

Mona Røsseland

# Hvordan lære matematikk gjennom teknologi og design?

Det å innlemme emnet teknologi og design (T&D) i matematikkundervisningen innebærer en rekke utfordringer. Emnet er ikke et eget fag med egne kompetansemål, men det skal inngå i blant annet matematikkopplæringen med sikte på å gi elevene økt kompetanse i matematikk. I den felles beskrivelsen av emnet i den nye læreplanen omtales teknologi og design som en prosess knyttet til det å planlegge og til å framstille produkter. Det er ikke vanskelig å finne en tydelig tråd til bestemte kompetansemål i naturfag og kunst og håndverk. Så er ikke tilfellet i forhold til kompetansemål i matematikk. Matematikkfagets rolle beskrives i stedet som et redskapsfag, og det blir knyttet direkte til arbeidet med konkret produktutvikling. Noe som gir matematikk et minimalt bidrag til teknologi og design sammenlignet med naturfagene og kunst og håndverk. Dette er veldig synd, for jeg tror det er mulig å finne matematikken igjen i alle delene av arbeidsprosessen i et teknologi og design-prosjekt.

Gjennom T&D-opplegg kan en forholdsvis enkelt sette fokus på matematiske prosesser, som utforskning, undersøkelser, problemløsning, representasjon, modellering, fremfor kun på resultater. Lærerens oppgave vil variere fra

prosjekt til prosjekt, men han vil fortsatt være viktig for elevenes læringsutbytte. Det vil være han som legger til rette for at elevene får tid til tilstrekkelig refleksjon, det er han som ser når det er noe stoff som må undervises spesielt i. Det er ikke sikkert elevene klarer å se de grunnleggende naturvitenskapelig eller matematiske prinsippene i en teknologisk løsning på egenhånd. Svært ofte trenger de læreren som brobygger og oversetter.

For å finne mer ut av hvordan en kan lære matematikk gjennom T&D gjennomførte jeg i samarbeid med klasselærer Mariann Tallis Sandvik et Tekologi og Design prosjekt på tredje trinn ved Gjerde skole i Samnanger. Elevene skulle i løpet av en hel skoleuke designe og lage et kjøkken/allrom av ulike materialer.

Vi valgte å gi elevene en stor grad av selvbestemmelse i dette T&D prosjektet. Det vil si at elevene var forholdsvis frie i forhold til hva de ville lage, hvilke materialer de valgte å bruke og hvordan produktene ble seende ut. Det var et viktig poeng for oss å skape rom for utforskning og at elevene skulle få prøve seg i forhold til de ulike elementene i T&D. Vi ville at de skulle være aktive, handlende og selvstendige, for på denne måten å skaffe seg viktig erfaringer og ny kunnskap.

I denne prosessen frem mot ny kunnskap arbeidet elevene i grupper, slik at de kunne dra nytte av hverandre sin kompetanse. Men selv

Mona Røsseland, Matematikksenteret  
[mona@fiboline.no](mailto:mona@fiboline.no)



om de løste mange oppgaver sammen, var det også rom for individuelt arbeid i slutførelsen av de ulike produktene. Vi hadde også felles økter, spesielt i starten, etter hver arbeidsøkt og på slutten av prosjektet, der hele klassen var sammen om å komme med ideer og refleksjon.

Siden dette var et T&D prosjekt ville selvsagt de faglige målene være knyttet opp mot kjernen i T&D. Vi ønsket å gi elevene økte kunnskaper og erfaringer med design, teknologiske prinsipper, materialkunnskap, teknologiske ferdigheter og til dels teknologi sett i sammenheng med samfunnet for øvrig. Men vi ønsket også en klar fokusering på de matematiske kompetansemålene for prosjektet. For å styrke det matematikkfaglige perspektivet la vi også opp til noen oppgaver underveis som var til dels styrende. Elevene fikk blant annet i oppgave å fliselegge gulvet i rommet deres, og hver gruppe fikk 1000 kr til å "handle" fliser for.

