

# Plast Teknologi

Hele bogen

## Genbrug

Genbrug af plastprodukter vil sige, at de samme produkter efter rengøring anvendes til samme formål igen. Det finder sted især inden for drikkevare-industrien, hvor sodavands-plastflasker og flaskekasser af plast til øl og sodavand bliver brugt igen mange gange, ligesom det er tilfældet med øl- og sodavandsflasker af glas. PET-flasker på 0,5 og 1,5 liter kan bruges ca. 15 gange. Det er flaskematerialets modtagelighed for ridser og det, at dets klarhed forringes lidt ved hver rengøring, der er årsag til, at flaskerne tages ud af omløb på dette tidspunkt. Ud fra et materialeteknisk synspunkt kan de nemlig tåle at blive brugt omkring dobbelt så mange gange. Når PET-flaskerne er taget ud af omløb, bliver materialet bl.a. genvundet som PET-fibre, hvorefter der fx laves tekstilstoffet fleece.

Genbrug kræver et omfattende indsamlingssystem for at sikre, at den rette genbrugsemballage returneres til den rette producent. For at det kan fungere tilfredsstillende, vil der kræves standardisering af en lang række produkter. Returtagning af genbrugsemballage vil desuden kræve ekstra plads i butikkerne eller opstilling af containere.

## Genvinding

### Primær genvinding

Primær genvinding udmærker sig ved, at man har at gøre med meget rene affaldsfraktioner, og plasten kan derfor normalt indgå direkte i forarbejdningsprocessen igen. Plasttypen er kendt, og det er let at sortere affaldet, så man får veldefinerede affaldsstrømme. Der er højst sket en beskedent reduktion af egenskaberne ved den påvirkning, materialet har gennemgået under første forarbejdning.

Man regner med, at der ved de vigtigste forarbejdnings- og bearbejdningsprocesser: sprøjttestøbning, ekstrudering, presning, stansning og termoformning forekommer et produktionsspild på omkring 10 % inklusive fejlproducerede emner. Af de forskellige genvindingsformer er intern genvinding af produktionsspild (recirkulation) den mest miljøvenlige, idet det blot kræves, at den overskydende plast granuleres og føres tilbage til produktionsanlægget.

Den form for genanvendelse er relativt ukompliceret og har fundet sted i mange år på almindelige markedsbetingelser.

### Sekundær genvinding

Ved mekanisk genvinding forstås recirkulering ved omsmelting – ligesom ved metallerne. Plastaffaldet skæres i mindre stykker, hvorefter det renses for urenheder og fremmede plasttyper. Til sidst omsmeltes materialet og omformes sædvanligvis til granulat.

Følgende typer af plastaffald er egnet til mekanisk genvinding:

- Udtjente produkter af én og samme plasttype eller af flere typer af kendt sammensætning. Den slags plastaffald kan sorteres. Udtjente plastprodukter adskiller sig dog på ét væsentligt punkt fra industriaffaldet. De brugte plastprodukter har været udsat for miljøpåvirkning i deres funktionstid, hvilket har medført, at polymermolekylerne kan være blevet nedbrudt, additiver i form af stabilisatorer kan være blevet helt eller delvis forbrugt, pigmenter kan have ændret kulør, og produkterne kan være tilsmudset. De nedbrydningsprodukter, som blev dannet, første gang plasten blev forarbejdet, findes endnu i materialet og kan have fremmet nedbrydningen under produktets anvendelse. Derfor er denne type af plastaffald af højst ukendt kvalitet
- Blandet, uspecificeret plastaffald, eksempelvis plast fra husholdningsaffald. Usikkerheden om sammensætning, kvalitet osv. er her meget stor, og det er ofte stærkt forurenet

At plastaffaldet kan være en sammenblanding af flere forskellige plasttyper, og at det normalt er snavset, er netop problemet ved sekundær genvinding. Begge disse forhold er medvirkende til, at det genvundne materiales egenskaber normalt forringes. Det kan derfor hovedsageligt kun anvendes til fremstilling af poser, sække og lignende produkter, hvortil der ikke stilles specielt store krav.

