Eksperimenterende og undersøgende undervisning

Lektor Ole Freil

Ja, det er lige det der med, at man fanger den der ekstra interesse i at begynde at være lidt mere nysgerrig og undersøgende i, hvad er det egentlig talt er, der ligger og gemmer sig hernede bagved. Det er dem, der flytter sig rigtig meget.

MATEMATIKLÆRER FRA TECH COLLEGE

Et af hovedformålene med projekt The Curve var "at udvikle .... en eksperimenterende undervisning, der øger elevernes forståelsesniveau og deres oplevelse af matematiske kompetencer som nyttige i udførslen af det valgte erhverv."

Man bruger i flæng udtrykket eksperimenterende og undersøgende synonymt om matematikundervisning, hvor elever udforsker, afprøver og analyserer matematiske problemstillinger for at udvikle deres forståelse og kritiske tænkning.

Dette hænger muligvis sammen med, at begreber som "matematisk undersøgelse" og "matematisk eksperiment" endnu ikke er klart definerede i undervisningssammenhæng, men at de har en række fælles træk. Ifølge den danske KOM-rapport(1), som beskriver centrale matematiske kompetencer for elever at besidde, er undersøgelse tæt knyttet til problembehandling, hvor en grundig matematisk undersøgelse bliver en nødvendighed for at besvare komplekse spørgsmål. Denne tilgang harmonerer med definitionen fra Den Danske Ordbog, hvor en undersøgelse beskrives som en detaljeret gennemgang med det formål at opnå sikker viden om et emne.

I The Curve behandles eksperimenterende matematikundervisning som en facet af undersøgende matematikundervisning, idet eksperimentet tjener som et middel til at afprøve hypoteser og samle empiri, der understøtter en dybere forståelse af matematiske problemstillinger. Dette gør eksperimenterende aktiviteter til en delmængde af undersøgende matematikundervisning, da de understøtter og konkretiserer den systematiske undersøgelse ved at bidrage med praktiske erfaringer.

Om åbne og lukkede opgaver i matematikundervisning

I en undersøgende matematikundervisning indgår der et behov for at arbejde med åbne opgaver til forskel for lukkede opgaver. Begreberne "lukkede" og "åbne" opgaver er dog heller ikke præcist definerede, men et karakteristisk træk ved åbne opgaver er indgangen til opgaven, hvor hverken fremgangsmåde eller svar er fastlagt, hvilket ofte kræver, at eleverne selv strukturerer arbejdet og finder løsninger. Lukkede opgaver har derimod typisk én bestemt løsning. En åben opgave kan også være åben i processen, hvor målet er klart, men der er flere veje til løsningen. En opgave kan yderligere være åben i forhold til facit, hvor der findes flere gyldige løsninger, som fx når eleverne undersøger forskellige typer trekanter med samme omkreds. Opgavens åbenhed afhænger ofte af oplægget til aktiviteten og den pædagogiske ramme, der gives fra underviserens side.

Forskellige typer af undersøgende virksomhed

I projektet indgik der forskellige typer af undersøgende virksomhed- alle med hovedformålet om at eleverne skulle forstå eller lære noget relevant matematik. Man kan groft dele aktiviteterne op i aktiviteter med fokus på modellering og aktiviteter som havde overvejende fokus på problemløsning.

Modelleringskompetence handler om at kunne anvende matematik til at forstå og beskrive virkelige problemstillinger. Det indebærer at omsætte en situation fra den virkelige verden til en matematisk model, bearbejde modellen ved hjælp af matematiske metoder, og derefter fortolke resultaterne i forhold til den oprindelige situation. Det kræver også en kritisk vurdering af modellens anvendelighed og begrænsninger i forhold til virkeligheden.

