

ET IDÉ- OG VEILEDNINGSHEFTE I

# TEKNOLOGI & design



## PERSPEKTIV PÅ PLAST

Om plast og plastforming i grunnskolen

Runar Baune

Heftet er utarbeidet med støtte av TEKNA - Teknisk – naturvitenskapelig forening, avdeling Oslo

## **Om forfatteren**

Runar Baune er født 1946. Han er cand.mag i realfag + hovedfag i pedagogikk. Baune har skrevet en rekke artikler i matematikk og naturfagmetodikk, samt skrevet kompendier i matematikk for Skolesjefen i Oslo og Grunnskolerådet.

Han ha undervist 4 år ved 2 lærerhøgskoler i pedagogikk og matematikk og vært 10 år som timelærer i matematikk ved Oslo lærerhøgskole.

Han har vært med i *Teknologi i Skolen* (TiS) siden det ble startet som et prosjekt i 1996.

Til daglig er han rådgiver ved Hovseter skole i Oslo og prosjektleder for TiS-Oslo (p.t. 30 skoler). Han har skrevet temahefter til BOLIGabc og holdt orienteringer og kurs i teknologi og design over hele landet, samt hatt flere artikler og kronikker i fagblader og dagspressen.

**”DESIGN det som skal lages - lag det som er designet!”**

Serie: Idé- og veiledningshefter i Teknologi & Design

Redaktør: Svein Briså, programkoordinator for *Teknologi i Skolen*,

Nasjonalt Senter for kontakt med arbeidslivet om rekruttering til realfag -RENATE

For ytterligere info: [www.renatesenteret.no/teknologi](http://www.renatesenteret.no/teknologi) og [www.teknologiforum.no](http://www.teknologiforum.no)

Kontaktperson: Svein Briså, tlf. 22 05 35 47

Idé forside: Elisabeth Killie Kanebog, Langnes skole, Tromsø

Kopiering er tillatt for bruk i grunnskolen når kilde oppgis: Teknologi i Skolen+forfatter.

1 utgave. 1 opplag 2004

## **Forord**

Dette heftet tar for seg plast og plastforming og er ett av en serie veiledningshefter til arbeid innen Teknologi & Design. Heftet innledes med en del stoff som skal gi bakgrunn for å arbeide med plast, et materiale som ikke har vært mye brukt i norsk skole. Man trenger imidlertid ikke å ha gjennomgått all teorien for å arbeide med prosjektene i heftet, men det vil være nyttig å kunne vite noe om det materialet det arbeides med. Plast er ikke bare én type materiale. Plastbegrepet representerer et vidt spekter av materialtyper med forskjellig egenskaper og bruksområder.

Stortinget vedtok i juni 2004 at Teknologi & Design skal innarbeides i relevante fag, for eksempel i Naturfag og Kunst og Håndverk. På bakgrunn av dette ble det høsten 2004 startet en revisjon av læreplanene der plast med overveiende sannsynlighet vil få en plass i bildet.

Det er gjort et nyttig forarbeid når det gjelder å prøve ut *Teknologi & Design* som fagområde.

Allerede i 1996/97 startet Norges Ingeniørorganisasjon - NITO prosjektet *Teknologi i Skolen*. Dette innebar at fire grunnskoler begynte å prøve ut *Teknologi & Design*. I 2001 ble prosjektet løftet opp på et bredere plan: *Teknologi i Skolen* ble et eget program under Nasjonalt senter for kontakt med arbeidslivet om rekruttering til realfag (RENATE).

Ved inngangen til 2005 er ca. 120 skoler med i nettverket for Teknologi & Design.

Teknologi & Design i norsk skole har hentet mye inspirasjon fra England. I engelsk skole er *Design and Technology* obligatorisk fag på alle trinn svarende til vår grunnskole. Forming med plast inngår som en del av faget. Ved skolebesøk har norske lærere sett engelske elever arbeide med vakuumforming, knekking og sprøytstøping med plast. I stor grad arbeides det etter de samme prinsipper som det gjøres i plastbedrifter. Også norske elever bør få kunnskaper om og ferdigheter i å arbeide med dette utbredte materialet. Det er dette som har vært motivasjonen for å skrive heftet.

Oslo høsten 2004

# INNHold

Om forfatteren	3
Forord	4
1 Plast og plastforming	7
<b>GENERELL DEL</b>	<b>7</b>
1.1 Litt om plast i teknologiens verden (For lærer)	7
1.2 Tilknytning til læreplan	7
1.3 Litt om plastforming og matematikk	9
<b>2 NOEN MILEPÆLER I PLASTENS HISTORIE</b>	<b>10</b>
(For lærer)	
<b>3 HVORDAN ER PLAST BYGGET OPP? POLYMERKJEMI</b>	<b>12</b>
(For lærer)	
3.1 Plast av råolje	12
3.2 Om polystyren, PS	13
3.2.1 Egenskaper til PS	14
3.3 Mykplast og herdeplast	15
3.3.1 Mer om mykplast. Glasstemperatur	16
<b>4 HVA BRUKES DE VANLIGSTE TYPENE PLAST TIL?</b>	<b>17</b>
(For elev og lærer)	
4.1 Plasttyper og deres anvendelser	17
4.2 Hvordan lages plastprodukter?	18
4.3 "Våre" formingsmetoder	19
4.3.1 Knekking	19
4.3.2 Vakuumforming	20
<b>5 PLAST OG MILJØET, - PROBLEMER OG UTFORDRINGER</b>	<b>23</b>
(For elev og lærer)	
5.1 Historikk	23
5.1.1 1950-tallet: Negativ holdning til plastprodukter	23
5.1.2 1970-tallet: PVC-debatten	23
5.1.3 1980-tallet: Dioksindebatten og PVC	23
5.1.4 1995: Østrogene effekter – hormonhermere	24
5.1.5 1970 – 2000: Styrenplast og miljøet	24
5.1.6 Ozon og plast	24
5.1.7 Om ftalater i myk plast	24
5.2 Plast og gjenvinning	25
5.2.1 Om resirkulering av plast	26
5.2.2 Gjenvinning av råmaterialet, kildesortering	26
5.2.3 Gjenvinning av energi	26

<b>6</b>	<b>FORUNDERSØKELSER AV PLASTPRODUKT</b>	<b>27</b>
	(For elev og lærer)	
6.1	Områder for undring og utforskning	27
6.1.1	Matvarer og innpakning før og nå	27
6.1.2	Håndtering av husholdningsavfall	27
6.1.3	Morgenrutinene	28
6.1.4	En PC eller mobiltelefon uten plast?	28
6.2	Er gjenbruk av plast mulig?	29
6.3	Produkt- og designundersøkelser	29
6.4	Museer	29
6.4.1	Kunstindustrimuseet i Oslo	29
6.4.2	Norsk Teknisk Museum	29
6.4.3	Polimoon	30
6.5	Internettsøking	30
6.6	Besøk en plastbedrift. Partnerskap skole – bedrift	30
6.7	Elevbedrift – entreprenørskap	30
<b>7</b>	<b>PROSJEKTER MED KNEKKING AV PLAST</b>	<b>31</b>
	(For elev og lærer)	
7.1	Startprosjekt: Knekkning av bokstøtte	31
7.2	Arbeidsgangen	31
7.3	Design av pøseklype eller salatklype	33
7.4	Flere ideer til knekking:	34
7.4.1	Sierpinskis blyantholder	34
7.4.2	Tangram	34
7.4.3	Ur	36
7.4.4	Andre ideer	36
<b>8</b>	<b>PROSJEKTER MED VAKUUMFORMING</b>	<b>38</b>
	(For elev og lærer)	
8.1	Startprosjekt: Matboks	38
8.2	Ulike blyantholdere	39
8.3	Andre ideer	39
8.4	Oppslag: Vakuumpressing av plast	41
<b>9</b>	<b>FAKTARUTER</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>LITTERATUR OG NETTSTEDER</b>	<b>45</b>
10.1	Litteratur	45
10.2	Nettadresser	45

# PLAST OG PLASTFORMING

(For lærer)

## 1 Generell del

### 1.1 Litt om plast i teknologiens verden

Masseproduksjon av plastprodukter har ikke så lang historie, - det viktigste har skjedd de siste 50 årene. Produkter av plast er blitt en selvfølge, både på skole, hjemme, i fritiden, osv. Er den for ny til å bli tatt inn i skolen?

Plastindustrien i Norge har 12-13000 ansatte og omsetter for 15 milliarder kroner, med lokomotiver som Norsk Hydro og Borealis, - en viktig næring for landet.

Forbruket av plast er større enn stål på verdensbasis, når en regner i volum. Altså er plast i løpet av et halvt hundreår blitt et svært viktig materiale for mange formål.

### 1.2 Tilknytning til læreplanen.

Det er lite å finne i L97 som direkte handler om plast og plastforming. Men de arbeidsmåter og prosesser som framheves i planen, gjør plast til et meget aktuelt materiale. En designprosess vil ha mange faser – fra den første idéskisse, og lagging av modell – før det endelige produkt formes. Denne prosessen kan følges også her med enkle midler ved at man kan lage en modell av et billig materiale som papir eller papp hvor egenskaper ved designen hurtig kan demonstreres og utprøves. Først når man er tilfreds, går man over til utforming med det endelige materiale, plast.

Det er slik produktutvikling også skjer i næringslivet. Man gjør unna "barnesykdommer" på modellstadiet før produksjon skjer i full skala med dyre materialer. Man vil teste ut modeller og luke ut feil og mangler. Dette gjør en produksjonsprosess raskere, og kostnadene blir redusert til en brøkdel.

Det er et av planens mål å gi elevene innsikt i arbeidsmåter i næringslivet, bl.a. produkt – eller industridesign.

Problemløsning er en sentral arbeidsmåte i læreplanen. Prosjektene det vil bli referert til ligger godt til rette for en slik tilnærming. Et slikt prosjekt vil være "open-ended", som vel er et av flere kjennetegn på problemløsning. Mange avgjørelser må tas underveis, både hva angår design, valg av verktøy og prosesser fram til det ferdige produkt.

L97 har også fokus på at det skal "... vere et stort innslag av praktiske aktiviteter i opplæringa...[og] ... medvirke til læring gjennom praktiske og handlingsretta oppgaver." (ss. 74, 75). Teknologi i Skolen bidrar her til et bedre praksisbegrep.

Læreplanen fokuserer også på viktige temaer som ressursutnytting, gjenvinning og miljø. Fordi plast har vært og kanskje ennå er et kontroversielt materiale, innbyr plasten til å ta opp slike spørsmål. Da masseproduserte plastprodukter kom på

markedet i 1950- 60-årene, var de ofte av dårlig kvalitet og gikk fort i stykker, - og de fikk et heller dårlig rykte. Utviklingen har gitt både forbedrede kvaliteter av plasten og stadig nye anvendelsesområder. Miljøspørsmålet blir tatt alvorlig både av myndighetene og industrien. Det er derfor ikke sikkert at skepsisen mot plast har et reelt grunnlag lenger. Dette heftet peker på en del åpninger her.

Læringscenteret (nå Utdanningsdirektoratet) publiserte i juni 2002 et forslag til *Handlingsplan for matematikkfaget, Å tenne de unge*. Her uttrykkes det bl.a. at

For å gjøre opplæringen i matematikk mer aktiviserende og kreativ, kan en innføre ”teknologi” som tema i norsk skole. Teknologi er et tverrfaglig kunnskapsområde som nettopp er egnet til å skape interesse for realfagene, ikke minst matematikk. Teknologi i skolen har en praktisk tilnæringsmetode, lar elevene utnytte sine kreative evner, og har et praktisk produkt som mål for læringsprosessen. Eksempelvis konstruerer elevene modeller av bruer, og hus i tre, plast eller papp, de konstruerer kraftoverføringer, elektriske kretser, osv, og de gjør sine beregninger med matematikk. ... (s.18)

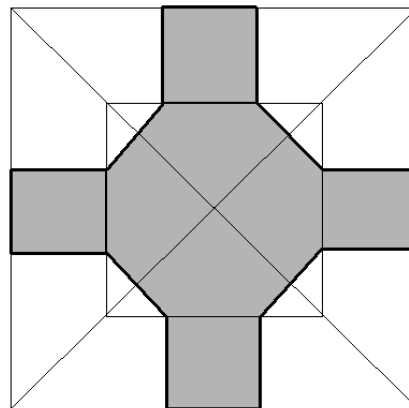
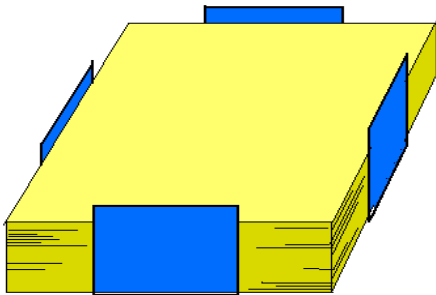
Blant forslag til tiltak pekes det på at skolene skal ta i bruk IKT (s. 19), ha matematikkrom (s. 20) og teknologirom (s. 22).

