

Miljøprojekt Nr. 630 2001

## Etablering af regenereringsanlæg til plastaffald hos LEGO System A/S

Anders Christiansen  
LEGO SYSTEM A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>6</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>8</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>9</b>
<b>2 BAGGRUND FOR ANLÆGGET</b>	<b>11</b>
<b>3 SORTERINGSMETODEN</b>	<b>12</b>
3.1.1 <i>Vægtfyldeprincippet</i>	12
3.1.2 <i>Plasttyper og vægtfylder</i>	13
<b>4 ANLÆGGETS OPBYGNING OG VIRKEMÅDE.</b>	<b>14</b>
<b>4.1 ANLÆGGETS OPBYGNING</b>	14
<b>4.2 ANLÆGGETS VIRKEMÅDE.</b>	17
4.2.1 <i>Opkværning</i>	17
4.2.2 <i>Sortering</i>	17
4.2.3 <i>1. sortering</i>	17
4.2.4 <i>2. sortering</i>	18
4.2.5 <i>Indfarvning og ekstrudering</i>	19
<b>5 SORTERINGSANLÆGGETS OPBYGNING</b>	<b>20</b>
5.1.1 <i>Fortank til plast granulat</i>	20
5.1.2 <i>Miksertank</i>	21
5.1.3 <i>Sorticanter</i>	21
5.1.4 <i>Rystebord</i>	23
5.1.5 <i>Buffertank</i>	23
5.1.6 <i>Saltforberedelsestank</i>	23
5.1.7 <i>Vægtfyldemåler system</i>	23
5.1.8 <i>Vægtfyldemåler doseringanlæg</i>	23
<b>6 LEGO SYSTEMS ERFARINGER MED SORTERINGSANLÆGGET</b>	<b>24</b>
6.1.1 <i>Anlæggets sorteringskvalitet</i>	24
6.1.2 <i>Udnyttelsesprocenten af LEGO plastaffald.</i>	25
<b>7 ØKONOMI</b>	<b>26</b>
7.1.1 <i>LEGO's investering i anlægget</i>	26
7.1.2 <i>Tilbagebetalingstiden for anlægget</i>	26
<b>8 TESTANLÆG FOR DANSK INDUSTRI.</b>	<b>27</b>
<b>BILAG A LEVERANDØROVERSIGT</b>	





# Forord

Denne rapport har til hensigt at videre give de erfaringer, som LEGO System A/S har fået ved opbygningen af et anlæg til regenerering af primært LEGO's eget plastproduktionsaffald.

Nærværende projekt bygger på, at det oparbejdede materiale skal opnå så høj kvalitet, at det kan substituere ny råvare.

Der er i rapporten lagt vægt på de resultater, som er opnået. Derimod vil der ikke i rapporten findes beskrivelser af alternative løsninger mv.

I 1994 fik LEGO første gang kontakt til et firma, som mente de kunne sortere vores plastaffald til en acceptabel kvalitet. I de efterfølgende år var der en del test og intern diskussion om, om LEGO var interesseret i at investere i et sorteringsanlæg. I september 1997 blev der ansøgt om støtte til etablering af et sorteringsanlæg til oparbejdning af plastaffald til en kvalitet, der er på linie med virgin materiale.

Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi valgte, at støtte projektet med 1.516.860 kr. i juni 1998.

På grund af omstruktureringer på LEGO i sidste halvår af 1998, blev projektet først for alvor startet i februar 1999. Der blev lavet kontrakt med hovedleverandørerne i juni 1999. Installationen af anlægget blev startet i februar 2000. Anlægget var klar til produktion i maj 2000, men blev først endeligt godkendt i december 2000.

