

Anne-Gunn Svorkmo

Det må henge sammen!

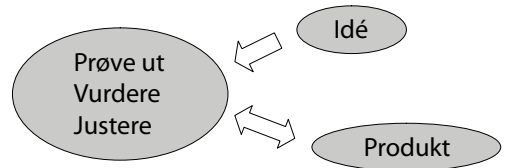
Teknologi og design (ToD) er et hovedemne i naturfag og kunst og håndverk. I følge LK06 skal matematikk vise sin nytte som redskapsfag når det arbeides med teknologi og design. Matematikk skal her brukes i en praktisk sammenheng, dvs. det er fagets anvendelsesmuligheter og bruksområder som skal synliggjøres.

Noe skal fremstilles og produseres i teknologi og design. Når matematikk brukes som et redskapsfag, bør kvaliteten på det som skal lages, både når det gjelder form og funksjon, øke og bli til noe bedre enn om matematikken hadde vært fraværende. Det skal vises på produktet at det er gjennomtenkt, og at det ikke er tilfeldig at resultatet har blitt slik det har blitt. Matematikk kan brukes for å støtte opp om denne prosessen. Samtidig er det viktig at elevene erfarer og opplever at matematikk er både nyttig og nødvendig for å få et godt resultat.

Designprosessen

Arbeidsprosessen i et ToD-prosjekt kalles en designprosess. Stegene eller fasene i en designprosess gjentar seg uansett hva du skal lage. Arbeidsoperasjonene er de samme om du skal lage en vifte eller en mekaniske leke. Designpro-

essen er god å støtte seg til og er til stor hjelp når en idé skal utvikles og bli til en eller annen form for et produkt.



Figur 1.

Figur 1 viser et eksempel på en meget forenklet utgave av en designprosess. Når en idé er skapt, lages det en modell. Modellen prøves ut og vurderes ut fra de kravene som er satt eller som er forventet. Ut fra de vurderingene som gjøres, justeres og forbedres modellen. I noen tilfeller må det kanskje lages en helt ny modell. Denne prosessen gjentas helt til modellen som i løpet av arbeidsprosessen har blitt et produkt, er blitt god nok.

Matematikk kan kobles til de ulike delene av designprosessen. Det kan enten være til oppstartsfasen, bearbeidings- og utprøvningsfasen eller til sluttfasen. Når en lærer planlegger et ToD-prosjekt, er det viktig å stille følgende spørsmål:

- Hvor i prosessen trengs matematikken mest?
- Hvor i prosessen, både ut fra elevenes nivå og ut fra kompetansemålene, egner det seg best å bruke matematikk som et verktøy?

Anne-Gunn Svorkmo

Matematikksenteret

anne-gunn.svorkmo@matematikksenteret.no

- Gjøre overslag, estimere og vurdere, bruke kvalitativ gjetting
- Sammenligne, vurdere og resonnerer i forbindelse med ulike tallverdier og størrelser som for eksempel brukes i forbindelse med målinger
- Måle, bruke ulike måleredskaper, lese av på ulike skalaer
- Bruke ulike måleenheter, gjøre om enhetene, få praktisk erfaring med og kunnskap om ulike måleenheter
- Matematiske modeller i en praktisk sammenheng, bli kjent med ulike former for modellering.
- Tolke og lese ulike grafiske framstillinger og diagrammer, lese og lage ulike former for oversikter og tabeller
- Bruke desimaltall i praktiske sammenhenger, for eksempel i forbindelse med måleusikkerhet og gjeldende siffer
- Kjenne til geometriske formers ulike egenskaper, muligheter og begrensninger; bruke to- og tredimensjonale former i en praktisk sammenheng

Figur 2.