Hver gruppe på 4 elever fikk utdelt en tykk papplatt på  $50 \times 70$  cm. Dette var grunnflaten på kjøkkenet/allrommet i målestokk 1:10. Elevene måtte nå planlegge og diskutere hva som er på et kjøkken, hvordan deres rom skulle se ut og hvilke materialer de ville velge for å lage de ulike komponentene. Vi hadde et godt utvalg av materialer som for eksempel papp i ulike tykkelser, blomsterpinner, ulike typer plast og tekstiler.

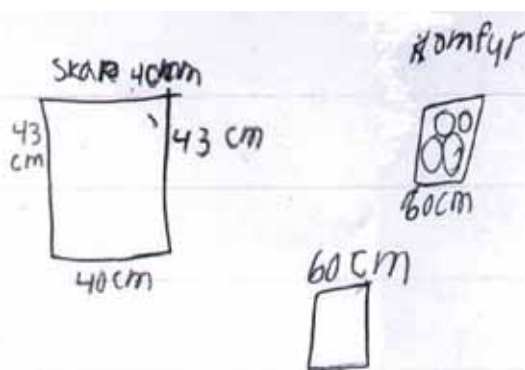
Papplaten på  $50 \times 70$  cm var det eneste mate-

riellet som var felles for alle. Vi brukte god tid til å gå gjennom hva vi hadde av utstyr, og vi diskuterte med elevene de ulike bruksområdene for hvert av materialene. Som verktøy hadde vi blant annet limpistoler og tapetkniv, så vi måtte også gå igjennom en del forsiktighetsregler.

Da vi satte i gang prosjektet var det ikke innlysende for elevene hva et kjøkken inneholdt. I felles klasse diskuterte vi hva et kjøkken inneholder, og det tok overraskende lang tid før alle de vanligste produktene kom opp på tavlen.

Etter hvert hadde hver gruppe laget seg en skisse som inneholdt de tingene som de ville ha med i sitt rom. I det videre arbeidet brukte elevene et dataprogram som vi hadde lastet ned fra IKEA sine nettsider. Programmet heter *IKEA kitchen planner*, og her kunne de sette inn kjøkkenskap og hvitevarer og lage både 2- og 3 dimensjonale tegninger.

Romplanleggeren hadde også en annen funksjon som gjorde at elevene måtte forholde seg til rotasjon. For etter at de hadde valgt ut hvilke møbler de skulle ha på tegningen i programmet måtte de få dem til å ligge inntil hverandre. Det gjorde de ikke automatisk, og da var det to knapper med rotasjonspiler elevene kunne styre dem på plass med. Elevene fikk en god erfaring med hvordan rotasjon fungerte.



Neste utfordring var å sette riktige mål på tingene de hadde laget skisse på. De fleste hadde ganske enkelt ikke peiling på hvor høy en komfyr er, eller hvor lang en kjøkkenbenk kan

være. Vi spurte dem hvordan de kunne finne dette ut. Noen foreslo at de kunne tippe og bare sette et mål, andre mente de kunne se på meterstokken og anslå, noen mente de måtte hjem å sjekke, men så var det et lyst hode som foreslo at vi kunne gå på skolekjøkkenet og ta mål der.

Gruppene fikk beskjed om å ta med seg det utstyret de trengte, uten at vi sa noe mer enn det. Ganske mange fór av gårde med linjalen de hadde i pennalhuset, selv om vi hadde lagt frem både meterstokk og målebånd på rull. Mange kom og hentet dette utstyret etter å ha gjort noen erfaringer med linjalen.

De fleste elevene hadde kunnskaper om lengdemåling, og det var en forutsetning for denne aktiviteten. Mange klarte også å regne om fra centimeter til meter, og de på gruppen som kunne dette forklarte greit til de andre. På tegningen ser vi en skisse der eleven har vært på kjøkkenet og målt og skrevet på målene. Som vi ser, har han målt alle sidene på bordet. Det kan tyde på at han ennå ikke har automatisert egenkapene ved en rektangulær figur. Den lærdommen kom etter hvert da de skulle lage skapene, og de ikke var nøyaktige nok med målene på de ulike sidene slik at skapet ble skakt.