Dette heftet inngår, som nevnt tidligere, i en rekke emnehefter utviklet i forbindelse med programmet *Teknologi i Skolen*. De prinsipper for læring som er gjort gjennom dette programmet, finner vi nå igjen i dette forslaget fra Utdanningsdirektoratet.

Foran har vi påpekt lav betoning av teknologi som emne i gjeldende læreplan L97. Revisjonen av læreplanene, som ble igangsatt høsten 2004, vil endre på dette bildet. Det er forventet at plast som et moderne materiale får en plass i disse planene.

### 1.3 Litt om plastforming og matematikk

Å utvikle et plastprodukt forutsetter anvendelse av matematikk. Ferdigheter som måling, målestokk, konstruksjon og beregninger inngår i de fleste prosjektene. Eleven må også se for seg vekslingen mellom 2 og 3 dimensjoner, noe som gir oppøving av romsyn, som i eksemplet under:



Ide til eske for posters. Til høyre antydes konstruksjon av malen.



## 2 Noen milepæler i plastens historie.

**Dette kapitlet kan være bakgrunnstoff for læreren og kan knyttes til natur- og/eller samfunnsfagsundervisning.**

Termoforming er blant de eldste prosesser til å forme glass, plast og plastliknende stoffer. Med begrepet menes forming gjennom varmebehandling. Fønikerne smeltet sand, soda og boraks til glass, alt 3000 f.Kr. Man vet at "de gamle egyptere" brukte termoforming til å lage dekorative beholdere til mat og drikke av ryggskallet til skilpadder. Skjoldene ble lagt i bløt i varmt vann til de ble smidige og bløte nok til å kunne formes. Ved avkjøling beholdt de den nye fasongen. Dette hører til forhistorien.

Den mer moderne historien til plasten går ikke mer enn ca 100 - 150 år tilbake. Det vil si, fra man utviklet de første syntetiske *polymerer* (se kap 3).

Det opprinnelige gjennombruddet kom i 1850-60-åra da en engelskmann greide å lage *celluloid*. Man behandlet cellulosefiber fra bomull med salpetersyre og fikk dette nye stoffet som kjemisk også kalles *cellulosenitrat*. Det ble brukt til ulike formål som knivskaft, esker, osv.

Neste plasttype som ble utviklet var *bakelitt*, en hard, mørk brun plasttype. Den ble første gang framstilt i 1907 av kulltjære. Den ble brukt til å lage stikkontakter, brytere og annet elektrisk materiell, fordi den også var en god isolator. Flere av de første radioer hadde et chassis laget av bakelitt.

Utviklingen av de første plastslagene i denne pionertiden bygget på prøving og feiling. Etterhvert fikk kjemikerne mer forståelse for molekylene oppbygning og reaksjonene mellom dem. Dette bidro til at utviklingsarbeidet fra 1920- og 1930-tallet ble mer målrettet. *Nylon* ble utviklet i 1927-28 og satt i produksjon i 30-årene. Nylon var en fiber som kunne spinnes, veves og strikkes til bl.a. bluser, skjorter og tynne damestrømper. Den ble satt i produksjon i 1941 og ble lansert som en konkurrent til den japanske natursilken. ("Now You Lousy Old Nippons") ⇒ NYLON

Andre plastslag kom i 1940-åra: *Polyetylen* (1942), *polyuretan*, *polyester*, *silikoner*, ..I 50-åra kom *polypropylen* (1957) og *polykarbonater*.

I 50-åra kom også produkter som *respatex* som var harde plater for bord og benkbeslag som tålte det meste både av varme og kjemikalier. Likeså kom de første plastkrus, -tallerkener og – bestikk.

De første biler hvor plast ble tatt i bruk i karosseri så dagens lys i 50-åra. Det var den norske Troll, foruten Citroën med plasttak forsterket med glassfiber – et annet moderne materiale fra samme periode. Dette er etterhvert blitt vanlige materialer både i biler og fritidsbåter (glassfiberarmert herdeplast).

I løpet av 1960-åra ble det utviklet nye produkter som straks kom i praktisk bruk. Det handlet her om hard og bløt skumplast som ble brukt til bl.a. madrasser og til

isolasjon for tekstiler. De kunne dessuten forsynes med en beskyttende overflate. Moteindustrien tok tak i disse materialene og gjorde dem populære. Videre må nevnes at romkappløpet også bidro til å utvikle og anvende materialer som plast i utstyr og utrustning. På grunn av sin lave vekt og gode formbarhet kunne plast tilpasses ulike oppgaver og formål.

Tilbakeslag kom med oljekrisa i 1970-åra. Det ble stilt spørsmål om råstoffet olje som en ikke-fornybar ressurs. Naturlige materialer som tre, bomull, stål og lær ble foretrukket.

Ekspløsjonen i kommunikasjonssystemer de siste par tiårene, skulle bety nye områder for anvendelser av plast. TV-apparater, PC-er, telefoner, o.l. ble bygget av plast, fibre til fiberoptikk likeså. Denne utviklingen ville vært umulig uten plast.

Plastens hygieniske egenskaper til all slags emballering av varer slo igjennom i denne perioden. Dette gjaldt også plastbokser og –tuber for medisiner. Det gjaldt ikke minst ferskmat pakket i vakuumslett folie. Kvalitet og holdbarhet på maten ble betydelig forbedret.

Det har vært påstått at plastemballasje for mat kan være helseskadelig, bl.a. har Greenpeace hevdet dette. Disse påstandene er blitt tilbakevist flere ganger, - også av en nøytral forskningsinstitusjon som SINTEF her hjemme.

**Det er i dag mulig å tilpasse egenskapene til hvert av produktene med tilsetninger, for å gjøre dem mykere, sterkere, tilsette fargestoffer, osv. Dette gjør at det blir svært mange ulike kvaliteter, og i dag regner man med at det grovt sett er et trettitalls ulike hovedtyper plast.**

Mer historikk med bl.a. vurdering av miljøspørsmålet: Se kap. 5 Plast og miljø.

## 3 Hvordan er plast bygget opp? Polymerkjemi.

### 3.1 PLAST AV RÅOLJE.

**Dette kan være bakgrunnsstoff for læreren, evt. knyttes til naturfagundervisning, ungdomstrinnet.**

*Plast, den gyldne polymer*<sup>1</sup>, var en tittel Plastindustriforbundet brukte i forbindelse med sitt 50-årsjubileum i 1998. Navnet polymer henspeler på at et stort molekyl er en kjede av like og enkle byggestener, som en kjetting er en kjede av enkle ledd. Plastkjemien hører til polymerkjemien.

De første plasttypene hadde stoffer som harpiks eller kulltjære som råstoffer, slik vi har omtalt det i kap. 2. I dag er råolje det aller viktigste råstoffet for plastproduksjon.

Råolje består for en stor del av *hydrokarboner*, dvs. av stoffer som bare inneholder hydrogen og karbon. Typisk er kjeder av karbon med ulik lengde med 1, 2 eller 3 hydrogenatomer knyttet til hvert karbonatom. (Det kan også være et og annet atom av oksygen, klor, fluor, nitrogen, svovel eller andre grunnstoffer. Eller det kan være sammensatte grupper av atomer som metylgrupper, fenylogrupper, osv.)

For enkelthets skyld betegnes ofte hydrokarboner utfra antall karbonatomer i kjeden, for eksempel betyr C<sub>3</sub> og C<sub>20</sub> et (eller annet) hydrokarbon med 3 henholdsvis 20 karbonatomer i kjeden.

Råoljen er en blanding av lettere og tyngre bestanddeler (*fraksjoner*). Jo lengre molekyler disse stoffene har, jo høyere kokepunkt har de. Dermed kan de skilles fra hverandre ved destillering, etter en prosess kalt *fraksjonert destillasjon*. Hver fraksjon består av ulike stoffer med kokepunkt nær hverandre. Vanlige fraksjoner er asfalt, gassolje, parafin, nafta, flybensin, bensin, osv. Fraksjonene kan ikke brukes som de er, men må gjennom ulike typer foredlingsprosesser etter den bruk de skal ha.

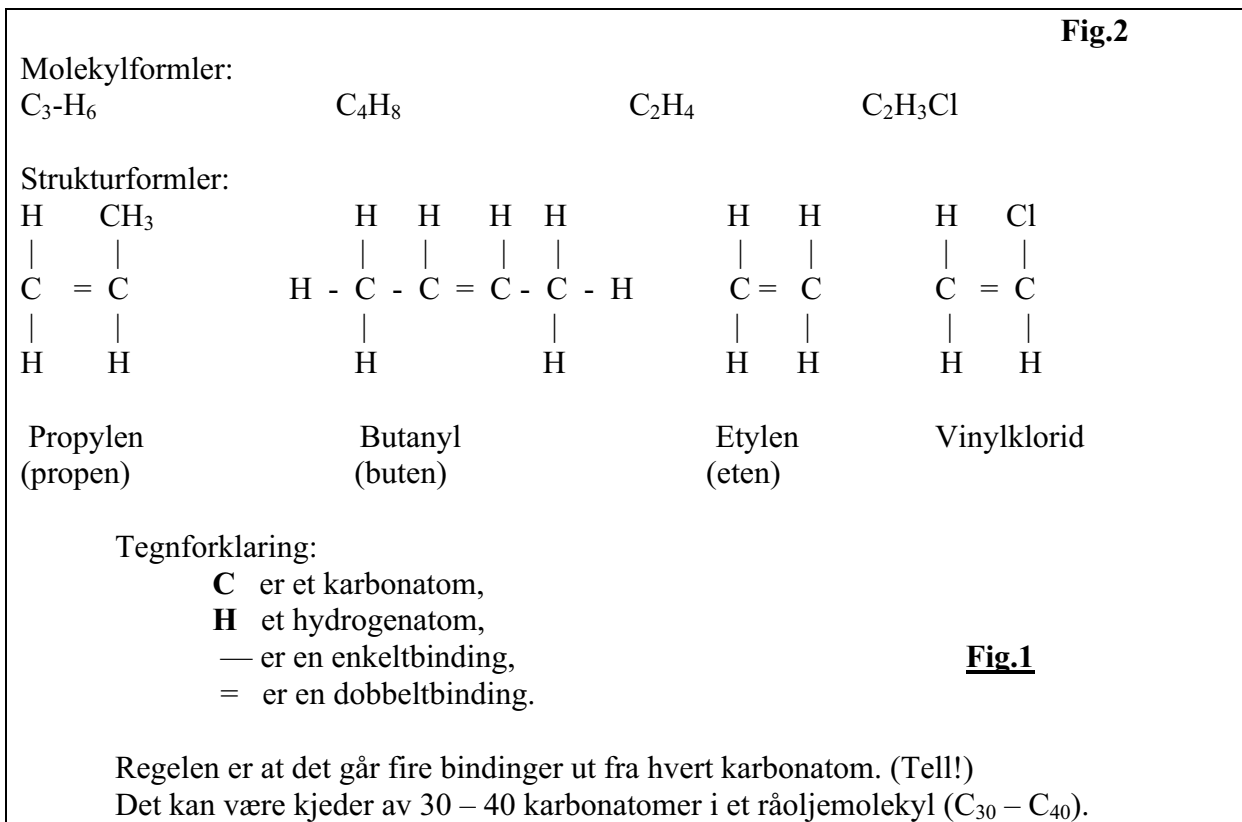
For å lage plast går man videre med bl.a. *nafta*, som har molekyler av størrelser C<sub>5</sub> – C<sub>9</sub>. Disse er for store til å tjene som byggesteiner for plast, og de må derfor "knuses" til mindre molekyler (kalt *cracking*). Et atom eller en atomgruppe kan også byttes ut med andre atomer eller atomgrupper (*omforming*) – eller begge deler.<sup>2</sup>)

Det kan være litt forvirrende at en og samme kjemiske forbindelse kan ha flere navn og som brukes om hverandre. En del navn er fra tidligere tider (*trivialnavn*) før man kjente stoffenes kjemiske oppbygging. Denne gir grunnlag for *systematiske navn*, som er navnene kjemikerne helst vil bruke.

*Etylen, propylen, butelen* er trivialnavn eller daglignavn, mens *eten, propen og buten* er de tilsvarende systematiske navn.

<sup>1</sup> *Poly* betyr mange, *mer* betyr lenke eller enhet

<sup>2</sup> Fraksjon = brøkdelt. Fraksjonert destillasjon, cracking og omforming kan du lære mer om i natur- og miljøfag.



Legg merke til at vinylklorid har lik struktur som etylen, bare at et hydrogenatom er erstattet med et kloratom.