Når det gælder termoplast, er princippet for genvinding til materiale enkelt. Termoplast bliver som bekendt flydende ved opvarmning og kan smeltes om i almindeligt plastforarbejdningsudstyr. Efter indsamling og eventuel sortering kværnes plasten til granulatstørrelse, vaskes og – om nødvendigt – tørres, hvorefter materialet er klar til fornyet forarbejdning ved ekstrudering, sprøjttestøbning, rotationsstøbning osv. På denne måde genanvendes produktionsspild.

Det spild, man får ved sprøjttestøbning i form af indløbstappe, kasserede emner, ved opstart og materialeskift osv. kværnes (regranuleres) og blandes med ny råvare. Andelen af regranulat kan være nogle procent, og for mange produkters vedkommende har sådan tilsætning af regranulat ingen negativ betydning for produktets egenskaber.

Når det gælder plastaffald fra udtjente produkter, kan det være nødvendigt at opgradere plasten ved kompondering (i en speciel form for eks-truder), hvorunder der tilsættes additiver m.m., så man får et plastmateriale med ønsket egenskabsprofil. Ved visse bildele anvendes denne teknik med stor succes. Kofangere til biler fremstilles ofte af PP modificeret med en elastomer. Efter afmontering fra skrottede biler går de til et recirkulationsanlæg, hvor de kværnes ned, og der støbes nye kofangere af materialet. Blandinger af plast kan i princippet ikke genanvendes til andet end meget simple produkter som kunstnerisk arbejde osv. Årsagen hertil er, at forskellige polymerer normalt ikke er indbyrdes blandbare. Man får en blanding med dårlig mekanisk styrke. Tilsætning af såkaldt kompatibiliserende polymerer, som er blok- eller podningscopolymerer, hvis blokke er opløselige i de respektive komponenter i plastblandingen, kan dog gøre, at man trods alt kan få et anvendeligt materiale af to blandede plasttyper. Denne teknik kan anvendes til at opgradere affaldsplast af kendt type i de tilfælde, hvor man får tilstrækkeligt god kvalitet af den omarbejdede plast.

## Eksempel

Affald af ABS, hvori elastomerfasen ikke længere fungerer som slagsejhedsmodifikator, kan næppe

genanvendes. Ved iblanding af PC sammen med en passende copolymer kan ABS imidlertid opgraderes, så man får en acceptabel slagsejhed, uden at øvrige mekaniske egenskaber forringes.

Hvis antallet af forskellige plasttyper i blandingen stiger, bliver det snart et alt for stort problem at få en brugbar plastblanding frem. Mekanisk genvinding af usorteret plastaffald er derfor sjældent økonomisk forsvarligt. Her er kemisk genvinding eller forbrænding med energigenvinding normalt den bedste løsning.

Selv om man har rene affaldsfraktioner, kan det være svært at opnå høj kvalitet af affaldsplast. Der udestår en stor forskningsindsats for at forstå, dels hvilke additiver som skal tilsættes, for at man kan få anvendelige plastmaterialer, dels hvilke additiver som skal tilsættes nye råvarer for at få en plast, som lettere kan genanvendes, når plastproduktet er udtjent. Plasten har altså typisk en længere levetid end produktet og kan tåle at blive forarbejdet igen og igen uden problemer. Sidst, men ikke mindst må man kunne bestemme kvaliteten af det genvundne plastmateriale, så det kan anvendes af konstruktører og designere.

## Tertiær genvinding

Tertiær genvinding eller kemisk genvinding er en forholdsvis ny måde at genvinde plast på. Det er meget energikrævende, men har nogle fordele, som gør det til en interessant mulighed. Kemisk genvinding kan udføres på blandet plastaffald, og urenheder tåles i større omfang end ved mekanisk genvinding. I Danmark findes der ingen anlæg til kemisk genvinding af plast.