De hadde stadig behov for hjelpetegninger og skisser, som da de skulle finne ut hvor stort bord de trengte. De ville at det skulle være plass til 12 personer, men visste ikke hvor stort bord det krevde. De diskuterte seg frem til at hver person måtte ha 50 cm plass, og så lagde de seg en hjelpetegning der de skrev på  $50\text{ cm} + 50\text{ cm} + 50\text{ cm} + 50\text{ cm}$  på den ene siden av bordet, det samme på andre siden og til slutt 50 cm på hver av endene. Bordet måtte da være minst 250 cm langt og 50 cm bredt.

Neste steg var nå å lage de ulike møblene og utstyret, og de skulle arbeide med målestokken 1:10, og dette var vanskelig for 3.klassingene. Vi måtte gå grundig gjennom det med felles klasse, og vi følte at mange av elevene fikk det med seg. De var med da vi forklarte at 50 cm på modellen representerte 5 m i virkeligheten, og mange hadde opp hånda og svarte at langsiden på pap-



platen deres var 7 m i virkeligheten. Vi skrittet også opp  $5\text{ m} \times 7\text{ m}$  i klasserommet, slik at de skulle få en føling med hvor stor  $35\text{ m}^2$  egentlig er. – Ja, ja, det er jo i grunn enkelt, tenkte jeg, de skal jo bare gange med 10 eller dele på 10. Det var likevel bare 3–4 elever i klassen som forsto målestokk og brukte det bevisst i det videre arbeidet. De andre elevene måtte ha hjelp til utregningene, men de viste tydelig at de hadde forstått grunnprinsippene i målestokk. De hadde ingen problemer med å skjønne at tingene de lagde var en forminskert modell av virkeligheten, men derifra til å forstå sammenhengen mellom de ulike målene var noe annet. De elevene som ikke fikk den fulle forståelsen for målestokk fikk smakebiter av hva det betydde, og laget seg noen mentale knagger til neste gang de møter det.

Et eksempel på dette var Christian som hadde laget en TV, og de andre på gruppen ville ikke ha det med i rommet fordi de mente det var for lite. Christian var en av dem som ikke hadde forstått dette med målestokk så godt, men til min store overraskelse sier han: – Kan du hjelpe meg å finne ut hvor stort TV blir i virkeligheten, jeg vet ikke hvordan jeg kan finne det ut. Sammen kom vi frem til at han måtte finne målene på TV-en han hadde laget. Så forklarte jeg ham at

i virkeligheten blir den ti ganger større. Med litt hjelp klarte han å beregne hvor stort TV-en ville bli, og vi kunne slå fast at det var på størrelse med en liten reise-TV, som passet godt opp på et kjøkkenskap.

Det oppsto flere lignende episoder, der vi så at flere og flere elever skjønnte målestokk da de jobbet med modellene sine og gjerne ville vite hvor store de ble i virkeligheten. Jeg mener dette underbygger det Dewey [1] poengterer når han sier at det er viktig at elevene først får erfare et fenomen, for så å lære seg de underliggende teoriene. Ved at elevene får kjenne problemet "på kroppen" gjennom det praktiske, vil de være mer mottakelige og knytte sterkere bånd til teorien. Dess viktigere det praktiske er for dem, jo mer motiverte vil de være for en teoretisk forklaring.

Elevene fikk også mye erfaring i løpet av uken med å gjenkjenne, navngi, tegne, bygge, sammenligne og sortere 2- og 3-dimensjonale figurer. For at skapene og de andre produktene skulle bli minst mulig skakke og skjeve måtte de ta hensyn til figurenes egenskaper i forhold til hjørner, sider, kanter og flater, når de skulle sette dem sammen. Vi så mye god refleksjon etter hvert som det ene skakkjørte kjøkkenskapet etter det andre så dagens lys. Refleksjonen gav frukter og etter hvert ble skapene mer og mer strømlinjeformet, med korrekt størrelse på alle sidene. Kreativitet begynte også å spre seg, og skapene fikk etter hvert hyller og dører som kunne åpnes og lukkes. Kjøkkenbenkene fikk nedsunkne vasker med kraner.