- Propen som kjedes sammen gir polypropen, kalt Polypropylen.
- Eten i kjeder blir polyeten, kalt Polyetylen
- Vinylklorid som kjedes sammen blir Polyvinylklorid (PVC)

### 3.2 Om Polystyren, PS

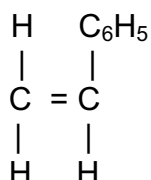
Polystyren gis her litt bredere omtale fordi den er plasten som har vist seg godt egnet til bruk i skolen. Grunner til dette er at den er svært utbredt, bl.a. som matemballasje fordi den er trygg til det. Den er dessuten lett å forme med de teknikker vi har til rådighet. PS er også en av de kvalitetene det produseres mest av (nest etter PE, PVC og PP) og er derfor forholdsvis billig i innkjøp.

Derfor vil vi i det følgende se litt nærmere på den kjemiske oppbyggingen av PS. Den er bygget opp av en kjede av styren

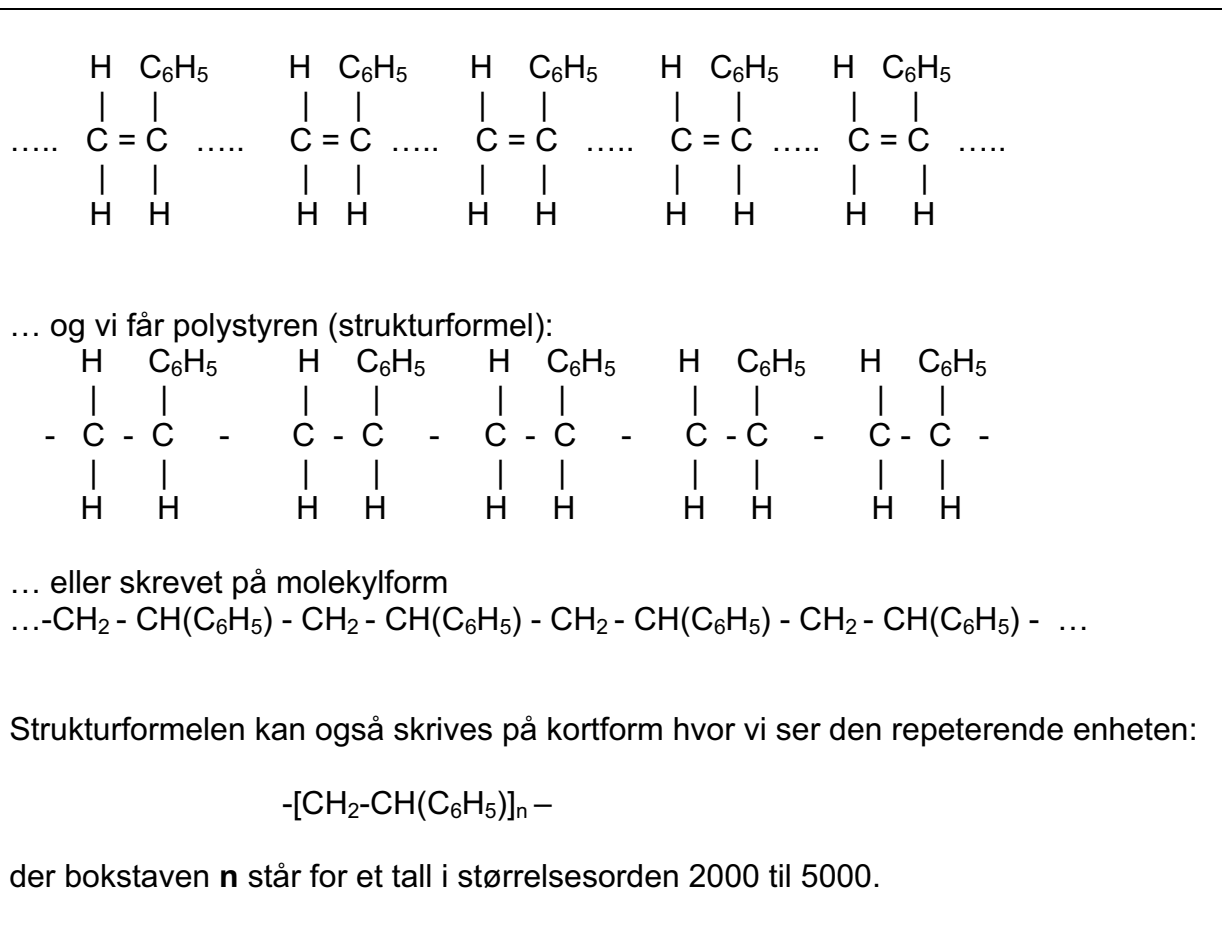
Molekylformel for styren (trivialnavn) eller fenyleten (systematisk navn) er:



Strukturformel:



Sammenkjeding – polymeriseringen – av de enkle styrenmolekylene til polystyren skjer ved at dobbeltbindingen brytes:



### 3.2.1 Egenskaper til PS-HD (High Density)

Dette er den platen vi har funnet best egnet til bruk i skolen. Det er av de plastkvaliteter som det produseres mest av og er derfor forholdsvis billig i innkjøp. Den kalles også styrenplast. Den har følgende egenskaper:

- Gode elektriske isoleringsegenskaper
- God stivhet
- Glasstemperatur på 100 grader (se 4.2)
- Resistent mot mange baser og syrer (ikke mot oksiderende)
- Uproblematisk sammen med mat
- UV-stråler bleker PS
- Brenner med sotende flamme
- Oppvarming over 300 °C gir en søt lukt av monostyren, som er giftig. Den kan gi irritasjon ved hudkontakt og irritasjon av øyne og luftveier ved innånding. Dette unngås med hansker og god ventilasjon.

Forming med PS skjer ved 100 – 140 grader og langt under faregrensen.

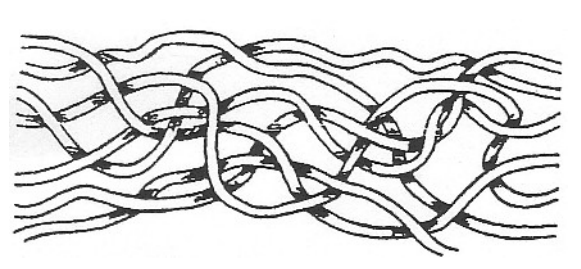
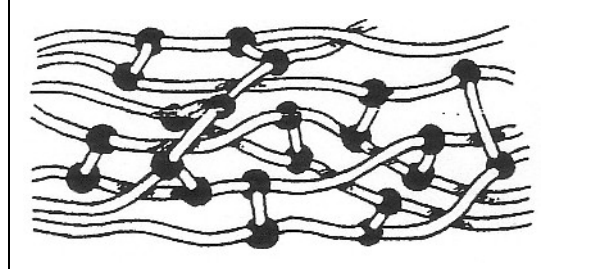
### 3.3 Mykplast og herdeplast

Også de andre plastene danner lange molekyler med 2-5000 lenker i kjeden. De er mer eller mindre glatte og kan gli i forhold til hverandre. Dette gjør plasten lett formbar. Navnet *plast* peker på at den kan myknes ved oppvarming og stivner med den nye formen ved avkjøling. Disse kvalitetene kan gjenvinnes og brukes om igjen flere ganger. Denne gruppen av plastkvaliteter kalles derfor for *termoplast*.

Men de kan også behandles videre med *herdere*. Dette bevirker at det dannes sterke bindinger *mellom* plastkjedene på kryss og tvers, noe som gjør den hard og svært sterk. Den kan forsterkes videre ved å armere den med f.eks. glassfiber. Slik glassfiberarmert plast brukes bl.a. til støping av skrog til plastbåter. På grunn av alle kryssbindingene vil skroget strengt tatt bestå av kun et eneste molekyl!

Herdeplast kan ikke materialgjenvinnes, men bare energigjenvinnes.

Tabell 1. Sammenlikning av hovedinndeling av plast.

<b>Termoplast</b>	<b>Herdeplast</b>
<p>Disse plastene blir myke eller flytende og formbare ved oppvarming. De stivner igjen ved avkjøling.</p> <p>Molekylene er lange kjeder med svake bindinger mellom.</p> <p>Ved oppvarming brytes bindingene mellom molekylene.</p> <p>Når plasten avkjøles gjenoppstår svake bindinger mellom molekylene og plasten beholder sin nye form.</p> <p>Kan materialgjenvinnes</p>	<p>Blir ikke myke og formbare ved oppvarming.</p> <p>Bindingene mellom kjedene er så sterke at de ikke kan brytes opp ved vanlig oppvarming.</p> <p>Ved oppvarming beholder derfor materialet sin form. Den vil ikke smelte eller dekomponeres, men den kan brenne.</p> <p>Kan energigjenvinnes</p>
	

Kilde: Bl.a. PIL

### 3.3.1 Om mykplast. Glasstemperatur.

Hvordan kan vi forklare at noen plaster er myke og andre er harde?

Hvordan er molekylene som kan gi disse forskjellene?

Man snakker gjerne om glasstemperatur for å betegne forskjellene. Det er den temperaturen som platen under oppvarming begynner å bli myk ved. Under denne temperaturgrensen er platen hard ("glasshard").

- Er det enkeltbindinger mellom karbonatomene i de lange kjedene, er det god rotasjonsmulighet mellom leddene. Dette kan gi mykere plasttyper, som derfor får lavere glasstemperatur (PVC).
- Mykere plast blir det også der de lange molekylene kan gli mot hverandre med liten friksjon.
- Derimot vil dobbeltbindinger i karbonkjeden gi stive forbindelser mellom karbonatomene i kjeden, fordi dobbeltbindinger ikke kan rotere. Dette gir en hardere plast med høyere glasstemperatur.
- Det kan være korte sidekjeder heftet på karbonkjeden, og de kan være så store at de er for store til å kunne rotere. Dette gir en høyere glasstemperatur. Polystyren er et eksempel på dette, fordi fenyldroppene som er heftet på annet hvert karbonatom i kjeden er forholdsvis store.








## 4 Hva brukes de vanligste typene plast til?

(For elev og lærer)

Det nedenstående kan være bakgrunn for *forprosjekt*: Undersøk plastkvaliteter som er benyttet i produkter hjemme, på skolen, osv

### 4.1 Plasttyper og deres anvendelser. (Se kap. 6.2)

Plastkvalitetene 1 til 6 er de som produseres i største mengder, er de mest brukte og kan resirkuleres. De inngår i et system med miljømerking med kodennummer og et trekantsymbol som skal gjøre det lettere å sortere dem.

<b>PET</b> <i>Polyetylenftalat</i> Brusflasker, matemballasje, tepper, cord til bildekk, ...	 PET
<b>HDPE</b> <i>High Density Polyetylen</i> (med høy tetthet) Flasker, særlig til matvarer, løsningsmidler og kosmetikk, leketøy, innpakking, bensintanker, gassrør, avløpsrør,...	 HDPE
<b>PVC</b> <i>Polyvinylklorid</i> Vindusrammer, gulvbelegg, tapet, plater, takrenner og nedløp, bankkort, isolasjon på ledninger, plasmaposer til blod, (de tidligere) grammofonplatene, CD-plater,...	 PVC
<b>LDPE</b> <i>Low Density Polyetylen</i> (med lav tetthet) Klebefilm til innpakking, bærepøser, ...	 LDPE
<b>PP</b> <i>Polypropylen</i> Bokser til smør, yoghurt, bruskanter, - korker. Fleecefiber. Alle lakkerte støtfangere til biler.	 PP (polypropylen)
<b>PS</b> <i>Polystyren</i> Til innpakking av meieriprodukter. Tape, kassetter, leketøy, reklameskilt, chassiser til elektriske apparater/TV, skuffinnlegg, kopper og tallerkener. Også isopor.	 PS (polystyren)
<i>Annen plast</i> som brukes i små kvanta slik at det ikke lønner seg å resirkulere, men går til energigjenvinning. Her også herdeplast	 annen plast



Her følger noen av dem fra "7-gruppen" med en viss utbredelse:

*PU Polyuretan*

Skumgummi til madrasser, møbler, ..., til overflatebehandling, tilsetning til gummi for å øke motstandsdyktigheten mot ozon og kjemikalier, ...

*Epoxy*

Brukes i lim, bildeler, sportsutstyr, båter, kanoer, ...

*Polymetylakrylat. Herdeplast.*

Vinduer, reklameskilt, fyllmateriale hos tannlegen, harde kontaktlinser,...

*Polytetrafluoretylen. Herdeplast.*

Teflon til kokekar og stekepanner.

## 4.2 Hvordan lages plastprodukter?

Her er en oversikt over de vanligste metoder for å formgi ulike plastkvaliteter i industrien.

➤ *Ekstrudering.*

Plasten smeltes i en sylinder, og en skrue presser den bløte massen ut gjennom en dyse (liten åpning) – som man presser kaviar ut av en tube. Formen på dysen bestemmer fasongen på produktet: Rør, takrenner, vindusprofiler, ...  
Ledninger isolert med plast lages på denne måten, der kobberledningen trekkes gjennom dysa og blir plastbelagt.