Der blev i forbindelse med tilskudet oprettet en styregruppe for projektet, bestående af følgende medlemmer:

Helge Andreasen, Miljøstyrelsen  
Birgitte Kjær, Miljøstyrelsen (Afløser for Helge Andreasen)  
Benny Holm, LEGO System A/S  
Aage S. Hillersborg, LEGO System A/S  
Søren B. Nielsen, LEGO System A/S

Er der detaljer i rapporten, som er uklare, eller ting der ønskes uddybet, vil LEGO System A/S til enhver tid stå til rådighed for at besvare/udbyde emner vedrørende anlægget. Alle henvendelser rettes til projektleder Anders Christiansen, LEGO System A/S.

# Sammenfatning og konklusioner

LEGO System A/S har i foråret 2000 installeret et anlæg til sortering af det plastaffald virksomheden producerer. Det drejer sig på årsbasis om ca. 400 tons plastaffald fra LEGO's fabrikker i Danmark og Schweiz.

Anlægget sorterer plastaffaldet vha. en vægtfylde sortering. Opkværnet plastaffald, der er opslemmet i en væske, sorteres i en centrifuge, som vha. den høje centrifugal påvirkning kan separere plastaffaldet op i to fraktioner. En let og en tung fraktion. Ved at sortere plastaffaldet 2 gange, kan anlægget sortere ABS (Acrylnitril-Butadien-Styren) plastmateriale fra de 20 øvrige plasttyper, som plastaffaldet fra fremstilling af LEGO produkter består af.

Efter sorteringen af plastaffaldet bliver den sorterede ABS indfarvet og ekstruderet således at det oprindelige plastaffald genanvendes i LEGO's produktion på lige fod med nyt materiale.

Anlægget er unikt, idet der endnu ikke noget sted i verden findes andre anlæg, der udsorterer og oparbejder en enkelt materialefraktion af en blanding af mange plastmaterialer, der endog er forurenede.

Anlægget har en kapacitet på 800 kg/time. Da noget af materialet skal sorteres flere gange bliver den effektive kapacitet på ca. 500 kg/time.

Anlægget har en tilbagebetalingstid på ca. 4 år, og den samlede investering er på 8,6 millioner kr.

Oparbejdning af tekniske plastmaterialer til en kvalitet, der svarer til ny råvare har ikke hidtil været praktiseret i fuld skala i Danmark.

Erfaringerne med anlægget har det første halve år vist, at anlægget kan sortere LEGO's plastaffald til en kvalitet, som gør at det kan anvendes igen direkte i produktionen af nye LEGO klodser.

# Summary and conclusions

In the spring 2000 LEGO System A/S installed a plant for sorting the plastic waste produced by the company. On a yearly basis this involves about 400 t plastic waste from the LEGO factories in Denmark and Switzerland.

The plant sorts the plastic waste by means of specific gravity sorting. Grinded plastic waste suspended in a fluid, is sorted in a separator which by means of the high centrifugal influence can separate the plastic waste into two fractions. One light and one heavy fraction. By sorting the waste twice, the plant can sort ABS (Acrylnitril-Butadien-Styren) raw material from the 20 other plastic types that the plastic waste from production of LEGO elements consists of.

After sorting the plastic waste, the sorted ABS is inked and extruded, so that the original plastic waste can be recycled in LEGO's production on equal terms with new material.

The plant is unique, as there nowhere else in the world is a similar plant, which is able to sort and work up a specific material fraction from a mix of several plastic materials, even polluted ones.

The plant has a capacity of 800 kg/hour. As some of the material has to be sorted several times the effective capacity is about 500 kg/hour.

The plant has a pay-back time of 4 years, and the total investment is 8.6 mill. kr.

Working up technical plastic materials to a quality compatible to a new raw material has, so far, not been practised in Denmark.

The experiences that we have made with the plant during the first 6 months have shown that we are now able to sort LEGO's plastic waste to a quality good enough to be recycled directly in the production of new LEGO elements.



# 1 Indledning

Genanvendelse har gennem de seneste årtier haft en høj prioritet i hierarkiet af muligheder for bortskaffelse af affald.