#### Lærer er med å styre

Som et ledd i å få mer matematikk inn i prosjektet hadde vi som sagt laget til oppgaven med flisene. Vi hadde priset flisene med 7 kr for kvadratiske og 4 kr for trekantete, men først måtte elevene lage et geometriske mønster. Deretter måtte de beregne hvor mange fliser de trengte for å dekke hele gulvet. Til sist måtte de regne ut hva de skulle betale for alle flisene.

Her fikk vi mange spennende refleksjoner og

måter å finne ut av problemet på.

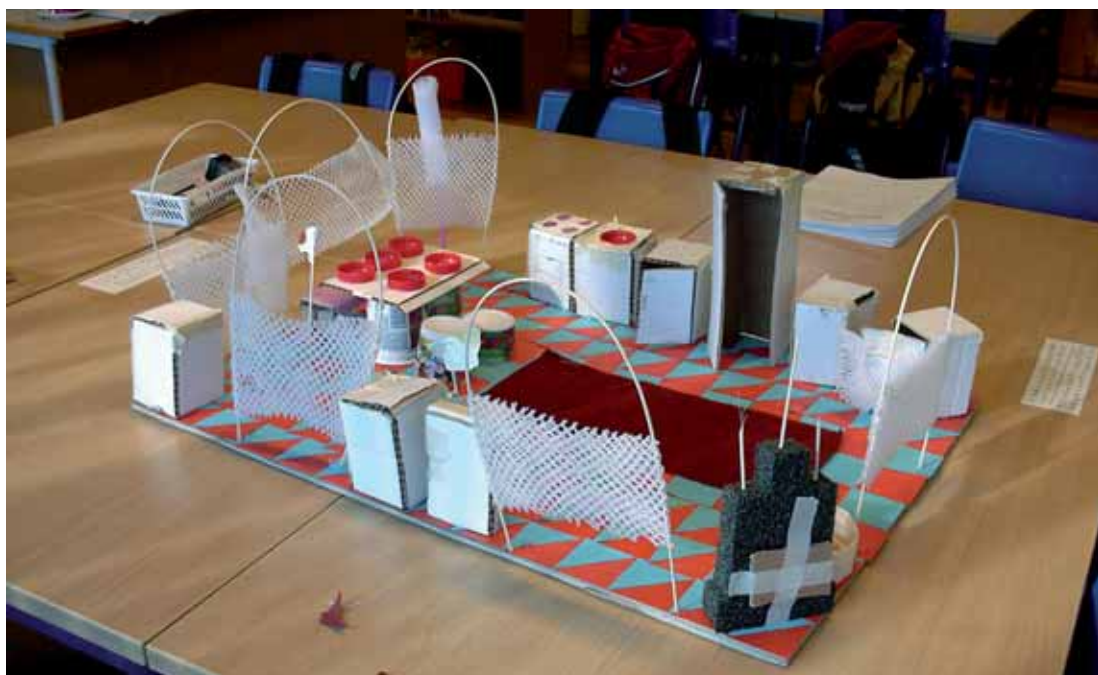
Noen elever begynte å telle antall ruter, mens andre fant ut at det var ti i ene rekke og så talte de ti om gangen 14 ganger til de kom til 140. Andre gikk motsatt vei og fant ut at det ble 14 i den lengste rekken, så talte de ti ruter opp og ganget  $14 \cdot 10$ . Det ble i grunnen vanskeligere å finne ut hva de skulle betale for flisene. De visste nå at de hadde behov for 140 kvadratiske fliser og at disse kostet 7 kr stykke, men hva gjorde en for å finne svaret. Vi hadde i oppstarten av prosjektet vist dem hvordan en kan bruke lommeregner til de fire regneartene, og hver gruppe hadde fått utdelt hver sin lommeregner. Men den var ikke til hjelp med det første, for hva skulle de gjøre med den?