I Tyskland, USA og Frankrig er sådanne anlæg i drift i fuld skala. På disse anlæg nedbrydes polyamider, polyurethaner og polyethylenterephthalat bl.a. til monomerer. I Tyskland findes desuden et pyrolyseanlæg, hvori blandet plast – også PVC – omdannes til petrokemiske produkter. Pyrolyseanlæg er kapital- og omkostningsintensive og kræver meget store affaldsmængder for at være lønsomme.

Her beskrives fire forskellige principper for kemisk genvinding:

- Pyrolyse
- Hydrering
- Hydrolyse
- Reduktion af jernmalm

## Pyrolyse

Pyrolyse (krakning) er en proces, hvorved lange olefinmolekyler eller polymerer spaltes termokemisk, når de opvarmes til meget høje temperaturer (omkring 700 °C) i iltfri atmosfære. Carbon/carbon-bindinger og carbon/hydrogen-bindinger brydes under dannelse af hydrogen, carbon og mindre hydrocarbonmolekyler. De fleste plasttyper fremstilles på basis af olie og kan pyrolyseres til petrokemiske råvarer. Pyrolyseprodukterne er gas, væske og koks, som kan anvendes i den petrokemiske industri eller som brændsel. Eftersom plastaffald indeholder mest polyolefiner, bliver slutproduktet rigt på olefiner.

Forurenede, blandede og legerede plastmaterialer kan også pyrolyseres; men rene fraktioner fordrer dels mindre energiforbrug og giver dels et bedre slutprodukt.

Pyrolyse af plast og gummi er dog noget kompliceret, da disse materialer er dårlige varmeledere, og nedbrydning af polymermolekylerne kræver en stor mængde energi.

De bedst egnede anlæg til pyrolyse af plast regnes for at være roterende kalkovne og "fluidised bed"-ovne. Selv hærdeplast kan genvindes ved denne proces.

Omkring 70 % af pyrolysegassen anvendes til opvarmning af pyrolyseovnen. Hvis man brænder pyrolysegassen, fås for hvert kilogram plast, der pyrolyseres, et produkt, der indeholder 33 MJ/kg ved PEHD og 19 MJ/kg ved blandet plast. Da brændværdien af polyethylen er ca. 43 MJ/kg, er det lidt omsonst at pyrolysere det, inden det brændes. Hvis pyrolyseprodukterne imidlertid forbrændes med energiudnyttelse, har det den fordel frem for at brænde plasten, at forbrændingsprodukterne er væsentligt mindre miljøbelastende. Der dannes til gengæld aromatiske forbindelser ved processen.

## Hydrering

Ved hydrering opvarmes plastaffaldet til 300-500 °C ved tryk på 10-30 MPa i en atmosfære med overskud af hydrogen. Ved hydrering dannes længere carbon/carbon-kæder; men der dannes ikke aromatiske forbindelser som ved pyrolyse. Hydreringsprodukter kan i lighed med pyrolyseprodukter anvendes i den petrokemiske industri; men hydreringsprodukterne er bedre, fordi de to-atomige stoffer som chlor (Cl<sub>2</sub>), oxygen (ilt, O<sub>2</sub>) og nitrogen (kvælstof, N<sub>2</sub>) samt svovl fortrinsvis fraspaltes som hydrogenforbindelser. Usorteret plastaffald – inklusive PVC – kan behandles ved hydrering.

Plastaffaldet udnyttes omkring 90 %. Ligesom ved pyrolyseanlæg giver rene plastfraktioner generelt de bedste produkter. Hydre-rings-produktet fra plast fra husholdningsaffald har en sammensætning, der minder om sammensætningen af råolie.