Matematikk som verktøy bør trekkes inn når det er hensiktsmessig, og når nytteverdien av faget kommer best til sin rett. Matematikk skal etter min mening brukes i ToD der det føles naturlig. Oppkonstruert og unødvendig bruk av matematikk har ingen hensikt i denne sammenhengen. Å beregne materialkostnader kan i noen prosjekter være meningsfylt, men i andre kan det være lite hensiktsmessig og dermed meningsløst. I visse sammenhenger kan også matematikken bli for avansert. Jeg mener at det da er bedre å utelate matematikk i ett prosjekt for så å la faget få større plass i et annet hvor nytteverdien er større. I ToD kan jeg som lærer velge hvilket eller hvilke av fagene naturfag, kunst og håndverk og matematikk som skal vektes i de ulike prosjektene. Når jeg er bevisst på det, jevnes ulik vektning på fagene seg ut over år.

På hvilken måte kan matematikk brukes som et verktøy?

Matematikk som verktøy i ToD trenger ikke nødvendigvis bare å bestå av beregninger og utregninger. Å regne ut hva utstyret til et prosjekt koster, kan være interessant og hensiktsmessig. Dersom matematikk bare blir brukt på denne måten, viser det et lite og smalt spekter av fagets nytteverdi og anvendelsesmuligheter.

Mange av de ferdighetene som elevene nød-

vendigvis ikke får god nok trening i i løpet av matematikktimene, kan i ToD arbeides med og øves på i en praktisk og kanskje mer virkelighetsnær situasjon. Jeg ser for meg all den kunnskapen som på en måte ligger i mellomrommene og mellom linjene i kompetansemålene i Kunnskapsløftet! Eksempler på slike ferdigheter finnes i faktaboksen (figur 2).

ToD kan vekke elevenes nysgjerrighet rundt et matematisk fenomen, en matematisk ferdighet eller et emne. I mange sammenhenger tenker jeg at ToD kan være en mulighet til å bearbeide eller utvide et emne som elevene tidligere har arbeidet med i matematikktimene. Men jeg ser også at det er fullt mulig å sette elevene i en situasjon der de må etterspørre en manglende kompetanse, eller der matematikk kommer inn som en utforskende eller problemløsende del av prosjektet. Jeg viser et eksempel på dette i avsnittet «Hva skal esken romme?»

Samarbeid mellom tre nasjonale fagsentre

Matematikksenteret har de seinere årene samarbeidet med Kunst- og Kultursenteret og Naturfagsenteret om å lage undervisningsopplegg i ToD. Mange av oppleggene er prøvd ut og gjennomført blant elever. Undervisningsoppleggene finnes på Naturfagsenterets nettsider (www.naturfag.no/tod). For å spre gode idéer og

undervisningsopplegg i ToD har de tre nasjonale sentrene dannet et nettverk sammen med åtte arbeidslivsorganisasjoner. Gruppen kaller seg Teknologiinspiratørene (TEKin). TEKin har gjennomført kursdager i ToD for lærere i grunnskolen over hele landet. Matematikksenteret har i denne sammenhengen også samarbeidet med Skolelaboratoriet i Trondheim og Høgskolen i Oslo og Akershus, avdeling for estetiske fag. Vi har sammen utviklet et undervisningsopplegg kalt «Kosmetikk og emballasje».

I ToD arbeides det ofte med mekaniske objekter, elektriske kretser og lodding. Vi ønsket å trekke inn andre deler av naturfag, for eksempel kjemi. Opplegget går ut på å lage en serie kosmetikkprodukter med blant annet hudkrem og lypsyl. Designprosessen går som en rød tråd gjennom hele prosjektet og knytter produksjon av produkter sammen med emballering av produktene. Sluttresultatet skal bli et emballert kosmetikkprodukt som rettes mot en bestemt målgruppe. Form, farge, logo og størrelse på emballasjen skal signalisere om dette er et produkt for menn, kvinner, småbarnsforeldre, ungdom osv., og om det er et eksklusivt eller hverdagslig produkt eller kanskje et billigprodukt. Jeg bruker dette undervisningsopplegget for å vise et par eksempler på hvordan matematikk kan brukes som et verktøyfag.

Emballasje til kosmetikkserie

I «Kosmetikk og emballasje» valgte jeg å trekke matematikk inn som redskapsfag under emballasjedelen av prosjektet. Emballasje er et tema med mange muligheter og passer for elever på ulike nivåer. Materialkostnadene er også minimale. I en designprosess kan arbeidet med emballasje ha mange innfallsvinkler avhengig av hva som skal emballeres.