Som en liten ledetråd gjorde vi tallene enklere: – Hva om du bare skulle kjøpe fem fliser, hvordan ville du regnet da? Jo, da ville de ha plussert 7 fem ganger. Kunne du ha regnet det på en annen måte også? spurte vi videre. Tina vet det; – du kunne ganget, sier hun. Det var den utløsende faktoren, nå kaster elevene seg over lommeregnerne og etter litt leting på knappene finner alle gruppene ut prisen for sine fliser. Da er det bare å levere bestillingslisten til læreren og be han gå og lage flisene. En elev skriver senere i loggen sin at det viktigste han hadde lært den dagen var å gange med store tall.

Denne oppgaven var som tidligere nevnt konstruert fra vår side, for vi ønsket å legge til rette for enda mer matematisk aktivitet. Dette kunne slå begge veier, for ville elevene godta oppgaven som en del av leken eller ville de oppleve det som et brudd i deres aktivitet? Dewey understreker betydningen at formidlingen må leveres på elevenes premisser, at læringen skjer i tilknytning til det som har betydning for dem. Nå viste det seg heldigvis at dette ble en av de mest vellykka aktivitetene hele uken.

Jeg tror elevene opplevde vår "inngripen" som ubetinget positivt, og at de følte at vi ble med på leken. Vi ble fliseforhandlere og lagde fliser på bestilling. Pengene var veldig motive-rende for elevene, og i etterkant ser vi at hadde





vi beregnet litt mer tid til prosjektet kunne vi med fordel har brukt samme konsept på alle materialene. Vi fikk inn veldig mye regning på disse aktivitetene, og jeg er ikke i tvil om at beregningene elevene gjorde i disse oppgavene blant annet førte til økt forståelse for multiplikasjon. Elevene hadde frem til nå arbeidet med multiplikasjon som gjentatt addisjon, og her fikk de se multiplikasjon som rekke. De fikk også erfaring med å regne med større tall enn de hadde gjort frem til nå i matematikkboken.

Refleksjon – det handler om å se matematikken

Et viktig poeng i læringsammenheng er den tiden vi brukte til felles refleksjon underveis i prosjektet. På slutten av hver økt snakket vi om hva elevene hadde lært i dag, hvilke oppdagelser de hadde gjort og hvilken matematikk de hadde hatt brukt for i løpet av dagen. Da vi gjorde dette etter første dag fikk vi nesten ingen hender i været når vi spurte om de hadde brukt noe matematikk. – Ingenting, svarte flere. – Hva gjorde dere nede på skolekjøkkenet da, spurte vi. – Nei, vi målte bare der, var svaret!

Den første refleksjonsøkten endte med at vi

omtrent måtte nevne opp alle situasjonene vi hadde sett de bruke matematikk. I løpet av uken skjedde det en markant forandring i forhold til deres bevissthetsforhold til hva matematikk er og når de hadde bruk for det. Da vi hadde siste evalueringsøkt var det 21 hender i været når vi spurte etter matematikken de hadde brukt den dagen og ellers i prosjektet. Men selv om de nå så det klarere at det var matematikk de brukte, så betyr ikke det at de ikke brukte matematikk før den tid. Det var bare det at de ikke reflekterte over hva de gjorde og hva de lærte. Selv om den forenklete Dewey tolkningen: «learning by doing» antyder noe annet, var Dewey opptatt av at barn må lære abstraksjon. Utgangspunktet hans var at elevene starter med en aktivitetssituasjon som er basert på forholdet mellom deres erfaringer, interesser og samspillet med miljøet rundt. Så skulle elevene arbeide seg fremover mot et stadig høyere abstraksjonsnivå gjennom en kunnskapsprosess som skjer mellom elev og lærestoff. Jeg mener at denne refleksjonen som en må gjøre med barna, for at de skal kunne oversette fra praktiske aktiviteter til et høyere abstraksjonsnivå, er et av de elementene som gjør at T&D også kan føre til

matematisk læring.