Fælles for pyrolyse og hydrering er, at der kræves en del energi dels til at nedbryde plasten, dels til omdannelse af nedbrydningsprodukterne til nye produkter. Det, der gør disse behandlingsmetoder interessante, er, at de er egnede til behandling af blandet plastaffald. I enkelte tilfælde kan endda hærdeplast genvindes; de kan ellers kun anvendes som fyldstof eller forstærkningsmateriale i ny hærdeplast. Dertil kommer, at de gængse problemer vedrørende PVC, som skyldes chlorindholdet, ikke udgør noget problem ved de kemiske genvindingsmetoder, idet chlor i kombination med calciumoxid omdannes til saltsyre (hydrogenchlorid), der kan frasepareres under processen som et produkt, der kan anvendes i anden sammenhæng. Slutproduktet, der er hydrocarboner på væskeform, er dermed praktisk talt frit for chlor.

## Hydrolyse

Kondensationspolymerer er som bekendt hydrolysefølsomme stoffer, dvs. at de vil blive spaltet ved påvirkning af syrer eller baser, i hvert fald ved forhøjet temperatur. Hydrolyse er en reaktion med vand, som blot katalyseres af syre eller base. Polyesterne fremstilles af glykoler og dibasiske syrer (fx PET af ethylenglykol og terephthalsyre) og polyamiderne af diaminer og dibasiske syrer (fx PA66 af hexamethylendiamin og adipinsyre). Hydrolytisk nedbrydning er ikke blot et problem ved anvendelsen af

disse materialer, og når de skal genforarbejdes, men giver en mulighed for at genvinde basisråvarerne. Ved kontrolleret hydrolytisk nedbrydning dannes monomerer og oligomerer, som kan genpolymeriseres til ny kondensationspolymerer af ønsket kvalitet. I anlæg, som kan klare en reversibel reaktion med glykoler (glykolyse) i stedet for med vand, kan der produceres aromatiske polyoler, som kan behandles videre med diisocyanater til fremstilling af polyurethaner (PUR) eller med umættede dibasiske syrer til fremstilling af umættede polyestere.

### Eksempel

PET-film (røntgenfilm, professionelle fotografiske film) genvindes både for at opsamle sølv, men også PET-materialet ved hydrolyseprocessen. Af reaktionsprodukterne fremstilles ny PET-film.

## Reduktion af jernmalm

I Tyskland bruges en del blandet plastaffald som reduktionsmiddel i stålværkerne, og det er sandsynligt, at denne anvendelse vil stige i fremtiden. Processen foregår ved, at usorteret, granuleret plast sprøjtes ind i en 2.000 °C varm højovn. Plasten forgasses øjeblikkeligt, og hydrocarbonerne fra plasten går i forbindelse med oxygenen i jernmalmen, som derved reduceres, dvs. at oxygenen skilles fra. En tredjedel af den mængde olie, der ellers skulle anvendes til jernproduktionen (100 kg pr. tons jernmalm), kan erstattes af granuleret plastaffald. Plastens udnyttelsesgrad er 80 %; 50 % bruges i reduktionsprocessen, og 30 % til opvarmning.

## Forbrænding og genvinding til energi

Forbrænding med udnyttelse af energien til fremstilling af elkraft og fjern-varme til opvarmning er en værdifuld form for genvinding. Desuden anses forbrænding for at være en af de bedste løsninger på affaldsproblemet, når det ikke er økonomisk lønsomt at recirkulere. Foruden energigevinsten sker der ved forbrænding en reduktion af affaldsmængderne, som ellers skulle gå direkte til deponering med 90 %. Energiindholdet (brændværdien) af råaffald er øget i de seneste årtier som følge af, at andelen af papir og plast er øget. Et kilogram råaffald giver ved forbrænding 11 MJ energi, hvilket medfører, at affaldsforbrænding af det producerede, kommunale affald i Storbritannien svarer til mere end 6 millioner tons højværdigt kul. Dog er forbrænding forbundet med høje kapital- og drifts-omkostninger, især når begrænsninger i emissioner og udslip bliver mere og mere vigtigt. Uden at gå i detaljer kan man konstatere, at det energimæssigt er lige så godt at genvinde plasten som materiale som at forbrænde den under udnyttelse af forbrændingsvarmen. Det er altså andre argumenter, der vil være afgørende for valg af genvindingsprincip, bl.a. politiske.