➤ *Pressing/vakuumforming.*

Oppvarmet plast presses ved hjelp av trykk eller vakuum rundt en form. Egner seg til små serier. Kofferter, matbokser, bilskjermer...

➤ *Sprøytstøping.*

Smeltet plast sprøytes inn i en kald form. Bøtter, spann, ...

➤ *Formblåsing.*

Plastmasse med hul fasong blåses opp inne i en utvendig form. Egner seg til store serier. Flasker, kanner, ...  
Bensintanker til biler lages ved formblåsing.

➤ *Fimlblåsing.*

Smeltet, flytende plast fra en ekstruder med rørformet dyse. Røret blåses opp til ønsket tykkelse. Egner seg til store serier. Plastposer, folier, film, ...

➤ *Belegging.*

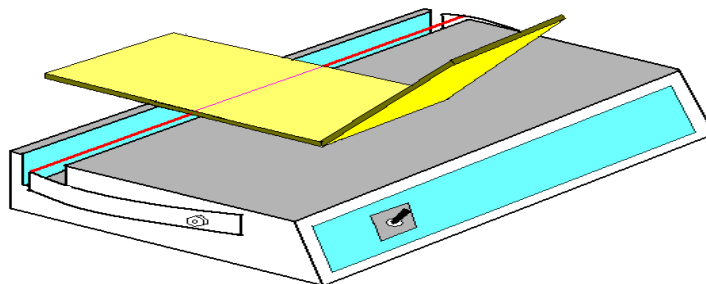
Smeltet plast legges i et tynt lag over annen emballasje. Melkekartonger, regntøy, ...

➤ *Knekking.*

Plastplata varmes opp langs en varmetråd og bøyes til ønsket vinkel.  
Reklamestativer, bokstøtter, ...

**4.3 "Våre" formingsmetoder.** *Knekking og vakuumforming* er to av metodene som vi så langt har valgt å ta i bruk i skolen innen teknologiprojektet, og de vil derfor bli beskrevet nærmere.

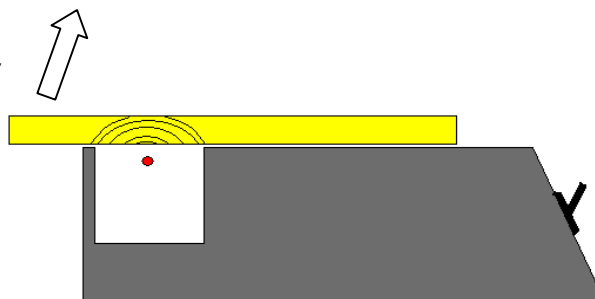
**4.3.1 Knekking** er en forholdsvis enkel metode å forme plast på. Hoveddelen av apparatet er en varmetråd festet i og holdt stram mellom to fjærblader. Strøm gjennom tråden gir den varmen som skal gjøre plasten myk. Apparatet har gjerne et praktisk lite arbeidsbord for å gjøre prosessen lettere å utføre.



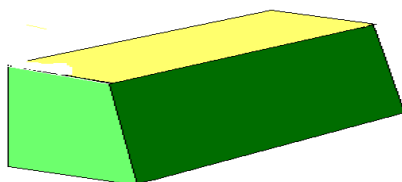
Tegningen er en prinsippskisse. Plastplata oppå varmes for å få sin knekk nummer to. Varmetråden ligger i renna i bakkant under plastplata.

Etter få minutter blir plasten myk (plastisk) over varmetråden. Den kan da tas vekk fra bordet og bøyes oppover til ønsket vinkel. Så snart plasten er kjølnet (1/2 min.), blir den stiv igjen og vil beholde den nye vinkelen.

Plastplaten bøyes oppover



Knekkapparatet sett fra siden. Her er forsøkt vist hvordan varmen brer seg gjennom en plastplate som ligger over varmetråden. Den blir varmest på undersiden og tåler derfor best strekk på den siden. Dette betyr at man helst bør bøye oppover (til ønsket vinkel).



Over er et eksempel på en kloss med tre ulike vinkler som kan være en støtte når man vil knekke plast.

Med den apparatur vi benytter, kan vi lage en knekk av gangen. I industriell målestokk kan man ha knekkbenker med flere varmetråder og slik lage flere knekker eller foldinger på en gang.

### 4.3.2 Vakuumforming

Denne formingsprosessen krever en form eller mal som må være laget på forhånd, derfor litt om den først.

**Formen.** Det kan være litt arbeidskrevende å lage en god form, men så kan man serieprodusere 100-vis, kanskje noe tusen produkter med den etterpå.

Et velegnet materiale til former er plater av finspon (MDF<sup>3</sup>), som fås i ulike tykkelser i vanlige trelastutsalgsalgs. Den kan limes sammen til større tykkelser om ønskelig og bearbeides på sløyden for hånd eller maskinelt. Den må ha en glatt finish etter pussing/sliping.

- Et par momenter bør man være oppmerksom på. En enkel "skolemaskin" tar former med en maksimumshøyde på 5 – 6 cm. Sjekk bruksanvisningen.
- Jo høyere form, jo mer vil plasten bli strukket og dermed bli tynn nederst. Hele plastplata kan ikke utnyttes. Som veiledning kan sies at av en plastplate på 21 cm x 32 cm som passer til maskinen, kan man lage former på opptil 15 cm x 22 cm.
- Et annet forhold er at formene må ha "slippfasong". Alle sideflater må skrå innover oppover, de må smalne oppover noen få vinkelgrader, 80 –85 grader. Dette er nødvendig for at man skal kunne få ut formen etter pressingen.
- Et tredje moment gjelder for former som har en konkav topp, hulrom nedover. Det må bores et par tynne hull i fordypningen(e) i formen for at luften skal kunne suges ned og plasten legge seg nedi. Med en søylebormaskin og støtt underlag kan man greie å bore hull på 1 – 1\_ mm. Fra undersiden kan man godt bore et grovere hull som ikke går helt gjennom. Et hull på 1 –1\_ mm vil ikke synes på det ferdige produktet. (Her kreves forsiktighet fordi så tynne bor brykker lett. )
- Et fjerde råd er å lage formen med et litt høyt "skjørt" – ca 1 cm høyere enn den skal være ferdig. Dette skjæres og slipes av under bearbeidingen til slutt.
- Et femte råd er å skjære ut hull som håndtak på undersiden av formen for lettere å ta ut formen etter pressingen.

*Læreren bør lage de første demonstrasjonsformene slik at elevene blir kjent med prosessen med vakuumforming og forstår hvilke krav formen må oppfylle. Dernest kan eleven selv lage sine egne former etter egen design.*

---

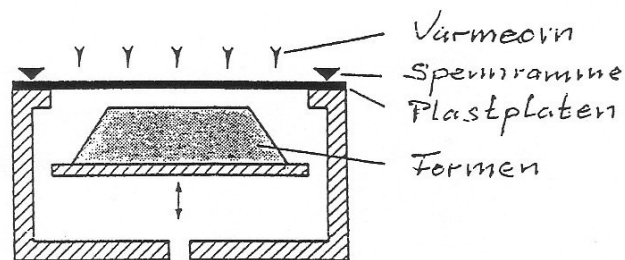
<sup>3</sup> Vanlig sponplater har for grove fibre.

## Vakuumformeren

En *vakuumformer* er i utgangspunkt en "gryte", som vi setter formen ned i. Formen settes på et lite innvendig bord som kan senkes ned i gryta med en senke/hevespak. Plastplaten er beskyttet med *en klar plastfilm og denne må tas av før man går videre*<sup>4</sup>. Man kan velge om man vil ha den blanke eller den matte siden av plastplata opp.

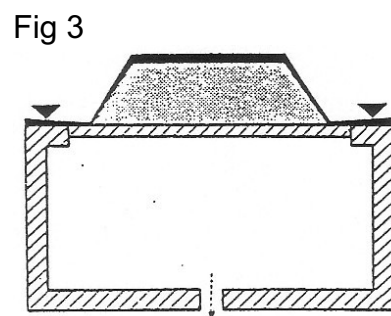
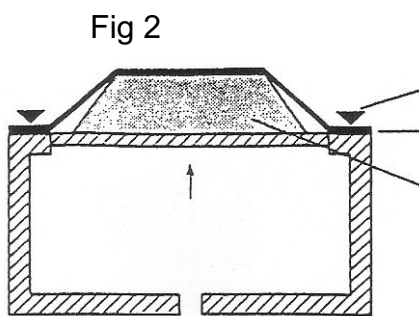
Plastplata legges som et lokk over gryten og spennes lufttettfast med en spennramme ved hjelp av klammerne. Stråleovnen trekkes så over plastplata lik en skuff. Under oppvarmingen er formen nede i gryta. Fig 1)

Fig 1



Etter 1 –3 minutter vil plastplata være passe varm. Dette krever litt erfaring før man finner den nøyaktige tiden. Varm nok henger plasten som en "hengekøye" ned i gryta (3-4 cm ned på midten). Man kan for et kort øyeblikk skyve ovnen fram og på plass igjen for inspeksjon, evt. kjenne på mykheten i plasten.

Så skyves ovnen tilbake. Det spennende øyeblikket er å heve bordet med formen opp i låst posisjon (Fig 2) og sette på vakuumpumpa. Den myke plasten folder seg da lekkert rundt formen



Når vakuumpumpen settes på vil den myke plasten suges inntil formen (Fig 3).. Eller annerledes uttrykt: Atmosfæretrykket utenfor vil presse plasten rundt formen. Råstøpen er klar.

Da kan man ta råstøpen ut av maskinen. Den er ennå såpass varm at elevene gjerne vil ha på seg hansker (tekstil eller skinn, ikke gummierte). Råstøpen med formen hengende inni slås mot bordkanten, slik at formen slipper ut av plastplata.

NB. Formen må ikke falle i gulvet. Kantene kan bli skadet.

<sup>4</sup>Er man uheldig kan denne filmen smelte seg fast på formen. Det er litt av en jobb å pusse den av igjen!

Formen kan brukes igjen med en gang i maskinen, mens råstøpen må bearbeides videre.

Først må emnet skjæres ut av råstøpen langs "skjørtekanten". Det kan gjøres raskest med linoleumskniv (krokformet blad). Hold råstøpen støtt mot bordet med kanten som skal skjæres litt utenfor. La knivbladet løpe utenfor bordkanten mens det skjæres.

Da kan også lages en form med rett høyde *inni* råstøpen. Denne kan tjene som linjal å skjære etter, med kniv eller baufil.

Til slutt gjenstår finishen, å pusse alle kanter glatte. Her egner smergelpapir - og metallfiler - seg best.

## 5 PLAST OG MILJØET - problemer og utfordringer

(For elev og lærer)

### 5.1 Historikk

#### 5.1.1 1950-tallet: negativ holdning til plastprodukter.

De første produktene av plast var billige og lite holdbare etterlikninger av gjenstander av tre og metall. Kvaliteten var dårlig, de gikk lett i stykker og ble negativt fokusert i pressen. Plast kom i vanry.

En grunn til dette var at tilgangen på råvarer de første 10 årene etter krigen var dårlig. Useriøse aktører brukte andre kvaliteter når de manglet riktig råvarer.

Slutten av dette tiåret ga etterhvert bedre og mer stabil tilgang på råvarer, prosessene ble forbedret og dermed også produktene.

Men de negative holdninger mot plast ble en hemsko for utviklingen ennå et par tiår.

**”Det er et under at plast som materialgruppe overlevde 50-tallet. Norge hadde knapphet på råvarer og industrien brukte polystyren til det meste – også til produkter der polystyren overhodet ikke burde vært brukt!”**

Ivar Salvesen i tidsskriftet *Plastforum*.

#### 5.1.2 1970-tallet: PVC-debatten.

PVC inneholder klor, og tungmetaller ble brukt som tilsetninger.

To dødsfall i industrien på grunn av en helt spesiell kreftform man mente skyldtes PVC, ga støtet til at myndighetene sjokksenket grensen på monomer<sup>1</sup> vinylklorid i industrilokalene fra 500 ppm<sup>2</sup> (= 0,05 %) til 1 ppm (0,0001 %). Industrien selv gikk videre og satte terskelen til 0,1 ppm (0,000 01 %). Norsk Hydro stengte sin gamle PVC-fabrikk og bygget ny.

#### 5.1.3 1980-tallet: Dioksindebatten og PVC.

Dioksiner er en gruppe miljøgifter som dannes som biprodukt ved enkelte industriprosesser og ved brenning av organiske stoffer som inneholder klor.

Det ble påstått at PVC avga dioksin. PVC-plast var tatt i bruk som emballasje for matvarer for å øke holdbarheten, fordi den holdt på fuktigheten i matvarene, samtidig med at den holdt holdt O<sub>2</sub> og smittestoffer ute.

