrman, 2016). På denna skola har de valt att hålla matematikgrupperna "rena" även om det ibland innebär att matematikgrupperna bli relativt små. Kostnaderna för detta sparas in genom att eleverna inte behöver extra stödundervisning då alla hinner få hjälp på de ordinarie lektionerna och att tiden dubbelräknas under de ämnesintegrerade lektionerna.

Rexroat-Frazier och Chamberlin (2019) framhåller också att framgångsrik team-undervisning beror på valet av undervisningspartner och en tydlig gemensam målsättning. Våra resultat visar att team-undervisning fungerar väl även om lärarna inte kan välja sin undervisningspartner. Skolan har en uttalad strategi att detta är ett sätt de ska arbeta på vilket gör att det finns ett tydligt gemensamt mål och syfte med undervisningen, att få eleverna förberedda för sina framtida yrken. Sammanhållningen mellan yrkeslärare och matematiklärare tycks vara stark i vår studie, och även om valet av partner inte diskuterades som en kritisk faktor under intervjuerna, visar vår studie att nya lärare blir effektivt inskolade och integrerade i skolans etablerade traditioner när det gäller team-undervisning.

Den ämnesintegrerade team-undervisningen på den observerade skola kan beskrivas som en rollmodell, som tar hänsyn till viktiga aspekter som handlar om matematik på yrkesprogram. Exempelvis gör denna modell med team-undervisning att eleverna upplever att matematiken synliggörs i deras kommande yrke, se exempelvis tabell 3, samt utvecklar elevernas *akademiska*,

praktiska och reflekterande matematiska kunskaper i arbetsplatssituationer och även utvecklar sin *identitet och självkänsla* (jfr. Mouwitz 2013; Strässer, 2007; Wedege, 2000; Williams & Wake, 2007). Undervisningsmodellen främjar också *samarbete mellan olika discipliner* för att skapa *autentiska* uppgifter där hänsyn tas till kulturella metoder, traditioner och artefakter i olika yrken samt främjar *kommunikations- och samarbetsförmåga* (jfr. Coben & Weeks, 2014; FitzSimons, 2001; Mouwitz 2013; Wake 2007).

Kommunikations- och samarbetsförmåga är aspekter som värderas högt på arbetsplatsen. Även dessa är en del i den d team-undervisning som beskrivits av lärarna (jfr. Mouwitz, 2013; Wake, 2007). Ytterligare en aspekt som team-undervisningen i relation till yrkesanpassad matematikundervisning, bidrar till och som inte finns redogjort för i forskningslitteraturen tidigare är *direkt återkoppling*, se tabell 3. Team-undervisningen sker i yrkessalen och eleverna får arbeta både praktiskt och teoretiskt får de omedelbart se resultatet av sina uträkningar i praktiken, detta verkar både motivera eleverna och ge dem en djupare förståelse för matematikens betydelse. Genom den ämnesintegrerade par- undervisningen beskrivs också att eleverna får ett *försprång* och att det är bra när de ska *få jobb* (jfr. Muhrman, 2016). Att tydliggöra nyttan med matematiken så konkret som möjligt och låta eleverna arbeta med fördjupade beräkningar kopplade till yrket gör att eleverna känner att de har ett försprång mot andra när de ska ut i arbetslivet, samt en erfarenhet av matematikanvändandet när det sedan söker arbete.

Vår studie är baserat på en tematisk analys av ett begränsat antal intervjuer på endast en skola, författarna till artikeln har diskuterat koderna för att öka reliabilitet och validiteten, men vi generaliserar inte resultatet bortom det analyserade datamaterialet. Vi har försökt att vara explicita och givit flera exempel på citat från lärare och elever för öka transparensen. Utifrån våra resultat från denna modell av ämnesintegrerad team-undervisning skulle ett fortsatt forskningsprojekt kunna vara att försöka implementera modellen på fler skolor, för att se om liknande resultat kan upprepas och för att undersöka eventuella skillnader mellan olika skolmiljöer (det senare pågår i det stora projektet som denna delstudie är en del av).