Her er noen sentrale problemstillinger:

- Hvilken funksjon skal emballasjen ha?
- Hva skal emballasjen signalisere?
- Hvordan skal åpne- lukkemekanismen i emballasjen fungere?
- Hvordan er esken tilpasset innholdet?

Jeg ønsket å fokusere på hvordan esker er satt sammen, og hvordan esker kan lages. Hvordan vil en todimensjonal mal til en eske se ut når den brettes til en tredimensjonal form? Hvor stort volum vil esken få? Det å gå motsatt vei, dvs. fra det tredimensjonale til det todimensjonale, er også interessant i denne sammenhengen. Hvordan ser malen til en ferdigbrettet eske ut? Hvordan kan denne konstrueres? I de to neste avsnittene viser jeg noen eksempler på hvordan dette kan arbeides med.

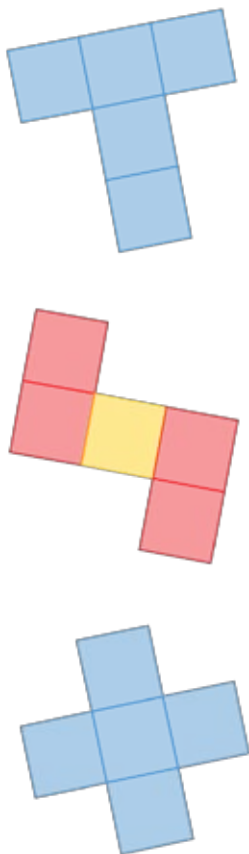
Fra to- til tredimensjonal form

Malene i figur 3 er eksempler på enkle, utbrettede esker uten lokk. Diskuter hvordan disse malene kan brettes til en tredimensjonal form. Her er noen spørsmål som kan være til hjelp i diskusjonen. Fokus er på former, kanter, flater og hjørner.

- Hvilke geometriske figurer er malen satt sammen av?
- Hvilken funksjon har de ulike delene? (for eksempel bunn, sideflater og lokk)
- Hva skjer med de todimensjonale figurene på malen når de brettes?
- Hvilke av de todimensjonale figurene møtes i en kant?
- Hvilke av de todimensjonale formene møtes i et hjørne?
- Hvordan vil malene se ut når de brettes til en tredimensjonal eske?
- Er det mulig, ut fra malen, å si noe om størrelsen på esken?

For å demonstrere hva som skjer når en todimensjonal form omdannes til en tredimensjonal eske, er jovobrikker et godt hjelpemiddel. Den gule og røde figuren i figur 3 er brukt som et eksempel. I figur 4 ser vi at det gule kvadratet danner bunnen i esken, og at alle de fire røde kvadratene blir sideflater i esken. Esken har form som en terning uten topp/lokk.

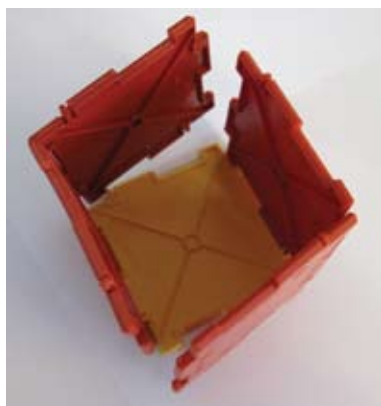
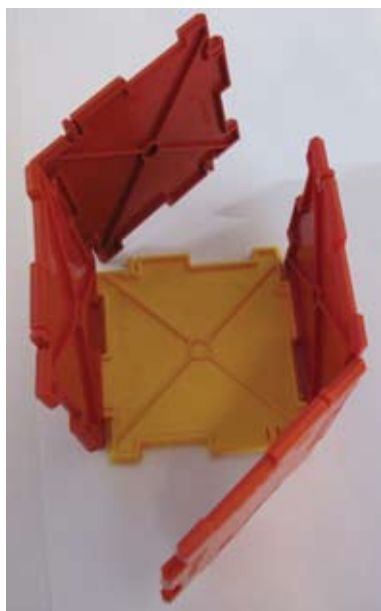
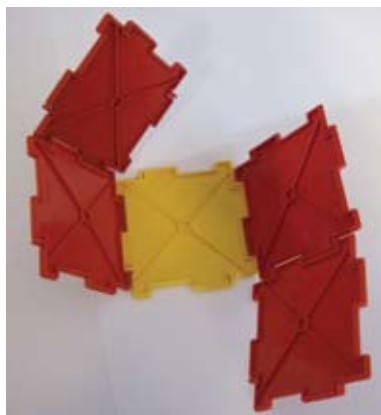
Det finnes mange maler å velge mellom. Jo mer sammensatt malen er, desto vanskeligere er det å se for seg hvordan den todimensjonale