Miljøorganisasjonene engasjerte seg. Den danske miljøvernministeren hevdet i 1987 at forbrenning av PVC ga store mengder dioksin. I 1989 ble det lagt fram en

<sup>1</sup> monomer. mono betyr en/ et ledd. Byggestenene til plast er monemere – før de kjedes sammen og blir polymere

<sup>2</sup> ppm = parts per million; milliontedeler

rapport som tilbakeviste påstandene. Greenpeace laget likevel en ny kampanje mot PVC som emballasje i matvarer i 1992.

Det var *kloret* i PVC som kunne danne dioksin ved forbrenning. Men andre klorkilder har et større ansvar for denne prosessen. F.eks. koksalt – NaCl – inneholder store mengder klor og følger med i husholdningsavfallet.

Men bruken av PVC som emballasje for mat ble redusert, selv om for eksempel Tine hevdet at PVC ga den beste emballasjen.

**5.1.4 I 1995 Østrogene effekter – hormonhermere:** Greenpeace aksjonerte i flere land med at PVC hadde *østrogene effekter* og var *hormonhermere*. Det var nok tilsetningsstoffer (additiver) og myknere som hadde skylden. Det kom strenge krav til tilsetningsstoffene i plast. Man fant da fram til nye – godkjente – tilsetninger. Man har dessuten erstattet PVC med andre plastkvaliteter på en del områder. Dette ser ut til å være situasjonen omkring 2000.

#### **5.1.5 1970 –2000: Styrenplast og miljøet.**

Problemer med styren har vært mindre påaktet i mediene, men industrien selv har skjerpet kravene til utslipp. På 1970 – 80-tallet ble terskel for utslipp i industrilokalene senket fra 40 til 25 til 10 ppm). Produksjonen i dag foregår i lukkede systemer.

#### **5.1.6 Ozon og plast.**

KFK-gasser har skylden for å skade ozonlaget og dermed øke drivhuseffekten. Vi husker at debatten gikk høyt om KFK som drivgasser i sprayflasker. KFK ble brukt også i plastindustrien til å skumme opp PUR (polyuretan) til skumgummi, etc.

KFK ble forbudt temmelig omgående. Nye midler er funnet som erstatning.

#### **5.1.7 Om ftalater i myk plast.**

Bruken av ftalater er hovedsakelig som mykner i plast, særlig PVC. Myke plastleker kan inneholde over 50 prosent ftalater. Ftalatenes er mistenkt for å ha [hormonforstyrrende](#) effekter. Enkelte av stoffene er klassifisert som reproduksjonsskadelige og miljøskadelige. Ftalater brukes vesentlig som mykgjørere i plast, og de finnes i mange produkter som vi omgås daglig. Det er derfor mulig at ftalatenes har uheldig virkning på mennesker og miljø. I januar 2000 ble ftalater i myk plast forbudt i lekesaker for barn under tre år av Statens Forurensingstilsyn. (<http://www.sft.no>)

## 5.2 Plast og gjenvinning.

Få var opptatt av miljøvern og gjenvinning omkring 1970, men denne tenkningen kom for alvor på 90-tallet. Men alt i 1970 og igjen i 1973 holdt Norsk Plastforening en konferanse om temaet. En oppsummering var: "Det fins ikke et avfallsproblem det ikke fins en teknologisk løsning på."

Nye begreper ble vanlige:

- livsløpsanalyser
- materialgjenvinning
- kildesortering
- energigjenvinning

I 1991 kom en lov i Tyskland: 64 % av plastavfall skulle gjenvinnes. I første omgang førte dette til svære avfallsberg, inntil ny teknologi ble utviklet.

For Norge ble 1995 et merkeår ved at Stortinget i statsbudsjettet foreslo en miljøavgift på 1 kr pr emballasjeeinheit for plast. Forslaget falt, men PIL (prosessindustrien) gikk sammen med Miljødepartementet om en avtale om 80 % gjenvinning (30 % materialgjenvinning og 50 % energigjenvinning).

Plastretur AS, materialgjenvinnings\_selskapet for plast, er gitt ansvaret for å utvikle og organisere innsamling og gjenvinning for å nå målene i avtalen. Returordningene finansieres gjennom et vederlag som betales av bedrifter som bruker plastemballasje. I 2001 ble 86 % gjenvunnet (21 % til nye plastprodukter og 65 % til energi). Det brukes om lag 107 000 tonn plastemballasje i Norge pr år.

*Plastretur* er opprettet for å gjennomføre tiltakene, stå for informasjon og holdningsskapende arbeid. En rekke bedrifter – deriblant noen av de største produsentene – ble startet og tar seg av den praktiske gjennomføringen.

(Pressemelding 02.07.02)

Gjenvinning av plast i %, vesteuropeiske land, år 2000..

<b>Land</b>	<b>Total , %</b>	<b>Energi</b>	<b>Material</b>
Danmark	85	-	-
Sverige	79	17	62
Norge	78	59	19
Nederland	73	17	56
Tyskland	70	51	19
Østerrike	66	35	31
Belgia	55	21	34
Frankrike	49	-	-

*Moderne Produksjon, nr 2, 2002*



### 5.2.1 Om resirkulering av plast

I prinsippet kan alt avfall kildesorteres, også plast. Dette forutsetter en effektiv sortering av husholdningene og næringslivet. Innsamling og sortering må være godt organisert for at kildesortering skal være lønnsom. Det er den foreløpig kun i deler av landbruket og industrien. Matemballasje som plastposer, plastbegere, osv. blir for kostbart å kildesortere foreløpig.

Her er det antakelig ikke nok å satse på markedskreftene. Folk begynner ikke å sortere sitt søppel selv uten å bli pålagt det og uten systemer som tar hånd om det. Derfor må politikerne på banen med nødvendige bestemmelser for kommuner og husholdninger for en effektiv ordning.

### 5.2.2 Gjenvinning av råmaterialet, kildesortering

Her samles plastmaterialer sammen og sorteres fra annen søppel. Termoplast smeltes og kan brukes som råmateriale for nye produkter. Eksempler på slike produkter er bærepåsar, fleeceklær, mm.

Gjenvinning av plast på denne måten krever langt mindre energi enn gjenvinning av f.eks. metaller som kunne tenkes å erstatte plasten. Det kreves store energimengder for å gjenvinne metaller, bl.a. på grunn av metallenes svært høye smeltetemperaturer. Her har altså plasten et fortrinn.

Man er ennå ikke kommet særlig langt med denne kildesorteringen her til lands. Når bedrifter imidlertid gjør erfaring med at det kan være lønnsomt, vil nok mange gå inn for dette.

**Men teknologien er utviklet. SINTEF\* her hjemme har utviklet et system for å skille ulike plastkvaliteter fra hverandre i stor målestokk. Dette er tatt i bruk alt i 2001 i sorteringsanlegg både i Tyskland og i Italia. Helautomatiske anlegg sorterer ulike plastkvaliteter og ulike farger fra hverandre. Det baserer seg på en skanner som arbeider i det infrarøde området. Denne teknologien er ennå ikke aktuell i Norge fordi innsamlingen ikke er effektiv nok her. (konf. Plastretur AS). Her synes å mangle tilstrekkelig politisk vilje, iflg. SINTEF\*. (Se netthenvising bak) (\*Selskapet for industriell og teknisk forskning ved de teknisk-naturvitenskapelige forskningsmiljøene i Trondheim)**

### 5.2.3 Gjenvinning av energi, forbrenning

Ikke alt plastmateriale kan kildesorteres, fordi den er skitten eller ikke kan skilles fra annet avfall. Som vi også har sett, kan heller ikke herdeplast materialgjenvinnes. Det kan forbrennes sammen med annen søppel slik at energien gjenvinnes som varme. Plast har en svært høy brennverdi og det er derfor direkte ønskelig med en viss andel plast for å sikre en fullstendig forbrenning. *Samme vekt plast gir nesten tre ganger så mye energi som brunkull og nesten 30 % mer energi enn dieselolje.* Varmen kan brukes til fjernvarmeanlegg eller til produksjon av elektrisitet i varmekraftverk. Plast kan bidra til at andre ressurser kan spares.

## 6 Forundersøkelser av plastprodukt.

(For elev og lærer)

### 6.1 Områder for undring og utforskning

**Til læreren:** Følgende er forslag til introduksjon av teamet *plast*. Her kan man velge en eller flere tilnærminger, f.eks. fordele emner mellom grupper i klassen. Det må tilpasses den enkelte skole, klasse og trinn.

#### 6.1.1 Matvarer og innpakning – før og nå.

Hvordan var matvarer pakket inn i butikken før plasten kom? Hvordan var varene oppbevart og utstilt på hyllene?  
Foreldre, besteforeldre eller andre som har levet en stund kan bli spurt hvordan disse forholdene var ”i gode gamle dager”. Eller kanskje et besøk på Folkemuseet kan gi svar.

*Før* kom tørrvarer som mel og sukker i sekker som stod bak disken. Kjøpmannen brukte en vekt hvor han kunne veie opp 1kg farin, 2 kg hvetemel, osv. i en pose av gråpapir.

Melk kom i 30-50 liters spann. Kundene hadde også med seg spann hvor de fikk fylt opp de literne de skulle ha. Senere kom melkeflasker, først klare, så kom brune flasker som beskyttet bedre mot sollys og ga bedre holdbarhet.

Ellers var papir- og pappemballasje vanlig. Flytende varer var på glassflasker eller syltet på glass. Hermetisering på glass eller i blikkbokser. Og kundene hadde med seg handleveske eller bærenett for å få med seg varene hjem.

Hvordan var holdbarheten av maten i gamle dager? Hygienen?

*I dag* er mange ferskvarer pakket i lufttett plastemballasje. Kaffe holder slik bedre på aromaen. Pøsepålegg, baconskiver, etc. får betydelig forlenget holdbarhet. Melkepappen er forsynt med et plastbelegg for å være tett. Osv. osv.

Hvis vi i dag skulle slutte å bruke plast som emballasje, hvilke materialer skulle da erstatte den? Hvilke ressurser ville kreves, hvilken energi skulle velges til framstilling og gjenvinning, hva ville virkning på miljø bli, osv.

Man regner med opptil 40 % svinn av matvarer om man skulle gått tilbake til de gamle metodene.

Dette kan være et utgangspunkt for diskusjon i klassen.

#### 6.1.2 Håndtering av husholdningsavfall.

Hvordan håndterte man søppel og avfall fra en vanlig husholdning i ”gode gamle dager”? I familier i bygårder og i familier som bodde i hus?

*I gamle dager* ble husholdningsavfall pakket inn i avispapir og tømt i søppelkassa nede på gårdsplassen eller ute ved veien. Vått og tørt søppel om hverandre kunne lukte forferdelig råttent og surt en varm sommerdag.

Søppeldunkene tiltrakk seg insekter - og verre – rotter, utette som de var. Rotteplagen var vanlig for noen generasjoner siden, og de førte mye smitte og sykdom med seg.

*I dag* pakker vel de fleste husholdningsavfall i plastposer som legges i en plastbeholder som er tett, om ikke helt tett for insekter, så er de det for rottene.

Flere og flere kommuner har innført kildesortering og resirkulering av søppel. I mange kommuner har husholdninger tre søppelkasser for kildesortering. I Oslo har man ikke innført de 3 søppeldunkene, men forbrukerne kan levere inn papir, glass, metall og spesialavfall ved miljøstasjoner.

### 6.1.3 Morgenrutinene...

Om morgen vekkes du av vekkerklokka (av plast?). Du putter en CD (av plast?) inn i CD-spilleren (av plast?) ... Du går i dusjen og tar en dusj, hva er hånddusjen og slangen laget av? (Plast?).

Du tar på deg nylonstrømpene, fleeecegenseren, (av plastfiber!), joggesko med plast(!)såler, osv.

På kjøkkenet setter du på vannvarmeren eller kaffemaskinen (av plast?) ... finner fram en yogurt (i plastbeger med plastskje?).

Du tar brødet ut av plast(!)posen, fra kjøleskapet tar du ut smør (i plast eske?), pøsepålegg (i plastfolie?), osv.

Et glass melk hører med til frokosten, melkepappen har en plastfolie (!).

Vi setter frokosten på et (plast?)brett og setter oss på terrassen – i en plaststol (?) Osv, osv.

- Lag evt. en historie selv, tilpass den til klassen din. Poenget er å henlede oppmerksomheten på hvor avhengig vi er blitt av plasten – kanskje uten å tenke særlig over det.
- Ta for deg ett for ett av plastproduktene i fortellingen og be elevene foreslå andre materialer som kunne vært brukt i stedet for plast. Kravet du må stille til dette alternative materialet er at det er *billigere* og *mer miljøvennlig samtidig som den emballerer varen bedre*.

### 6.1.4 En PC eller mobiltelefon uten plast?

- Hva er chassiet, tastaturet, osv. laget av? Tastatur med treknotter?
- Eller CD-ene? Ville finerplater kunne erstatte dem?

