

Original referanse: Kolstø, S. D.: Læring av matematikk gjennom prosjekter i teknologi og design. *Tangenten* nr.4, 2006, ss. 13-15.

Læring av matematikk gjennom prosjekter i teknologi og design

Stein Dankert Kolstø

Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen. E-post: kolsto@ift.uib.no

Jeg nærer en uro. Fagområdet teknologi og design skal inkluderes i matematikkfaget, samt i naturfag og kunst og håndverk. Men vil elevene kunne lære matematikk eller få økt innsikt i hvordan anvende matematikk gjennom å lage teknologiske produkter?

Teknologi og design i Kunnskapsløftet har et fokus på praktiske elevaktiviteter: Elevene skal planlegge, bygge og teste enkle produkter som det står i læreplanen for naturfaget. I rapporten fra PISA studien [1] i 2003 blir det pekt på at det er mye praktisk elevaktivitet i norsk skole, men ikke tilsvarende vekt på læring og faglige krav. Vi har også erfart at mange realister i skolen slet med å tilrettelegge for læring av matematikk og naturfag gjennom prosjektarbeidsmetoden. Samtidig ser vi at mange elever engasjeres av praktisk arbeid. I denne artikkelen vil jeg derfor diskutere *hvordan vi kan tilrettelegge for læring av matematikk når elevene skal arbeide med kompetansemål og aktiviteter knyttet til teknologi og design.*

Dette spørsmålet ble for meg aktualisert gjennom min lesning av temanummeret om Teknologi og design til tidsskriftet Naturfag fra Naturfagsenteret. I temanummeret fant jeg noen artikler om teknologi og design som fagområde, mange artikler med forslag til praktiske aktiviteter, men ingen (!) forslag til hvordan en skulle lage en pedagogisk ramme rundt aktivitetene som skulle fremme elevenes læring innen teknologi og design, i matematikk eller naturfag.

Med innføring av Teknologi og design som fagområde i skolen trenger vi å tenke igjennom formålet med faget. I en studie fant Bungum [2] at lærere som gjorde forsøk med teknologi og design så det nye faget delvis som et middel til å gjøre skoledagen mer praktisk og engasjerende for elevene, delvis som et tverrfaglig område som kunne gi elevene praktiske erfaringer og delvis som et fag som skulle støtte oppunder realfagene. Disse vurderingene tyder på at intervjuede lærere særlig var opptatt av fagets motiverende muligheter. I møte med skoletrøtte elever er dette en verdifull side ved teknologi og design. Men teknologi og design skal også knyttes til læreplanmål i matematikk. I denne artikkelen velger jeg derfor å fokusere på mulighetene for å tilrettelegge for læring av matematikk og hvordan matematikk kan anvendes

Læring av fag gjennom elevaktive arbeidsformer er en problemstilling som ikke bare angår matematikk. Selv er jeg naturfagdidaktiker, og i naturfaget erfarer vi at tilrettelegging for læring av teori gjennom praktisk felt- og laboratoriearbeid er utfordrende. Samtidig har vi etter hvert skaffet oss noen innsikter om forutsetninger for læring gjennom praktisk elevaktivitet.

Min hovedpåstand er at praktiske elevaktive arbeidsmåter forutsetter refleksjon over faginnhold for at aktiviteten skal kunne resultere i læring i faget. Denne påstanden bygger på erfaring med bruk av elevaktive metoder i naturfag samt forskning på bruk av elevøvelser i naturfag. Ideen i påstanden bygger også på tenkningen om læring i tradisjonen etter Dewey. Et hovedpoeng hos Dewey [3] er at "learning by doing" innebærer at praktiske hendelser kan bli til erfaringer vi kan ta med oss til nye situasjoner hvis vi velger å reflektere over betingelsene for de observerte hendelsene. Ved å reflekterer over hendelsene kan vi gjøre dem

til *beviste* erfaringer som inkluderer forestillinger om årsaker og konsekvenser (ikke bare hva og hvordan, men *hvorfor*). Utgangspunktet er det engasjementet som praktisk problemløsning kan skape. Dette engasjementet må så kanaliseres over i en refleksjon over hvordan en kan forklare det en observerer av problemer og muligheter.