## PVC og WUPPI-ordningen

PVC har gennem årene været udsat for særlig opmærksomhed i genanvendelses- og bortskaffelsessammenhænge. Det er uønsket at forbrænde PVC, fordi der derved dannes

hydrogenchlorid, som opløst i vand er saltsyre. For at undgå udslip af saltsyre til omgivelserne, skal røggassen fra forbrændingsanlæggene neutraliseres med kalk; men derved dannes der calciumchlorid, som skal deponeres. Problemet er imidlertid, at den mængde calciumchlorid, der dannes, fylder mere end dobbelt så meget som den mængde PVC, der blev forbrændt, og den energimængde (brænd-værdien af PVC-materialerne), der frigøres ved forbrændingen, end ikke dækker den energimængde, der medgår til neutraliseringen.

På dette grundlag blev der i 1991 indgået en frivillig aftale (PVC-aftalen) mellem miljøministeren og industrien om, at den del af PVC-affaldet, der sendes til affaldsforbrænding, skulle være reduceret til et bestemt niveau senest i 2000. Imidlertid blev de aftalte delmål ikke opnået, og for at fremme udviklingen blev der i 1999 i Folketinget vedtaget en lov om afgifter på PVC til visse produkter. Samtidigt blev der i øvrigt indført en afgift på phthalater, der anvendes som blødgørere i blødgjort PVC, for at tilskynde industrien til at reducere brugen af phthalater, idet de anses for at være sundhedsmæssigt og miljømæssigt betænkelige.

Som en konsekvens af PVC-aftalen har fem danske producenter af byggevarer af PVC i 1999 dannet et selskab, der har til formål at indsamle og genanvende byggeaffald af stiv PVC. Selskabet hedder WUPPI A/S efter forbogstaverne på moderselskaberne (Nordisk Wavin A/S, Uponor A/S, Plastmo A/S, Primo Danmark A/S og Icopal A/S). Produkter, som er fremstillet hos en af de fem virksomheder, er naturligvis af kendt sammensætning og kan derfor indgå direkte i en genvindingsstrøm til fremstilling af nye kvalitetsprodukter, mens de "fremmede" produkter kan anvendes til "sekundavarer" eller opgraderes.

## Hærdeplast og hærdeplastbaserede kompositmaterialer

Hærdeplast repræsenterer – ligesom gummi – materialegrupper med vanskeligheder ved genanvendelse, men dog også visse muligheder. Fordi disse materialer er kemisk tværbundet, er de mere komplicerede at håndtere i materiale-genvindingssammenhænge end termoplastene.

Der findes to måder til genvinding af hærdede plast og gummier, dels formaling til pulver (sekundær genvinding), som kan anvendes som fyldstof i nye produkter, dels kemisk genvinding, dvs. kemisk nedbrydning af polymerer: det, som i det foregående er beskrevet som tertiær genvinding.

I Norden er der i de seneste år blevet gennemført en række undersøgelser af, hvor udtjente produkter af glasfiberforstærket umættet polyester (GUP) (læs: lystbåde) må forventes at befinde sig rent geografisk, hvilke muligheder der er i de lokale områder for at indsamle og eventuelt oparbejde GUP-affald og for at forbrænde det. Brancheorganisationerne i de nordiske lande arbejder gennem et europæisk samarbejde meget kraftigt på at finde anvendelser for deres produktionsaffald og for udtjente produkter. Muligvis kan det nedknuste affald anvendes som brændsel i cement-industrien eller som supplerende råvare ved fremstilling af mineraluld.

Når det drejer sig om udvikling af produkter af hærdeplast, er det i særdeleshed nødvendigt at tænke på, at produkterne på et tidspunkt skal genanvendes eller bortskaffes. Designeren må altså lære at tænke adskillelse, identifikation, sortering, genanvendelse og bortskaffelse af indgående materialer ind i udviklingen på lige fod med tekniske egenskaber og økonomiske forhold.