Still spørsmål om plast på sykkelen, bilen, TV-apparatet, stereoanlegget, .... Siktemålet er å se hvor avhengige vi er blitt av plasten! Da er det vår oppgave i skolen å bidra til sunne holdninger og miljøbevissthet når det gjelder bruk og kassering.

## 6.2 Er gjenbruk av plast mulig?

Videoen fra *Plastretur as* anbefales som start på en ressursdiskusjon (se litt.lista).

Undersøk plastprodukter hjemme, det kan være på rommet ditt, i stua, på sykkelen din, på klærne dine, i kjøleskapet, osv

- Hva slags produkter? Hva slags plast?  
Se etter plastmerkingen (se kap 4.1).
- Hvilken produksjonsmetode er de laget med, tror du? (kap. 4.2)
- Egner produktet seg til kildesortering - Gjenbruk av materiale eller bare energigjenvinning?

## 6.3 Produkt- og designundersøkelser.

Husk at selv en plastboks og en kulepenn har vært gjennom en lang prosess av produktutvikling før de har fått den endelige formen.

- Funksjon*: Har produktet en god funksjon? Er det robust og kraftig nok laget for den bruk det er tiltenkt? Hvordan er holdbarheten?

Hvis det er et kjøkkenprodukt: Er det *hygienisk*? Lett å gjøre rent? Kan det gå i oppvaskmaskin?

- Materiale*: Hvordan er plastkvaliteten som er brukt? Sprø eller myk plast, tåler den slag eller å falle i gulvet? Tåler den varmen i en stekepanne?
- Ergonomi*: Er produktet lett å håndtere? Ligger det godt i hånden, evt. også for en leddgiktpasient? Kan barn håndtere det? Er det tungt eller lett?
- Design*: Har den en tiltalende fasong? Form og farge som passer til funksjonen og framhever den?

## 6.4 Museer.

**6.4.1 Kunstindustrimuseet i Oslo** har en egen avdeling for plast. Her kan man studere industridesign på sitt beste. - med en utstilling av plastprodukter, slik som slalåmstøvel, telefonapparater, osv. (Nettadresse bakerst i heftet)

**6.4.2 Norsk Teknisk Museum** i Oslo har en egen utstilling om plast som heter *Plast i det moderne Norge*. Plastutstillingen viser ulike produkter som forbruksgjenstander, møbler, bil, båt osv.

Begge museer tar i mot skoleklasser med omvising etter avtale.

(Nettadresse bakerst i heftet)

**6.4.3 Polimoon**, tidligere DYNO, i Stjørdal har et eget, lite museum med visning av produkter fra da bedriften ble opprettet på 1950-tallet og fram til i dag.

### **6.5 Internettsøking.**

Det er mange adresser med lenker for videresøking hvor man kan belyse mange sider ved plast. Ulike problemstillinger kan gjøres til gjenstand for søking: Produksjon, design, ressursgjenvinning, miljøvern, museer.

En del aktuelle nettadresser er å finne bak i heftet.

### **6.6 Besøk en plastfabrikk. Partnerskap skole - bedrift**

Alle elever ved Hovseter skole besøker i tur og orden *Unica A/S*, som skolen har Partnerskapsavtale med (konf. NHO). Der får elevene oppleve at det lages koffertor mm. på samme måte som det lages matbokser ved vakuumforming på skolen. Likeså får de se at holdere til reklameplakater o.l. knekkes slik bokstøtter lages i skolesammenheng.

Elevene får se modellsnekker og fagarbeidere i aksjon, de får høre om kunder, inntjening og fortjeneste osv. Dette kan gi ideer til senere valg av utdanning og yrke.

Dette bidrar til at undervisningen kan komme nærmere den virkelighet skolen tross alt skal kvalifisere elevene til, nemlig arbeidslivet.

Andre TiS-skoler har også Partnerskapsavtaler med lokale plastbedrifter.

Er det en aktuell plastbedrift i ditt lokalmiljø?

### **6.7 Elevbedrift – entreprenørskap.**

En nyere undervisningsmetode er elevbedrift – eller entreprenørskap. Klassen eller en gruppe av elever har en forretningsidé, et produkt de kan produsere og selge. Elevene søker og får rollene som direktør, økonomiansvarlig, markedsførere, produksjonsarbeidere, osv. Derved får de en direkte opplevelse av hva det vil si å drive en bedrift, håndtere kunder, foruten utgifter og inntekter.

Et eksempel fra Ruseløkka skole i Oslo som har produsert penneholdere er referert under kapittel 7.3

Ene annen ide kan være produksjon av bokstøtter (se kap. 7.1)

Er elevbedrift som produserer en plastartikkel noe for din klasse eller gruppe?

Når det gjelder *Partnerskap bedrift skole* og *Elevbedrifter* er det hjelp å få fra NHO i ditt eget fylke.

## 7 Prosjekter med knekking av plast

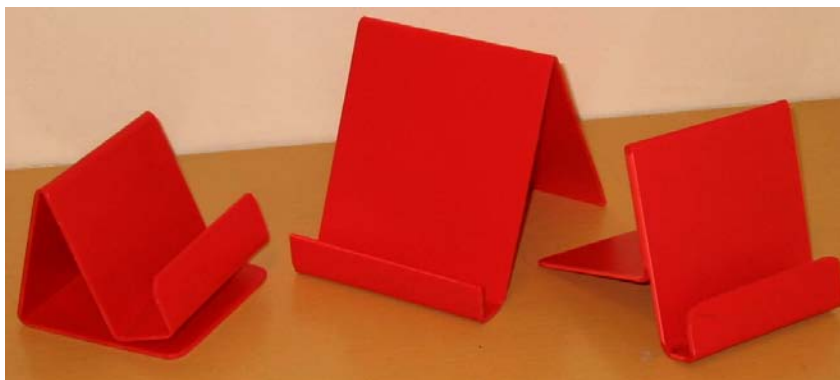
(For elev og lærer)

Knekkingsposessen er beskrevet i kapittel 4.3.1.

### 7.1 Startprosjekt: Knekking av bokstøtte.

Denne oppgave kan brukes som en kort introduksjon til knekking av plast for alle elevene på trinnet. De må kjenne og skjønne prosessen før de kan bruke den videre kreativt til egne produkter.

Først lager elevene hver sin skisse, så prøver de den ut som papirmal, før de får lage den i plast



Forskjellig design av bokstøtter elever har bidratt med.

Når elevene har skjønnet og har fått litt erfaring med hva disse prosessene går ut på, kan de gå videre og designe og lage sine egne gjenstander i plast.

### 7.2 Arbeidsgangen

#### Arbeidstegning.

- Idemyldring: Bruk 5 minutter til å lage tre ulike ideer til noe eleven(e) vil lage av plast. Å *tegne* er en måte å *tenke* på og samtidig en måte å vise andre hva man tenker.
- Velg en av ideene og tegn en mer nøyaktig tegning, gjerne 3-dimensjonalt. *Her kan man også ta i bruk tegneprogram på PC, for eksempel PAINT.* (Alle tegnede figurer i dette hefte er tegnet i PAINT).
- Lag også en mer nøyaktig arbeidstegning hvor du setter på målene du vil bruke, riktige vinkler, osv. Skal det brukes knekking, må det tegnes en utbrettet tegning og vises med stiplet linje hvor plasten skal knekkes.

### Selve formingsprosessen.

- Lag en *mal* i papir eller tynn papp i full målestokk og brett den og sjekk at den fungerer, at lengder og vinkler passer, osv. Ellers må det justeres til!
- Så kan malen legges på plastplata og målene overføres til plasten. Rette linjer kan skjæres tvers over hele plata med en skarp stanleykniv, og platen kan da brytes over en bordkant. Plasten kan også sages ut med en metallsag (for eksempel baufil), eller helst en elektrisk kontursag (profilsag).
- All finish må gjøres *før* knekking.  
For å rette opp sårkanten etter kniven eller saga, bør brukes metallfil først, så grov smergel, deretter fin smergel og til slutt et stykke tavlekritt. Da vil man kunne få en fin og polert kant.  
Et ark smergelpapir limt på en finérplate er et godt hjelpemiddel.
- Linjer opp der knekkene skal være og gjør det på riktig side av plastemnet ditt. Husk at du alltid skal bøye *oppover*. For undersiden som er nærmest varmetråden blir mest varm og tåler derfor best å bli strukket. Kan hende må noen knekklinjer tegnes på undersida også.
- Planlegg knekkingen: Hvilken rekkefølge må knekkene tas i? Man kan risikere underveis med knekkingene at du ikke kommer til å få lagt neste knekk på varmetråden på ovnen. I så fall må man varme opp på den "gale" siden, dvs å måtte knekke *nedover* i forhold til varmetråden) – men sørg da for at den er skikkelig gjennommyk, før knekking.
- Selve knekkingen: Legg plastemnet nøyaktig med streken over varmetråden. La den ligge til den er passe myk til å brette (1 –2 minutter). Husk å brette oppover.
- Ta så platen bort fra knekkeapparatet og bøy den til riktig vinkel og hold den i ro til den blir stiv igjen. (Se kap. 4.3.1)  
En kloss skåret til med rett vinkel, skåret til på forhånd, kan være et godt hjelpemiddel (se nedenfor).
- Arbeidsbok eller presentasjonsmappe: Tegninger, overskrifter, logg (hvordan tiden er brukt; fordeling av arbeidet innen gruppa).
- *Man kan gå videre med PC-tegningen å lage en reklameplakat. Dette kan videre inngå som en del av elevbedrift der man produserer og selger plastgjenstander.*
- Utstilling av plastproduktene og arbeidsbøkene.

### 7.3 Design av en pøseklype eller salatklype

#### Research / undersøkelse av eksisterende pøseklyper.

Hvor tykk er ei pølse? Varierer tykkelsen mellom ulike typer pølser?

*Pøseklypa:* Ta med pøseklype hjemmefra.

Hvordan er funksjonen? Fjæring? Pølsegrepet? Åpning?

Hva slags materialer?

Tåler materialet varmen i en pøsekjele?

#### Ideutvikling.

Vi skal lage pøseklypa av plast.

Hva slags fasong skal den ha for å gi ønsket funksjon?

Hvor stor må den være? Lengde og bredde?

Skal vi ta med tilleggsfunksjoner? Kunne henge på veggen? ...

#### Ressurser.

Plast, PS (PolyStyren).

Tykkelse 2 - 4 mm, ulike farger.

Knekkeapparat. Varmluftpistol. Håndverktøy til bearbeiding.

#### Kravspesifikasjon.

Lag en liste med krav som *din* pøseklype skal oppfylle.

Ta utgangspunkt i ideene fra punktene foran.

#### Tegninger med utvikling av

3D-tegning, arbeidstegning i målestokk og oppgitt med mål.

#### Lag en mal i papir eller tynn papp.

Sjekk om den tilfredsstillende kravene du har stilt.

Må noen krav endres/tilpasses?

#### Produksjon.

Du skjærer ut emnet du skal bruke.

Gjør unna finishen/finarbeidet.

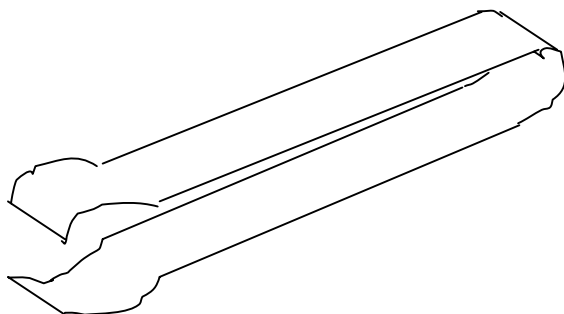
Bruk knekkapparatet, varmluftpistol til slutt.

#### Vurdering.

Elevene presenterer arbeidsboka og produktet og vurderer resultatet sammen med klassen og læreren

Hvor god er pøseklypa? Lett å bruke? Samsvar med tegningene?

#### Avslutning: Testing og pøsefest på teknologirrommet.





## 7.4 Flere ideer

Følgende to ideer har vi fått lov å kopiere fra Ruseløkka skole i Oslo, også TiS-skole. De er gode eksempler på hvordan matematikk – geometri med konstruksjon og beregninger - må til for å utforme et nyttig produkt.

I den første er teknologiprojektet satt inn i en ramme med elevbedrift – med fullt salgsopplegg og etterhvert gode inntekter til skolen.