Når vi leser læringsmålene for teknologi og design slik de er formulerte i læreplanen for naturfag så inneholder de refleksjon over prosessen fra ide til produkt. Dette er også i tråd med fagforståelsen i utredninger bak dette nye fagområdet i skolen. I forhold til læring innen fagområdet teknologi og design ligger altså kravet til refleksjon over de praktiske hendelsene inne. Men hvordan skal læreren tilrettelegge for at elevene skal lære matematikk, og hvilke matematiske kompetanser kan utvikles gjennom det praktiske arbeidet?

Læring gjennom praktiske aktiviteter

Fra forskning på læring gjennom praktisk arbeid i naturfag kjenner vi til to hovedmåter å tenke læring på. Den ene kalles *implisitt modell*. Ideen der er at elevene lærer fra eksempler når de selv utfører slike. For læring av naturvitenskapelig metode innebærer dette en påstand om at elevene (automatisk) konstruerer generell kunnskap om forskningsprosessen gjennom å gjøre elevøvelser. Forskning viser at denne modellen ikke fungerer for læring om naturvitenskapelig forskningsmetode. Den andre måten å tenke læring på kalles *eksplisitt modell*. Her er påstanden at læringsmål må gjøres eksplisitte, og at kunnskapsmålene må eksplisitt bearbeides, f.eks gjennom refleksjonsoppgaver, slik at implisitt, taus eller halvkvadede kunnskaper kan bli til eksplisitt innsikt. Dette er læringsmodellen fra tradisjonen etter Dewey som jeg forfekter i denne artikkelen.

Undervisning hvor vi ønsker å realisere ”learning by doing” kan formuleres som en arbeidsmåte der tre elementer spiller sammen:

1. Utvikling av elevenes engasjement gjennom å la de arbeide med praktiske produktmål. Identifisering av et problem eller en utfordring i forbindelse med en utvikling, bygging eller testing av et produkt.
2. Utføring av praktisk og teoretisk arbeid med å gjøre noen antagelser, målinger, estimeringer, matematisk metodeutvikling, beregninger, utprøving eller annet.
3. Stimulere elevene til refleksjon over hva de kan lære i matematikk eller om bruk av matematikk fra den matematiske delen av arbeidet de har gjort.

Læring av matematikk gjennom bygging av bro med papirrør

Matematikkplanen inneholder ikke teknologi og design som et eget område. Dette gir mening i forhold til matematikk som et verktøyfag i møte med problemstillinger innen teknologi og design, og matematikklæreren kan derfor koble inn de kompetansemål i matematikk som læreren finner aktuelle for det enkelte teknologi og design prosjekt. En av de mye brukte aktivitetene i teknologi og design er brobygging med papirrør (Se for eksempel artikkel av Christina Jonassen side 8 i dette bladet.).

I et slikt broprosjekt vil elevene kunne støte på et konstruksjonsteknisk problem med et geometrisk aspekt: Fire rør i en firkant gir en fleksibel i stedet for en stiv konstruksjon: rektangler kan bøyes til parallelogram og videre kollapse nesten til to parallelle linjer. Men gjennom arbeid eller undervisning kan elevene erfare at trekanter, hvor lengden på sidene er låst (splittbinders i hjørnene), er stive! Ved å legge inn trekanter eller diagonaler vil broen kunne bli stiv nok til å kunne bære last. Gjennom refleksjonssamtaler med elevene underveis og i etterkant kan elevene bringes til å erkjenne generell matematisk kunnskap om trekanter (med tre sider kjent så er trekanten entydig definert), samt se at trekanter og diagonalavstiving

brukes i mange tekniske konstruksjoner nettopp på grunn av stivheten. Læringsmålet i matematikk er i dette eksempelet rett og slett grunnleggende matematisk kunnskap om trekanter.