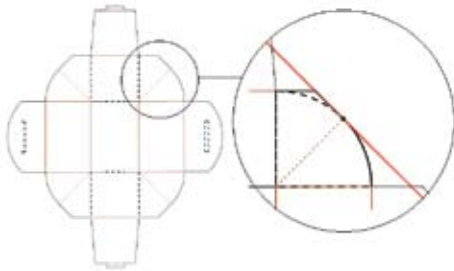
Figur 3: Bretttemaler tegnet i GeoGebra.

malen blir når den omformes til en eske. Mange maler har overlappende flater som enten fungerer som en forsterkning eller som limflater. Det gjør omformingen fra det todimensjonale til det tredimensjonale enda mer utfordrende.

Figur 5 og 6 viser et eksempel på en noe mer avansert mal. Idéen fikk jeg fra en eske det opprinnelig var chips i (figur 5). Denne esken kan lukkes, åpnes og dras ut og fungere som en liten skål. Jeg ville lage en mal og oppdaget under arbeidet at jeg hadde bruk for å konstruere tangenten til en sirkel i et punkt. I figur 5 har jeg forstørret denne delen av malen og markert tangenten med rødt. Matematikken var her et nødvendig verktøy!



Figur 4: Brett en eske med jovobrikker.



Figur 5: Konstruer en eske.

Fra tre- til todimensjonal form

Vi kan ta utgangspunkt i noen ferdige esker i papp eller papir. Diskuter hvordan esken vil se ut når den brettes ut til en todimensjonal form. Her er noen spørsmål som kan være til hjelp i diskusjonen:

- Hvilke geometriske figurer består esken av?
- Når esken brettes ut, hvordan vil da de geometriske figurene som esken er satt sammen av, plassere seg i forhold til hverandre?
- Hvordan er esken limt eller heftet sammen?
- Hvor mye kan esken romme? Hvordan kan esken forstørres eller forminskes?

Hva skal esken romme?

I dette eksemplet er det kosmetikkprodukter som skal emballeres. Esken må tilpasses både formen og volumet på det som skal ligge inni. Som jeg skrev i innledningen: Når matematikk brukes som et redskapsfag, bør kvaliteten på det som skal lages, øke og bli til noe bedre enn om matematikken hadde vært fraværende. Her stilles det krav til det endelige produktet. Slike krav kan formuleres i en kravspesifikasjon. I kosmetikkserier finnes det esker i ulike størrel-

ser. Hva med å lage esker til økonomiutgaven eller miniatyrgaven av en produktserie? Eller skal esken romme et bestemt volum? Ja, hvor stor må malen da være? For elever som blant annet ikke kan nytte seg Pytagoras' læresetning, kan dette være et eksempel på hvordan problemløsning kan trekkes inn i ToD. Matematikk er verktøyet.