Et produkt, der er særligt i fokus i den sammenhæng, er vinger til vind-møller, som i disse år er den helt

dominerende anvendelse af hærdeplastbaserede kompositmaterialer i Danmark.

## Biologisk nedbrydelige polymerer

For produkter, som er stærkt tilsmudsede, eksempelvis fødevareemballage, hygiejniske artikler og bleer, er materiale-genvinding eller -genbrug næsten utænkeligt. Forbrænding med udnyttelse af energien forekommer at være den eneste realistiske måde at bortskaffe dem på under samtidig udnyttelse af "restværdien".

Et interessant alternativ er at fremstille sådanne produkter af kompo-stérbare plastmaterialer. På markedet findes allerede i dag et lille antal biologisk nedbrydelige polymerer, som har egenskaber som og kan anvendes som termoplast. En af biopolymererne produceres under forgæring af carbonhydrater (kulhydrater) af mikroorganismen *Alcaligenes eutrophus*. Hvis *A. eutrophus* fodres alene med glukose, dannes polymeren polyhydroxybutyrat (PHB), og hvis man desuden tilsætter en organisk syre, dannes en copolymer: hydroxybutyrat/hydroxyvalerat-copolymer (HB/HV). Præcis som ved de almindelige plasttyper bliver produkter lavet af biopolymerer stabile, holdbare og fugtbestandige. De er egnet såvel til mekanisk genvinding og kompostering som til energigenvinding. Ved forbrænding dannes kun carbondioxid og vand. Ved kompostering sker den biologiske nedbrydning ved hjælp af mikroorganismer.

### Eksempel

Da en prøve af et PHB blev gravet ned i jorden, blev der efter 32 uger konstateret et relativt vægttab på 90 %.

Markedet for den type af materialer forventes at blive stort. Man kan tænke sig sofistikerede anvendelser som implantater i kroppen, som ac-cepteres af vævet, hvorefter polymeren langsomt opløses og forsvinder, samtidigt med at der dannes nyt væv dér, hvor implantatet blev indopereret. Eksempler på andre, mere simple anvendelser er hygiejneartikler (som skylles ud i toiletafløbet), jordbrugsartikler (gødningssække, der graves ned i jorden), plantekrukker (urtepotter) og emballage, specielt laminatemballage af typen plast/papir. Et stort problem er dog høje produktionsomkostninger; men der forskes meget i dette område, og biopolymererne burde snart kunne konkurrere med basisplastene – i det mindste inden for visse nicheproduktioner.

Parallelt med udviklingen af ovennævnte, helt nedbrydelige polymerer udvikles der materialer, som er blandinger af stivelse og polyolefiner, sædvanligvis polyethylen. Det gælder her om at få stivelsesindholdet så højt som muligt og stadig beholde karakteren af termoplast. Ved kompostering nedbrydes stivelsen, og polyolefinen fragmenteres til et fint pulver. Sådanne materialer forekommer allerede som forsøg til en del en-gangsartikler.

## Mærkning af plast



For at kunne sortere plastaffald er en eller anden form for mærkning af plastprodukterne en hensigtsmæssig og ofte nødvendig foranstaltning. Her vises symboler, som er blevet anvendt siden begyndelsen af 1990'erne. Først og fremmest er det plastkomponenter i biler og en del emballage, som er mærket. Man er dog ved at udvikle metoder til automatisk identifikation og sortering af plastemner; men man bør alligevel mærke plastprodukter, for dermed lettes enhver form for sortering.

### Society of Plastics Industries (SPI)



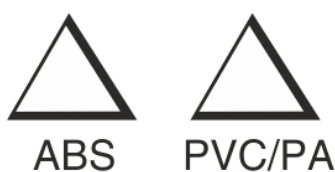
### DIN 6120



### DIN 54 840



### ASTM



### SAE



### Mærkning af plast

Symboler til mærkning af plast i henhold til forskellige standarder Følgende standarder findes: VDA 260, DIN 6120, ISO 1043, SAE J1344 og ASTM D400.