Gjennom å stille krav til produktet kan læreren tilrettelegge for at visse faglige problemer med sannsynlighet vil dukke opp. I brobyggingsprosjekter setter en noen ganger krav til brospenn (kombinert med krav til bæreevne, for eksempel ett kilo). Hvilke lengder må en ha på "broelementene" (trekanter eller firkanter med diagonaler) for at brospennet skal bli riktig? Noen vil kanskje gå rett på matematikken og tar brospennet og deler på et antall "broelementer" en finner gir passelig store elementer. Men da vil broen ikke ha noe å hvile på i festepunktene. Gjennom tips eller prøving og feiling vil elevene kunne se at det kan lønne seg å lage en skisse. Gjennom skisser og praktisk problemløsning vil elevene kunne finne at løsningen innebærer at en må legge til for broens festepunkter samt estimere og legge til nødvendig overlapp for sammenføyning av "broelementene". Gjennom refleksjonssamtaler med elevene kan en bevisstgjøre de på hvordan en måtte ta hensyn til praktisk/tekniske forhold knyttet til sammenføyning og overlapp samt tilleggslengde som er nødvendig for at broen trenger å strekke seg inn på fundamentene på hver side. Det er ikke bare å dele brospennet på et heltall. Læringsmålet i matematikk i dette eksempelet er kunnskapen om at en må kombinere praktiske forhold med matematiske metoder og at skisser og estimat kan brukes til å finne ut hvordan det praktiske og det matematiske kan kombineres for å finne en egnet løsning.

I disse to eksemplene ser vi at det kan dukke opp utfordringer i forbindelse med den praktiske aktiviteten. Gjennom utvikling av løsninger og refleksjon over disse kan nye kunnskaper som er forankret både i egne erfaringer og faglig kunnskap kunne erverves. Men eksempelet med brospenn illustrerer samtidig at det ikke er gitt at det dukker opp et problem hvor matematikk er en del av løsningen. I eksempelet ble det satt et krav til brospenn. Ved å sette spesiell krav til kvalitet på produktet vil vi kunne forutsi med større sikkerhet at elevene vil møte problemer der matematikk kan komme inn som redskapsfag. En gjennomtenkning av potensialet for læring av matematikk i forbindelse med praktiske aktiviteter og hvilke krav som bør stilles blir derfor viktig.

Konklusjon

Som nevnt innledningsvis er mitt poeng generelt og angår all aktivitetsbasert læring. Konstruktivismen sier at læring krever aktivitet fra elevens side, men da snakker vi om mental aktivitet fokusert på faglige problemstillinger, ikke kroppslig aktivitet. Men tradisjonen etter Dewey har lært oss at mental aktivitet krever et engasjement, og dette engasjementet kan utvikles gjennom praktiske aktiviteter. Dette kan være brobygging eller andre aktiviteter. Poenget er at elevene gjennom aktivitetene må møte faglige utfordringer, og at dette kan oppnåes ved å stille kvalitetskrav. Engasjementet til elevene kan da kanaliseres inn i faglige problemstillinger. Gjennom å reflektere over den faglige innsikten som er utviklet gjennom arbeidet med konkrete konteksttilknyttede utfordringer kan elevene bli bevisstgjorte på løsningene og deres generelle relevans. Dermed kan hendelser og observasjoner bli bearbeidet til å bli bevisste erfaringer og kunnskaper som siden kan anvendes i nye sammenhenger. Denne refleksjonen må ikke bare bli sporadisk og ved avslutningen av en aktivitet som går over flere timer. Erfaringen fra læring gjennom praktisk arbeid i naturfag er at bearbeiding av observasjoner gjennom refleksjon må gjøres jevnlig og systematisk i veiledningssamtaler med elever og i oppsummeringer underveis i et læringsforløp. Hvis en først mestrer å utnytte elevenes engasjement i praktiske aktiviteter til å reflektere over faglige innsikter så har praktiske aktiviteter et stort potensiale som arbeidsmåte i matematikk så vel som i naturfag og i teknologi og design.

Referanser

[1] Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., Roe, A., & Turmo, A. (2004). *Rett spor eller ville veier. Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2003*. Oslo: Universitetsforlaget.

[2] Bungum, B. (2004). Teknologi og design i norsk skole: Faget som "ikke ble". *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 88(5), s. 382-394.

[3] Dewey, J. (1996). Erfaring og tenkning (Oversatt av B. Christensen). I E. L. Dale (Red.), *Skolens undervisning og barnets utvikling. Klassiske tekster* (s. 53-66). Oslo: Ad Notam Gyldendal.