### 7.4.1 Sierpinskis blyantholder

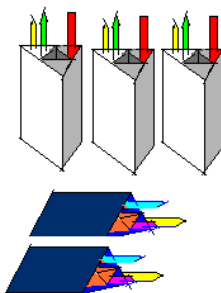
**Produsert av teknologisk avdeling i elevbedriften Creative Hands mars 2002 av elever i 8 a, 8 b og 8 c på Ruseløkka skole.**

#### Produktinformasjon:

*Produktet er laget av polystyren, og kan vaskes i maskin. Blyantholderen er delt inn i mindre avdelinger slik at du kan holde ulike skriveredskaper fra hverandre.*

*Blyantholderen kan brukes stående eller liggende. Flere kan settes sammen i ulike geometriske mønstre for den som har mange skrivesaker å holde rede på.*

*Produktet lages ved å skjære til plast i tre nøye tilpassede deler - yttervegg, innervegg og bunn. Deretter slipes kanter og ujevnheter. Til knekkingen kan brukes en likesidet trekant i riktig størrelse på en papplate der vinklene er konstruert lik 60 grader. Delene limes så sammen med minst mulig limsøl. Til slutt blir hver enkelt blyantholder hånddekorert av kvalifiserte medarbeidere.*



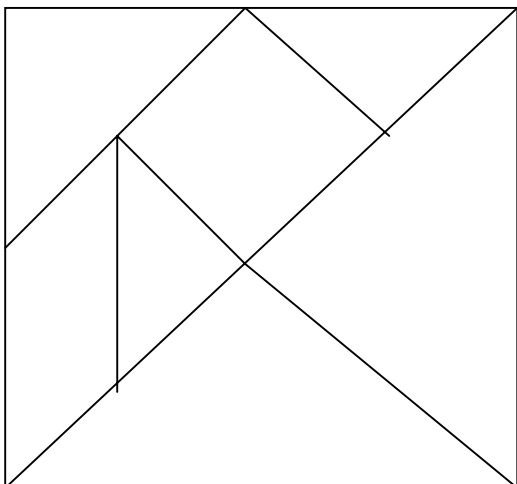
### 7.4.2 Tangram.

Tangrammet er et gammelt kinesisk puslespill. Det kan lages av plastkapp og blir flott! Men arbeidet krever stor nøyaktighet og tålmodighet...

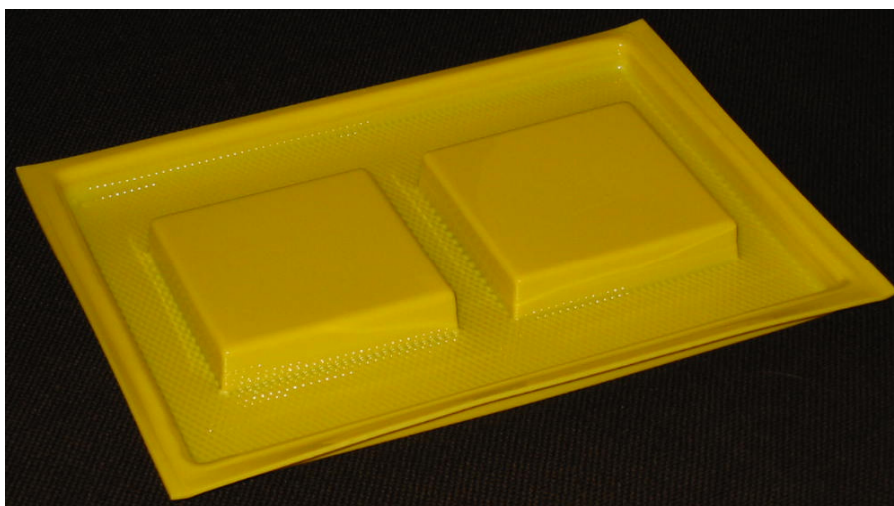
Målgruppe: Elever og (ivrige) lærere.

Pris: 10 kr per stykk.

Slik ser tangrammet ut. I tillegg kommer bunnen i puslespillet og en tynn pålimt ramme i kontrastfarge. Alt kan legges i en plastpose med en kort introduksjon og passende oppgaver.



Prosjektet kan føres videre ved at man lager en fin eske til dette puslespillet. Esken kan enklest knekkes i plast. Det kan også lages enda finere med vakumforming. Bunnen kan man innvendig forsyne med tynn moseplast, slik at brikkene blir lette å ta ut. I lokket kan elevene prege inn sin egen logo, slik som er gjort på matboksen i kap. 8.1.



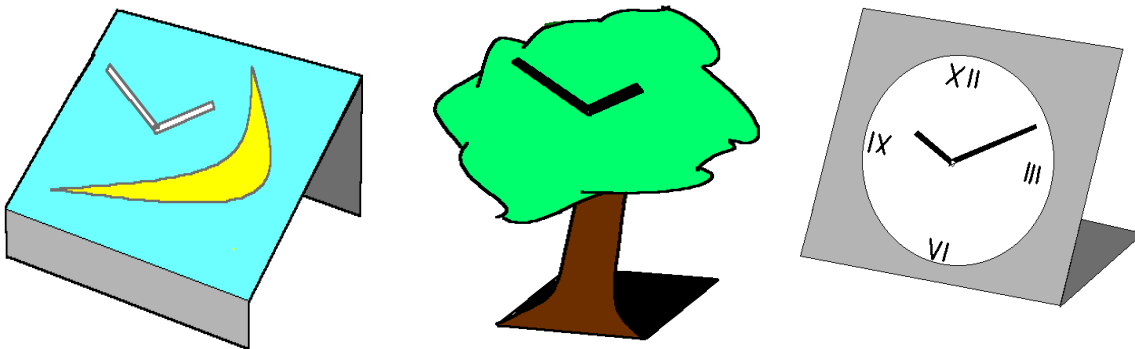
Råstøpen av eske til tangram rett fra vakumformeren før den er skåret ut.

### 7.4.3 Ur.

Dette er en god designoppgave, men urverk og visere faller litt dyrt. (elevbetaling?) Her blir designen det vesentlige. Bord- eller veggur? Elevene kan lage dekor i plast i andre farger og lime på urskiven. Hva med å lime på en CD-plate som urskive?

Urhuset kan i knekkes plast.

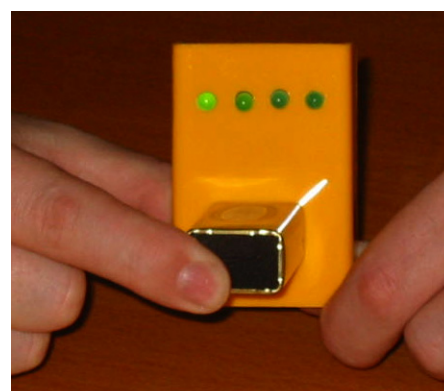
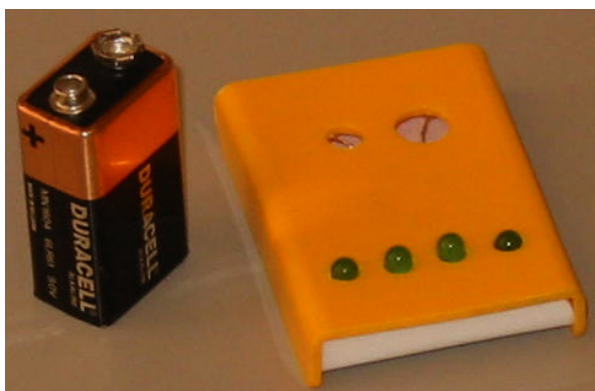
Montering av urverket krever bare et hull i plasten og festes med en mutter. Viserne presses på akslingene.



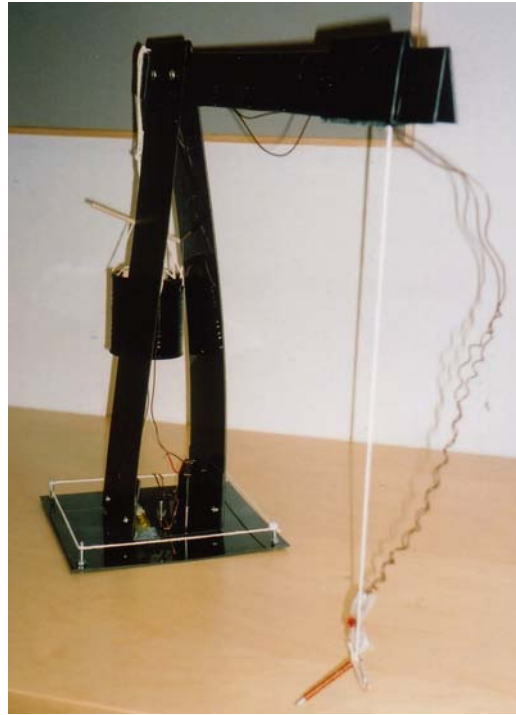
### 7.4.4 Andre ideer



Bilderamme, fjernkontrollholder, mobilholder, kaffefilterholder.



Batteritester med lysdioder (Se heftet Elegant Elektronikk, Rolf Ingebrigtsen)



Kraner bygget ved å knekke plast. Til kroken er festet en elektromagnet, spiker surret med ledning, en strømspole. (fra Rosenborg skole)

## 8 Prosjekter med vakuumforming.

(For elev og lærer)

Se kap 4.4.2 hvor virkemåten er forklart. Her følger et forslag til en pedagogisk tilnærming.

### 8.1 Startprosjekt. Matboks

Vakuumforming vil være et nytt medium for elevene. Før de kan bli kreative innen forming av plast på denne måten, må de ha noe erfaring med prosessen. Prosessen kan være krevende, det er mange forhold å ta hensyn til underveis, både med tillaging av formen og selve utpressingen.

**Vi har erfaring for at det er lurt å la elevene få lage et produkt med en foreliggende form. Ved Hovseter lager elevene en liten matboks av former som lærerne har laget. Dette sikrer et godt resultat og en god erfaring for elevene.**



Former til matboksen laget av finsponplater (MDF). Formene har vært brukt til mer enn 400 bokser – og bærer litt preg av slitasje.



Bunn og lokket til matboksen. Elevens bumerke er preget inn i lokket

Matboksen er ikke større enn at både lokk og bunn får plass på én støping, - noe vi har gjort for å spare både tid og materialer.

Det individuelle og personlige lar vi komme til uttrykk ved at elevene får lage en logo – eller et bumerke - i bølgepapp (ca 5 mm tykkelse; 5x5 cm<sup>2</sup>). Den legges oppå lokkformen under støpingen og vil i prosessen avtegne seg fint i lokket. For øvrig kan elevene velge farge selv – eller to elever velger hver sine farger og bytter lokk og bunn og får en tofarget matboks!

## 8.2 Ulike blyantholdere

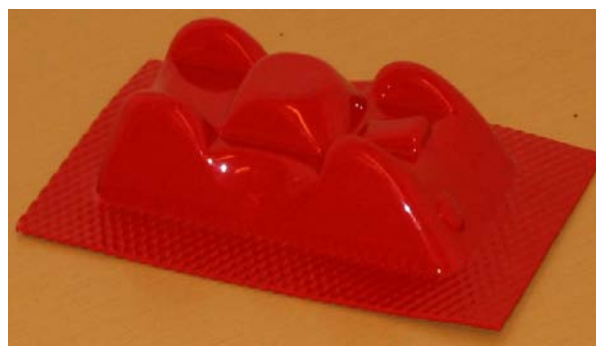
Med denne førsteerfaringen, kan de begynne å lage selvvalgte produkter. De vil ha forståelsen for at formen må ha slippvinkler og være pusset glatt. Det blir da fullt opplegg med ide, designutvikling, ... fram til det endelige produkt – til slutt presentert som produkt og mappe.



Blyantrau og blyantholder m/bindershylle.

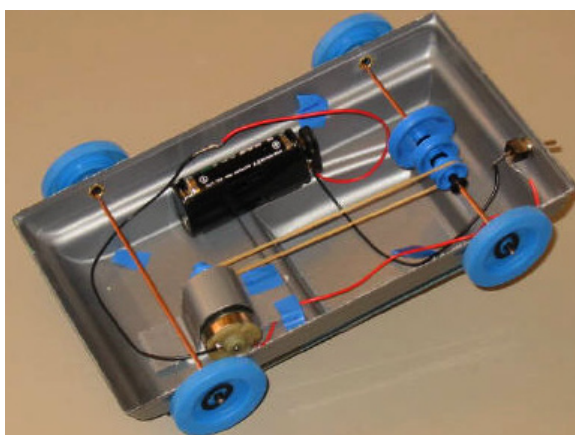
## 8.3 Andre ideer.

Vakuumforming kan med fordel utvides med andre deler av teknologien til sammensatte prosjekter. Nedenfor er avbildet prosjekter hvor elektromotor inngår på ulike måter.



Luftputefartøy og karosseriet til en racerbil før utskjæring.

Racerbilene under er presset ut med vakuumforming. Bilen til venstre har en støffanger som kan utløse vippebryteren. Når bilen frontkolliderer stanser den! Bilen til høyre er drevet med propell.



Her vises den elektriske kretsen med motor, batteri og bryter, sett undenfra. Det vises også hvordan en enkel girboks kan bygges. Kraftoverføringen skjer med en strikk over noen remskiver av ulik størrelse på drivakselen. Ved å skifte til en annen remskive, skifter man gir.

- Hva er utvekslingsforholdet? (mål diameterne på remskiven og regn ut forholdet.) En fin matematikkoppgave.