## Plast af olie

Plastpolymererne fremstilles i dag af stoffer, der hovedsageligt udvindes af rå-olie. Disse stoffer kunne dog lige så godt fremstilles af kul eller fornyelige råvarer som planteolier m.m., men det ville – med

dagens oliepriser – indebære højere fremstillingsomkostninger.

Til plast medgår kun 4-5 % af råolien, mens 82 % anvendes til diesel-, fyringsolie og benzin og resten til asfalt, smøreolier, vokser osv. Heraf ses, at genanvendelse af plast næppe kan løse verdens problem med begrænsede ressourcer af olie og naturgas. Hver del af samfundet må imidlertid bidrage til bedre at holde hus med ressourcerne.

## Lifecycle engineering

Det er imidlertid ikke nok at konstatere, at problemerne med genanvendelse kan løses. Enhver, der er involveret i nyudvikling, må være opmærksom på genanvendelses-problematikken og produkternes miljøpåvirkning både under fremstilling, anvendelse, genanvendelse og bortskaffelse. Der skal foretages en såkaldt livscyklusanalyse. Endog produktdesigneren må forstå, at hans produkter må kunne fremstilles på en miljømæssigt ordentlig måde, og at produkterne må kunne genvindes. Man taler om design til genanvendelse.

Sædvanligvis består et forbrugsprodukt af et stort antal sammensatte dele, og de må kunne adskilles ved genvindingen. Genvinding af plast fra 1970'ernes og 1980'ernes biler er næppe muligt af den simple grund, at det tager for lang tid at demontere de forskellige plastkomponenter og identificere materialerne. Et eksempel på nytænkning er udviklingen af instrumentpaneler fremstillet af én plast (polypropylen), hvilket letter demonteringen og sorteringen, når bilen skrottes. Man får ét emne af én plasttype i stedet for et stort antal dele af forskellige plasttyper.

Produkternes vægt er ofte et vigtigt miljøaspekt. Produkterne skal transporteres, og brændstofforbruget og emissionen fra udstødningen fx fra biler skal holdes lavt. Der vil blive et stigende behov for lette materialer, hvilket taler for øget anvendelse af plast – ikke mindst plastbaserede kompositter – og letmetaller. Morgendagens konstruktør må kunne vurdere, hvilket materialevalg og dermed hvilken forarbejdningsproces som er bedst egnet, og føre sit budskab videre til salgsorganisationen. Intet produkt vil blive en succes, hvis man ikke kan fremvise en troværdig livscyklusanalyse. Man må forvente, at bankerne vil standse al finansiering af nyinvesteringer osv., hvis ikke virksomheden kan fremvise en livscyklusanalyse for deres produkt.

Konstruktøren må tage sit produktansvar for sine visioner og være opmærksom på miljøbelastningerne. Et miljørigtigt produkt kan være sælgende, og rigtigt udformet kan det blive en god forretning, selv om det på kort sigt viser sig at være billigst at vælge gamle konstruktionsløsninger. Kunden er måske rede til at betale mere for et miljøtilpasset produkt, eller salget kan vokse. Fremtidens købere er dagens ungdom, og den er mere miljøbevidst end den generation, som blev født i 1940'erne, og som i dag er de købestærke forbrugere.

Nu er der hjælpemidler tilgængelige, når det gælder livscyklusanalyser. Industriforbundet i Sverige driver med støtte af 15 førende virksomheder udviklingen af et miljøindekssystem. Det kaldes EPS-systemet og giver konstruktøren mulighed for at beregne produktets miljøpåvirkning. En kortfattet artikel med eksempler er publiceret i *Plastforum Scandinavia* nr. 3, 1995.

Sammenfattende kan det siges, at i det nye århundrede vil der blive stillet helt andre krav til kundskaber om miljøaspektet og genanvendelse, end hvad der hidtil har været tilfældet.