Bretteoppskrifter

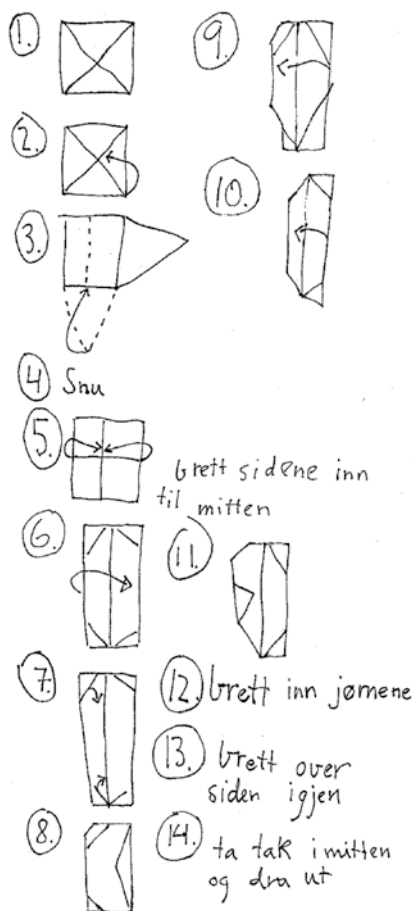
Det finnes et mangfold av origamibøker, og i disse er det mange ulike oppskrifter på esker. Origami har en egen notasjon, og det trengs trening i både det å lese og kunne utføre en bretteoppskrift. Elevene kan også lage egne bretteoppskrifter. De må da kjenne til denne spesielle, men enkle formen for notasjon. Det kan enten gjøres på papir med blyant, linjal og eventuelt passer eller ved hjelp av det dynamiske tegneprogrammet GeoGebra.

Figur 6 viser en bretteoppskrift på en eske laget av en elev på femte trinn. Her er det mye geometrikunnskap som ligger til grunn.

Andre måter å bruke matematikk som verktøyfag på

Vi har hatt flere kurs for lærere i «Kosmetikk og emballasje». Kjersti Hedalen-Heggset og Sissel Bolstad, to kursdeltakere fra Øystre Slidre barne- og ungdomsskole, har i etterkant av kurset sendt oss en CD med sin versjon av undervisningsopplegget. De har brukt vårt opplegg som en idé, utviklet det videre og tilpasset det til sine elever på tiende trinn. Sissel og Kjersti valgte å bruke matematikk som verktøy i en annen del av prosjektet enn det som er skissert over. De ønsket å fokusere på oppmåling og veiing av ingredienser, ulike måleenheter samt bruk av regneark for å finne pris på de ulike kosmetikkproduktene.

Lærerne ønsket at elevene skulle bruke mest tid på matematikken og ikke på å skrive inn ingredienser, enheter og innkjøpspris i hver sine regneark. Lærerne laget derfor et elevark i Excel som elevene skulle fullføre. Se illustrasjon



Figur 6: Bretteoppskrift fra en elev på femte trinn.

under. For å finne kostnaden på hver ingrediens måtte elevene ut fra de gitte opplysningene i regnearket skrive inn en formel i kolonnen til høyre. Til slutt skulle elevene også finne produksjonskostnadene for hvert enkelt produkt ved å summere kostnadene for hver ingrediens. Lærerne la stor vekt på at regnearket skulle være oversiktlig og lett å lese for andre, og at riktige benevelser skulle brukes.

Matematikk som verktøyfag kan brukes i mange sammenhenger i ToD. Jeg har vist to eksempler. Dersom elever i det siste eksemplet oppdager hvor billig det er å produsere hudkrem, vil de kanskje undre seg over hvorfor den hudkremen vi kjøper i butikkene, koster så mye. Det er også store prisforskjeller på hudkrem. Er det i denne sammenhengen emballasjen som koster mest? Eller er det markedsføringen som koster? Her åpnes det mange nye muligheter for å bruke matematikk som et nyttig verktøy.

Hudkrem: (Nok til 2 elever)

Innhold	Mengde	Innkjøpspris	Innkjøpsenhet	Kostnad
Trietanolamin	1 g	237,50 kr	500 ml	kr
Glyserol	5 g	447,50 kr	1000 ml	kr
Vann	30 ml	0,00 kr	100 ml	kr
Kokosfett	20 g	15,50 kr	250 ml	kr
Parafinolje	5 g	137,50 kr	500 ml	kr
Stearinsyre	5 g	168,75 kr	250 g	kr
Duftolje (rose)	2 dråper	41,50 kr	170 dråper (10 ml)	kr
Plastboks m/lokk	2 stk	7,00 kr	1 stk	kr
Kostnad til sammen:				kr

Tabell 1.