Författarbiografier

Karolina Muhrman är docent vid Linköpings universitet i Sverige, där hon undervisar på flera lärarutbildningar, inklusive yrkeslärarutbildningen och kurser för rektorer. Hennes forskning fokuserar på matematik i yrkeslivet, matematikundervisning inom yrkesutbildningen och hur elever blir motiverade att lära sig matematik. Hon arbetar för närvarande med ett projekt finansierat av Vetenskapsrådet, Matematikundervisning på yrkesprogram: Kontextens betydelse för elevers motivation och studieresultat. Hon forskar också om den kommunala vuxenutbildningens organisering.

Peter Frejd är docent vid Linköpings universitet i Sverige. Han arbetar vid matematiska institutionen och undervisar i matematik och matematikdidaktik. Hans forskningsintressen fokuserar på matematisk modellering i och utanför skolan, och han är starkt engagerad i forskning om matematikundervisning inom yrkesutbildning och arbetar för närvarande inom forskningsprojektet, *Matematikundervisning på yrkesprogram: Kontextens betydelse för elevers motivation och studieresultat*, som är finansierat av Vetenskapsrådet.

Acknowledgement

Denna forskning har utförts med medel från Vetenskapsrådet, 2021-04619.

Referenser

- Black, S., & K. Yasukawa. (2013). Beyond deficit approaches for integrating language, literacy and numeracy in Australian VET. *Journal of Further and Higher Education*, 37(4), 574–590. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2011.645469>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Coben, D., & Weeks, K. W. (2014). Meeting the mathematical demands of the safety-critical workplace: Medication dosage calculation problem-solving for nursing. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 253–270. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9537-3>
- Cook, L. & Friend, M. (1995). Co-Teaching: Guidelines for creating effective practices. *Focus on Exceptional Children*, 28(3). <https://doi.org/10.17161/foec.v28i3.6852>
- Dalby, D. & Noyes, A. (2015). Connecting mathematics with vocational learning. *Adults Learning Mathematics*, 10(1), 40–49.
- Dalby, D., & Noyes, A. (2016). Locating mathematics within post-16 vocational education in England. *Journal of Vocational Education & Training*, 68(1), 70–86. <https://doi.org/10.1080/13636820.2015.1110828>
- Evans, J. (1999). Building bridges: Reflection on the transfer of learning mathematics. *Educational studies in mathematics. Special issue on the context of teaching and learning mathematics*, 39(1), 23–44.
- FitzSimons, G. E. (2014). Commentary on vocational mathematics education: where mathematics education confronts the realities of people's work. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 291–305. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9556-0>
- FitzSimons, G. E. (2001). Is there a role for mathematical disciplinarity in productive learning for the workplace? *Studies in Continuing Education*, 23(2), 261–276. <https://doi.org/10.1080/01580370120102000>
- FitzSimons, G., & Boistrup, L. (2017). In the workplace mathematics does not announce itself: Towards overcoming the hiatus between mathematics education and work. *Educational Studies in Mathematics*, 95(3), 329–349. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9752-9>
- Frejd, P. (2018). What is the role and place of mathematics education in (Swedish) vocational education? *International journal for research in mathematics education*, 8(2), 16–29. <https://core.ac.uk/download/529936512.pdf>
- Frejd, P., & Muhrman, K. (2022). Is the mathematics classroom a suitable learning space for making workplace mathematics visible? – An analysis of a subject integrated team-teaching approach applied in different learning spaces. *Journal of Vocational Education & Training*, 74(2), 333–351. <https://doi.org/10.1080/13636820.2020.1760337>
- Gahamanyi, M. (2010). *Mathematics at work. A study of mathematical organisations in Rwandan workplaces and educational settings*. (Doktorsavhandling). Linköpings Universitet: Institutionen för beteendevetenskap och lärande.
- Hellier, S., & Davidson, L. (2018). Team teaching in nursing education. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 49(4), 186–192. <https://doi.org/10.3928/00220124-20180320-09>
- Jensen, C. B. (2022). *Kompetansekonstruksjoner i matematikk og programfag. Utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk, videregående opplæring* (Doctoral thesis). University of Agder.
- Kursch, M., & Veteška, J. (2021). Co-teaching: Advantages and disadvantages, I Z. Szarota, & Z. Wojciechowska (Red.), *Learning never ends... Spaces of adult education: Central and eastern European perspectives* (s. 93–107). University of Warsaw Press. <https://doi.org/10.31338/uw.9788323552062>