---

På neste side følger en trinn-for-trinn framgangsmåte med vakuumformeren. Den har såpass mange punkter at den bør være slått opp på veggen over maskinen.

## 8.4 Vakuumpressing av plast . Matboks.

Oppslag ved vakumformeren

### **Ovnen i maskinen trenger oppvarmingstid før den er klar til bruk, - ca. 1/2 time.**

1. *Fjern plastfilmen fra plastplata*  
(Filmen *ned* kan smelte seg fast i formen og ødelegge den.)
2. Legg formen på midten i gryta (symmetri) – med "luft" rundt på alle sider
3. Legg evt. ferdig klippet monogram/symbol på lokket
4. Senk formen ROLIG ned med heve/senkearmen på venstre side
5. Legg på plastplaten nøyaktig over gummilisten rundt "gryta"
6. Fell ned festerammen og spenn den fast med de to klemmene
7. Trekk den røde ovnen fram over plastplaten. Pass nøye på klokken, 1 \_ opptil 2 min.
8. Rød ovn tilbake. Platen er da varmet og henger et par cm ned på midten.
9. Venstre arm opp igjen til *låst* stilling: Formens konturer synlig under den myke platen.
10. Med en gang: Vakuumpumpe på ON, sugepumpa starter
11. OFF når platen er blitt sugd fint inntil formen.
12. Knappen lengst til høyre "vac blow" trykkes inn, da skal det høres et "pust" ut.
13. **Ferdig i maskinen!** Spenn løs festerammen

14. Hold *under* treformen/platen mens du slår formen ut av platen mot kanten av bordet,  
(Formen kan ødelegges dersom den faller i gulvet.)

*Når formen brukes igjen og igjen, kan den bli litt varm. Da må den få avkjøle seg litt.*

*Det er fint å kunne alternere med ulike former*

#### Etterarbeid

15. Plastoverskuddet skjæres fra råstøpen med linoleumskniv. Kniven holdes nesten loddrett. Kan finklippes med kraftig saks eller skjæres med kniv.

16. Puss kantene med metallfil og til slutt med smergel.

*Får du bruke slipemaskinen av læreren, må du huske beskyttelsesbriller.*

17. Monogrammet kan pirkes ut, men helst ikke med kniv som kan lage riper i platen.  
(Vent heller til du kommer hjem: Legg den i bløt i litt lunkent oppvaskvann.)



## 9 FAKTARUTER, litt av hvert

### MODERNE BILER

- består av 1700 deler av plast,
- eller ca 1/3 av delene er av plast.
- dyrere biler har flere plastdeler enn billige biler

Dette gir mindre rust og lenger holdbarhet, billigere produksjon, lavere vekt som gir lavere drivstofforbruk, ... (kilde: PIF)

### PLASTFLASKER KONTRA GLASSFLASKER (målt i vekt)

- for glassflasker: 43 % emballasje 57 % produkt
- for plastflasker: 7 % emballasje 93 % produkt

Dette betyr at skulle du frakte brus på plastflasker som fyller en lastebil, trenger du nesten to lastebiler for å frakte samme brusmengde på glassflasker. Hva ville dette bety for veitrafikken, miljø, pris?

(kilde: PIF)

### PAPIRPOSE ELLER PLASTPOSE ?

Papirindustrien arrangerte en stor kampanje for bæreposer av papir på 90-tallet. Plastindustrien satte i gang uavhengige sammenlikninger (STI, Statoil, Norfolier, Peterson). Det ble laget et mer fullstendig miljø- og energiregnskap som overraskende og klart gikk i favør av plastposen, noe tabellen viser:

Tabell. Framstilling av bæreposer av plast og papir med samme nyttevolum:

	plastposer	papirposer
energi	1	1,53
utslipp til luft	1	10
utslipp til vann	1	50
lagerplass	1	5
pris	1	2

(kilde: PIF)

### ATLE SKÅRDAL og alpinistene

har resirkulerte plastfiber fra innerst til ytterst i sin bekledning, foruten støvler, hjelm, ski og staver i plast.

(kilde: PIF)

#### **50 FLASKER BLIR ÉN GENSER**

Skal du på tur i sommer, kan det være du pakker utstyret ditt i en sekk av gjenvunnet plast. Både sitteunderlag, termoser og drikkeflasker kan produseres av resirkulert plastmateriale – for ikke å snakke om fleeecegenseren som gjerne er med i tilfelle værromslag. Det populære fleecestoffet som brukes i alle tenkelige plagg, kan fremstilles av nær 90 prosent gjenvunnet plast. Råstoffet polyetylenetereftalat (PET) hentes fra engangsemballasje som vann-, saft- og klare vaskemiddelflasker. Det går med 50 litersflasker til produksjon av en fleeecegenser.  
(<http://www.plastretur.no>)

#### **ISBOKSER OG KETSJUPFLASKER**

gjenvinnes til rørsystem for beskyttelse av høgspenkabler.  
(<http://www.pipilife.com>)

#### **AUTOMATISK SORTERING AV PLAST**

Ny norsk teknologi bak automatisk sortering av plastmateriale i Tyskland og Italia.

(<http://www.plastretur.no>)

#### **HAR DU BRUKKET ARMEN ELLER HÅNDA NOEN GANG?**

I stedet for gips bruker man i dag flere steder termoplast til å spjelke og støtte bruddet. Det er utviklet plastkvaliteter som blir myke og formbare i varmt vann. Plasten formes etter armen eller hånda og gir en perfekt, individuell passform. Når bruddet er grodd, kan spjelken varmes opp igjen og brukes på nye pasienter.

KIWI-kjeden har gjennom et prøveprosjekt greid å spare en million kr pr år på å kildesortere plast.

P R E S S E M E L D I N G Oslo, 14. mars 2001

Storbyen kjøpesenter i Sarpsborg:

## **Miljøvinner sparer 45 000 på å sortere plastavfall**

**Miljøverndepartementet ga "Miljøprisen 2001" til Storbyen kjøpesenter. De ansatte er stolte av miljøinnsatsen, og mener kildesortering er enkelt.**  
(Kilde: Plastretur AS)

Det har vist seg mer lønnsomt enn antatt å sortere plast, viser forsøk i Larvik kommune. Det kan være store ressurser å spare ved å styrke innsatsen på disse områdene. Man har kunnskapene og har vist at det er mulig. Det gjenstår å få mobilisert politisk vilje til mer målrettet satsing.

Over halvparten av jordoljen går til bensin til biler (29%) og energi til industrien (22%). Plast står for ca 6 %..

#### **ISOLASJONSMATERIALER AV PLAST**

sparer langt mer energi i husets levetid enn det går med til å produsere dem.  
(Kilde: PIL)

#### **PLASTENS ANDEL AV AVFALLSMENGDEN ER KONSTANT.**

Mengden av papp og papir øker, mens mengden plastavfall holder seg relativt konstant. Dette kan forklares med at dagens plastprodukter er mer materialøkonomiske, krever mindre råstoff, enn tidligere. (Kilde: PIL)

**AVFALLSMENGDER I NORGE, 1000 tonn.**  
statistikk)

(utdrag fra SSB-

År	I alt	Papir, papp, drikkekartong	Metaller	Plast	Glass	Tre	osv
1993	<b>7386</b>	1055	1301	<b>324</b>	158	1105	...
2000	<b>8510</b>	1334	1563	<b>376</b>	146	993	...

Kilde: <http://www.ssb.no/avfregno/tab-2002-07-15-01.html>

Plastens andel av avfallet svarer til 4,3 – 4,4 %.

## 10 Litteratur og nettadresser

### 10.1 Litteratur:

Aage Stori og Ola Bertelsen: Plastkjemi for den videregående skole, 1981

Artikkelsamling fra Norsk Teknisk Museum:

Volund 1999 – 2000: *Plast i det moderne Norge*. 2001

Artikkelsamling fra Norsk Form: *...bare plast?! Revolusjon i design*. 1971

Artikkelsamling fra Plastindustriforbundet: *50 år med plast 1948 – 1998*. 1998

Mer miljø med plast, Plastindustriforbundet.

### 10.2 Nettadresser:

#### Produsenter av plast/ organisasjoner:

- APMA | [www.apme.org](http://www.apme.org) .../environment
- Borealis (plastprodusent)  
<http://www.borealisgroup.com>
- Norsk Hydro (plastprodusent)  
<http://www.hydro.no/> .....Produkter ..... Plast
- UNICA AS [www.unica.no](http://www.unica.no)  
Bedriften har partnerskapsavtale med Hovseter skole i Oslo  
Produserer plastprodukter med vakuumforming og knekking. Disse er  
beskrevet på nettstedet, produkter man lager, pluss mye annet.

#### Organisasjoner

PIF, Plastindustriforbundet:

[www.pif.no](http://www.pif.no)

PIL, Prosessindustriens Landsforbund (organiserer også plastindustrien):

[www.pil.no](http://www.pil.no)

SINTEF [www.sintef.no/](http://www.sintef.no/)

Artikkel om sortering av plastkvaliteter: Se *Sensorsystemer* (i spalte til høyre; velg *engelsk* (flagg oppe til venstre);

Artikkelen heter *Automatic sorting of waste for recycling*.

Naturvernforbundet: [www.naturvern.no](http://www.naturvern.no)

Grønnguide [www.gronnguide.no](http://www.gronnguide.no)

Plastretur: [www.plastretur.no](http://www.plastretur.no)

Miljøverndepartementet  
<http://odin.dep.no/md/>

Avfallsregnskap for Norge fra Statistisk Sentralbyrå  
Metoder og resultater for plast (Pris 155 kr)  
<http://www.ssb.no/emner/> (se emner 01/05)

Retursamarbeidet LOOP  
<http://www.loop.no/>

## Museer

Norsk Teknisk Museum:  
<http://www.museumsnett.no/ntm/>  
... Utstillingene ... Plast i det moderne Norge

Kunstindustrimuseet i Oslo  
<http://www.kunstindustrimuseet.no/>

Videokassett:  
*Riktig første gang. Sortering og gjenbruk av plastemballasje*  
Gratis informasjonsvideo fra Plastretur as.

# TEKNOLOGI & DESIGN

Programmet Teknologi i Skolen er RENATEsenterets satsing på teknologi i grunnskolen

Programmet har følgende målsetning:

- å spre forsøk med teknologi og design til så mange grunnskoler som mulig, slik at erfaringene kan danne grunnlaget for et teknologitema i norske læreplaner.
- å bidra til at teknologi blir et tilbud i lærerutdanningen
- å utvikle idéhefter og undervisningsmateriell



Elever fra Kråkstad skole, Ski

Det satses på å:

- Gi elevene i grunnskolen økt kunnskap om teknologi i hverdagen
- Skape bedre forståelse for sammenheng mellom teknologi og naturvitenskap
- Sette teknologi og teknologiutvikling i historisk og samfunnsmessig sammenheng
- Utvikle praktiske og estetiske ferdigheter ved å utforme produkter
- Utvikle ferdigheter i å anvende IKT, for eksempel i designprosessen
- Støtte opp under matematikk og naturfagene
- Bidra til at teknologi blir en del av allmenn-dannelsen



Datatøttet design og konstruksjon

**Skoler i programmet:**

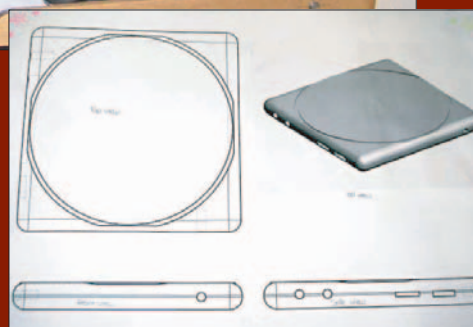
Alle fylker har skoler med i teknologinettverket

**Om programmet:**

- Fagområdet kalles *Teknologi og Design* (T&D)
- T&D er en tverrfaglig møteplass mellom teori og praksis. - Kunnskap fra Naturfag og Kunst og håndverk blir anvendt.
- Det estetiske (design/formgivning) er viktige elementer
- L-97 gir store muligheter for faget som prosjektarbeid
- Stortingsmelding nr. 30, Kultur for læring, foreslår teknologi og design som et tverrfaglig emne

**Litt om faglig innhold:**

- \*mekanikk, strukturer, konstruksjoner
- \*utveksling, kraftoverføring
- \*lage produkt av plastmateriale/metall
- \*elektrisitet i forskjellige sammenheng



**Forankring i det offentlige skoleverk:**

Det er en klar målsetning at det fulle ansvar for *Teknologi og Design*, økonomisk og faglig, skal forankres i det offentlige skoleverk.

**Støttespillere:**

Norges Ingeniørorganisasjon - NITO, Tekna – Teknisk – naturvitenskapelig forening, Norges Forskningsråd, NHO, bransjeforeningene TELFO og TBL, Læringscenteret/-Utdanningsdirektoratet