Et eksempel kan være at modellere forholdet mellem vand og kølervæske for at finde det optimale blandingsforhold. Eleverne skal her ikke kun undersøge forskellige blandingsforhold gennem forsøg, men også skabe en model, der beskriver blandingsforholdet og dets frostbeskyttelsesevne. Gennem disse processer lærer eleverne at bruge matematik til at repræsentere og analysere virkelige problemstillinger. Matematisk modellering beskrives som den mest centrale matematiske kompetence i EUD. I vejledningen til matematik på EUD (2) skrives det således: " I erhvervsuddannelserne spiller kompetencerne forskellige roller og har forskellig vægtning på de fire niveauer. På niveau F og E er matematisk modellering den centrale kompetence – evnen til at kunne bruge matematikken som model til at løse opgaver fra erhvervene, samfundet og privatlivet. De øvrige kompetencer er også målsatte, men ofte som bidrag til matematisk modellering. For at kunne anvende matematikken som model, er det helt centralt at kunne tænke matematisk om praktiske udfordringer (tankegang) og at kunne håndtere de tal, formler og symboler, som bruges i matematikkens beskrivelse af forhold i erhvervene og i hverdagen (symbol og formalisme). Det er ligeledes nødvendigt at kunne kommunikere om sine

løsninger (kommunikation) og at bruge de hjælpemidler, som er passende i situationen (hjælpemiddel)."

Problemløsningskompetence handler om evnen til at håndtere matematiske udfordringer, hvor løsningen ikke er umiddelbart indlysende. Her fokuseres på at finde nye metoder og tilgange til at løse matematiske problemer. Det kan være både rene matematiske problemer eller opgaver, der er anvendelsesorienterede.

Eleverne kan undersøge matematiske begreber ved at eksperimentere med dem, fx at undersøge forholdet mellem omkreds og areal i forskellige geometriske figurer. Her kan eleverne fokusere på at forstå de underliggende matematiske begreber gennem eksperimenter og visualisering, hvilket understøtter problemløsningskompetencen. Det kan også være i form af grublere af problemløsende karakter, hvor de fx skal finde antallet af kombinationer på en sikkerkode med 4 indstillinger med tallene fra 0-9.

Forskellen ligger i, hvad eleverne har fokus på. Modelleringskompetence drejer sig om at bruge matematik til at beskrive og analysere en ekstern virkelighed, mens problemløsningskompetence handler om at løse matematiske problemer, eleverne ikke umiddelbart har matematiske værktøjer til at løse.

Anvendelse i erhvervsuddannelser

En central opgave i The Curve har været er at transformere det undersøgende ind i en relevant erhvervsfaglig sammenhæng i form af enten problemløsende eller modellerende aktiviteter.

Et eksempel var en opgave hvor eleverne skulle undersøge sammenhængen mellem antal rendejern og antal mellemrum mellem rendejernene og udregne afstanden mellem rendejernene, når de skulle sætte en tagrende op. Tidligere ville matematiklærer F have gennemgået opgaven teoretisk på tavlen. Nu "gjorde" han matematikken sammen med eleverne, og denne praktiske tilgang gjorde en stor forskel for eleverne. Forskellen ligger i høj grad i graden af åbenhed i matematiklærer F's oplæg. I stedet for blot at lytte, arbejdede eleverne aktivt med at eksperimentere. Hverken fremgangsmåde eller svar var fastlagt og eleverne skulle selv strukturere arbejdet og finde løsninger. Via det eksperimenterende arbejde fik eleverne en bedre forståelse af sammenhængene, såsom hvorfor der altid er ét mellemrum færre end antal rendejern. Denne praktiske tilgang har givet dem en dybere forståelse af både matematikken og dens relevans i deres fag, siger matematiklærer F. Opgavens åbenhed i forhold til processen, hvor der er flere veje til løsningen og flere gyldige løsninger betyder, at eleverne får en mere konkret forståelse af matematikken, samtidig med at undervisningen bliver fælles, når eleverne deler deres strategier med hinanden. Denne fælles erfaringsudveksling betyder, at læringen sker hurtigere og mere effektivt, siger matematiklærer F. Denne forståelse kan eleverne

overføre til andre opgaver. For eksempel, når eleverne senere skal arbejde med gulvvarmeslanger, har de nemmere ved at løse opgaverne, fordi de kan huske principperne om inddelinger fra tagrende-opgaven. En anden af matematiklærerne i projektet, bemærkede, hvordan eleverne blev mere engagerede, når matematikken blev flyttet fra papir og tavle til en mere eksperimenterende undervisning. Visualisering af matematiske begreber, som fx beregning af rumfang, gjorde det lettere for eleverne at forstå og se relevansen af matematikken i deres hverdag og fremtidige arbejde.