Custer [2] sier at teknologisk kunnskap må forankres i praksis og at det er fundamentet for en mer analytisk og abstrakt forståelse. En forutsetning da vil selvsagt være at læreren klarer å bygge bro mellom den praktiske erfaringen som elevene får gjennom T&D til den påfølgende matematikkundervisningen. Elevene har nå fått noen verdifulle erfaringer eller "knagger" som kan danne grunnlag for videre forståelse i tallenes og geometriens verden frem mot en mer abstrakt forståelse, men det skjer sjelden automatisk uten et oversettende ledd; nemlig læreren!

#### Avslutning

Gjennom T&D har vi en unik mulighet til å ta utgangspunkt i elevenes interesser og erfaringer gjennom elevaktivitet. Hvis vi igjen går til Dewey så påpeker han verdien av å utvikle elevenes praktiske evne til å beherske ulike forhold og gi dem innsikt og forståelse for hvordan ting henger sammen. Det er et viktig poeng at vi klarer å gjøre elevene bedre rustet og stadig dyktigere i å mestre dagliglivets utfordringer. Her finner vi et av hovedargumentene for T&D, nemlig å anvende kunnskap på en systematisk måte i praktiske sammenhenger, og utvikle fremgangsmåter for å nå våre mål som enkeltindivid og samfunn.

Jeg vil våge å påstå at i T&D-prosjekt har læreren en svært viktig rolle. Ikke bare som veileder, men også den som kan generere matematiske utfordringer. Vi skal ikke være redde for å "gripe" inn i aktiviteten, men heller prøve å bli en del av den med våre innspill. På denne måten kan T&D bli et enda større supplement i forhold til den vanlige matematikkundervisningen. Vi kan nemlig ta inn oppgaver med temaer som vi ønsker de skal få trening eller erfaring med. Dermed kan vi styre det matematiske læringsutbytte i langt større grad enn ved at T&D prosjekter får drive dit elevene fører dem.

T&D kan aldri erstatte matematikken eller realfagene, men heller være et supplement som

kan vise hvordan matematikk brukes i praksis. Elevene trenger å se forbindelsen mellom teori og praktisk anvendelse. Målet med all teori er at den kan anvendes praktisk. Elevene trenger derfor en arena der den teoretiske kunnskapen nettopp kan brukes i praksis.

Til slutt vil jeg understreke betydningen av at en hele tiden må ha kompetansemålene blin-kende i fremgrunnen under aktivitetene – Hva vil jeg elevene skal lære gjennom dette prosjektet? – Hva kan jeg gjøre for at jeg sikrer meg at de lærer disse målene? I tillegg må en til stadig-het ha på seg matematikkbrillene som klarer å fange opp de uforutsette matematiske momen-tenes som dukker opp underveis. Det er utrolig spennende å følge elever på en slik reise mot stadig høyere kompetansenivå, men det krever at læreren innehar stor nok faglig kompetanse i matematikk. Tatt i betraktning at under 60 % av norske grunnskolelærerne har den nødvendige matematikkutdanningen, er det viktig å stille seg sunt tvilende til læringseffekten i matema-tikk gjennom T&D prosjekter i stor utstrekning. Det kan fort bli mye aktivitet for aktiviteten sin skyld. Jeg vil derfor konkludere med at det går an å lære mye matematikk gjennom Teknologi og design-prosjekter, men at det er svært lærer-avhengig!

#### Litteraturliste

- [1] Imsen, Gunn: *Læreren verden – Innføring i generell didaktikk*, Tano-Aschehoug, 1997
- [2] Hansen, Pål J. Kirkeby: *Teknologi i skolen – og i NSM*, HiO-notat nr. 13, 2000

(fortsatt fra side 1)

oppgave for noen lærere, men en spennende og utfordrende en.

I dette heftet har vi prøvd å samle en rekke eksempler der matematikken står sentralt i teknologi og designprosjekter. Vi prøver å sette søkelyset på de grepene lærerne har gjort for at matematikken skal bli synlig og viktig for elevene og håper at mange lykkes med denne nye utfordringen.