- LaCroix, L. (2014). Learning to see pipes mathematically: Pre-apprentices' mathematical activity in pipetrades training. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 157–176. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-014-9534-6>
- Lindberg, L. (2010). *Matematiken i yrkesutbildningen-möjligheter och begränsningar*. (Licentiatuppsats). Luleå tekniska universitet: Institutionen för matematik.
- Mouwitz, L. (2013). Rationality of practice and mathematical modelling: Connections, conflicts, and codifications, I G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. P. Brown (Red.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (s. 563–572). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5_48
- Muhrman, K. (2016). *Inget klöver utan matematik. En studie av matematik i yrkesutbildning och yrkesliv*. (Doctoral thesis). Linköpings universitet. <https://doi.org/10.3384/diss.diva-124565>
- Muhrman, K. (2022). How can students in vocational education be motivated to learn mathematics? *Nordic Journal of Vocational Education and Training*, 12(3), 47–70. <https://doi.org/10.3384/njvet.2242-458X.2212347>
- Muhrman, K., & Frejd, P. (2018). Elevers erfarenheter kring ett projekt om matematik med yrkesinriktning. I J. Häggström, Y. Liljekvist, J. Bergman Årleback, M. Fahlgren, & O. Olande (Red.), *Perspectives on professional development of mathematics teachers: Proceedings of Madif 11, Karlstad, 23-24, January, 2018* (s. 161–170). SMDF.
- Prop 2008/09:199. Högre krav och kvalitet i den nya gymnasieskolan. Stockholm: Utbildningsdepartementet. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/hogre-krav-och-kvalitet-i-den-nya-gymnasieskolan_GW03199
- Rexroat-Frazier, N., & Chamberlin, S. (2019). Best practices in co-teaching mathematics with special needs students. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 19(3), 173–183. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12439>
- Savage, J. (2011). *Cross-curricular teaching and learning in the secondary school*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203844205>
- Skolinspektionen. (2014). *Undervisning på yrkesprogram*. <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/02-beslut-rapporter-stat/granskningsrapporter/tkg/2014/yrkesprogram/undervisning-pa-yrkesprogram---rapport-2014.pdf>
- Skolinspektionen. (2017). *Helhet i utbildningen på gymnasiets yrkesprogram*. Rapport nr 2016:202
- Skolverket. (2003). *Lusten att lära – med fokus på matematik*. Skolverkets rapport nr 221. Fritzes.
- Skolverket. (2022). *Läroplan, program och ämnen i gymnasieskolan*. www.skolverket.se
- Skolverket. (2017). *Nära examen: En undersökning av vilka kurser gymnasieelever med studie-bevis saknar godkänt i för att få examen*. <https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a65cce2/1553967538286/pdf3827.pdf>
- Stadler-Altmann, U. (2015). The influence of school and classroom space on education. I C. Rubie- Davies, J. M. Stephens, & P. Watson (Red.), *The Routledge International Handbook of Social Psychology of the Classroom* (s. 252–262). Routledge.
- Strässer, R. (2007). Everyday instruments: On the use of mathematics. I W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Red.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study* (s. 171–178). Springer. <https://doi.org/10.4324/9780203844205>
- Strässer, R. (2000). Mathematical means and models from vocational contexts. A German perspective. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 65–80). Kluwer. https://doi.org/10.1007/0-306-47226-0_6

- Sundtjønn, T. P. (2021). *Opportunities and challenges when students work with vocationally connected mathematics tasks* (Doctoral thesis). University of Agder.
- Sundqvist, C. (2021). *Den samarbetande läraren: Lärarhandledning och samundervisning i skolan* (2 uppl.). Studentlitteratur.
- Wake, G. (2007). Considering workplace activity from a mathematical modelling perspective. I W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Red.), *Modelling and applications in mathematics education* (s. 395–402). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_43
- Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics: The interface between academic mathematics and mathematics in practice. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 271–290. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9540-8>
- Wedegé, T. (2000). Mathematics knowledge as a vocational qualification. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 127–136). Kluwer. https://doi.org/10.1007/0-306-47226-0_11
- Williams, J., & Wake, G. (2007). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 317–343. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9039-z>
- Williams, J., Wake, G., & Borehamn, N. (2001). Schools or college mathematics and workplace practice: An activity theory perspective. *Research in Mathematics Education*, 3(1), 69–83. <https://doi.org/10.1080/14794800008520085>