En gennemgående diskussion i denne sammenhæng har været om eleverne fx skal deltage i at udvikle formler til beregning af rumfang. Bør eleverne være med til at udvikle formlerne selv, for at opnå en dybere forståelse af, hvordan de virker, og hvorfor de ser ud, som de gør. Denne tilgang baserer sig på et konstruktivistisk læringssyn, hvor eleverne aktivt opbygger viden gennem udforskning og eksperimenteren. Når eleverne selv udleder en formel, kan det give dem en stærkere begrebsmæssig forståelse af matematikken bag formlerne og dens anvendelse i forhold til blot at følge en procedure. Omvendt hævder nogle af matematiklærerne på erhvervsskolen, at eleverne primært skal lære at anvende formlerne i en praktisk kontekst. Ifølge dette synspunkt er det vigtigere for eleverne at kunne løse konkrete opgaver og navigere i virkelighedsnære situationer, hvor forståelse af, hvordan formlen er blevet til, ikke anses for nødvendig viden. I stedet for at forstå de underliggende principper, handler det om at mestre teknikkerne til at opnå et hurtigt og korrekt resultat. Denne forskel i tilgange reflekterer en grundlæggende forskel i læringssyn: hvorvidt undervisning skal være instrumentel, anvendelsesorienteret og fokuseret på resultater, eller om den skal være begrebsorienteret og opbygge en dybere forståelse af de matematiske begreber og betone vigtigheden af, at eleverne "går vejen selv" for at opnå en varig forståelse af matematiske sammenhænge.

Eksempler på tværs af erhvervsfag

Undersøgende problemstillinger på erhvervsskolen spænder over mange faglige områder og giver eleverne mulighed for at arbejde med praktiske problemstillinger af både modellerende og problemløsende karakter. Opgaver af modellerende karakter handler ofte om at løse virkelige problemer, som når eleverne arbejder med opsætning af plankeværk indenfor tømrerfaget, montering af rendejern eller ilægning af gulvslanger inden for VVS, samt beregning af materialeforbrug i malerfaget. Disse opgaver kræver både præcision, forståelse for matematiske begreber og teknisk viden. Problemløsende opgaver fokuserer derimod ofte på grundlæggende matematiske begreber som fx forholdsregning, rumfang eller omregning mellem enheder. Selvom det er vigtigt at være opmærksom på forskellen mellem modellerende og problemløsende opgaver, vil grænserne mellem de to former for aktivitet ofte være flydende i praksis.

I praksis kan en opgave starte som en ren problemløsningsopgave, men udvikle sig til at kræve modellerende kompetencer. For eksempel kan en opgave, hvor

eleverne skal beregne materialeforbrug, begynde med simpel forholdsregning, men hurtigt bevæge sig over i en modellerende proces, når de skal tage hensyn til variabler som uregelmæssige mål, spild eller ændringer i materialekrav. På samme måde kan en modellerende opgave, som i første omgang handler om at opstille en realistisk model for en konstruktion, føre til problemløsning, når eleverne støder på uforudsete udfordringer, der kræver specifik matematikfaglig viden for at løse. Dette understreger, at begge kompetencer spiller en vigtig rolle i elevernes læring og forberedelse til de praktiske udfordringer, de vil møde i deres fag.

Afrunding

Eksperimenterende og undersøgende undervisning indebærer en større elevinvolvering og dermed øget mulig som egentænkning og reflektion der kan føre til en bedre forståelse af matematikken. Når elever arbejder med åbne problemstillinger, både modellerende og problemløsende, får de erfaring med at håndtere komplekse opgaver fra deres erhvervsområde. Denne tilgang gør matematik relevant og anvendelig i deres fag, hvilket både motiverer dem og styrker deres matematiske såvel som erhvervsfaglige kompetencer.

Ved at lade eleverne eksperimentere, undersøge og selv udvikle løsninger, bliver de bedre rustet til at tackle virkelige udfordringer, som kræver kritisk tænkning og kreativ problemløsning. I denne proces bliver de matematiske begreber ikke kun noget abstrakt, men en naturlig del af deres praktiske virkelighed. Den eksperimenterende tilgang i undervisningen sikrer, at eleverne lærer hurtigere og med større engagement, fordi de selv får mulighed for at opdage og udforske sammenhænge. På den måde får undervisningen en bæredygtig effekt, der kan følge eleverne ind i deres kommende arbejdsliv.

(1) https://static.uvm.dk/publikationer/2002/kom/hel.pdf
(2) https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/erhverv/pdf23/maj/230502vejledning-til-matematik.pdf