Det har således gennem de senest årtier været de skiftende regerings mål at mindske mængden af affald, at undgå deponering af affald og fremme genanvendelsen. Især i de senere år er fokus flyttet fra forbrænding og energiudnyttelse, som havde høj prioritet i affaldsbehandlingen i 80-erne, til genanvendelse af materialer.

Erhvervsaffald udgør i Danmark årligt ca. 6 mio. tons ud af en samlet affaldsmængde på ca. 11 mio. tons. Mængden af plastaffald udgør kun en begrænset andel af den samlede affaldsmængde ca. 290 tons. I 1998 blev der genanvendt ca. 33.000 tons plastaffald. Der er gennem årene gennemført en række initiativer for at fremme genanvendelsen af plast, idet der vurderes at være et betydeligt potentiale.

Plastmaterialer kan inddeles i to hovedkategorier

- termoplast
- hærdeplast

Termoplast er – i modsætning til hærdeplast – karakteristisk ved at kunne opvarmes og formgives flere gange uden grundlæggende ændring af materialeegenskaberne. Termoplast består imidlertid af et stort antal meget forskellige materialer med forskellig kemisk struktur og forskellige egenskaber.

Visse termoplaster anvendes i store mængder til produkter, der forekommer mange steder. Et eksempel er anvendelsen af polyethylen (PE) til folie til bl.a. emballage. Genanvendelsesindsatsen har rettet sig mod de plasttyper, der anvendes i store mængder.

Andre typer termoplast anvendes til tekniske formål, hvor de vælges på grund af deres specifikke tekniske egenskaber. Disse egenskaber er samtidig betinget af en forskellig kemisk opbygning af de enkelte plastmaterialer. Ved genanvendelse giver dette anledning til problemer, idet materialernes forskellige opbygning betyder, at de ikke vil kunne forenes i en genanvendelsesproces.

Dette har betydet, at genanvendelse af en blanding af forskellige plasttyper ikke har været anset for teknisk mulig. Imidlertid er de tekniske plasttyper væsentlig dyrere end bulk plast, hvilket for LEGO Company har været er drivkraft til at iværksætte initiativ med henblik på sortering og genanvendelse.

Erfaringen med en række plastgenanvendelsesprojekter har vist, at det er vanskeligt at opnå en kvalitet af regeneratet som tilsvarende ny plastråvare. Årsager til dette er sammenblanding af forskellige plasttyper samt forureninger i de genanvendte materialer. For LEGO Company har det imidlertid været vigtigt, at kunne opnå en kvalitet, der modsvarer ny råvarer for derved at kunne lade regeneratet indgå i den normale produktion. Det

betyder, at regeneratet direkte erstatter ny plastråvare, hvilket er såvel et betydeligt økonomisk incitament som en væsentlig miljømæssig fordel.

## 2 Baggrund for anlægget

LEGO System A/S har gennem adskillige år givet høj prioritet til miljøbeskyttende og -bevarende foranstaltninger, herunder affaldsminimering og genanvendelse. Plastaffald udgør en betydelig andel af virksomhedens affald, og der er gennem årene gjort store anstrengelse for bl.a. gennem sortering at reducere mængden af ikke-genanvendeligt plastaffald. LEGO System A/S anvender ca. 20 forskellige plastmaterialer, hvor der i vid udstrækning er tale om tekniske plaster i specielle applikationer.

Den årlige affaldsmængde udgør ca. 400 tons for LEGO's fabrikker i Danmark og Schweiz, hvor den største del af fremstillingen af LEGO produkter finder sted.

Den seneste teknologiske udvikling har imidlertid gjort, at der kunne nå endnu et betydeligt skridt, idet det forventedes muligt at udsortere ABS - der udgør den største andel af LEGO Company's plastforbrug - af en blanding af alle materialer, evt. yderligere indeholdende dekoreringsmaterialer og forureninger.

Inden projektet blev startet var målsætningen følgende:

- Projektet skulle give LEGO Company en betydelig miljøgevinst.
- Genanvendelse af mindst 200 tons plastaffald om året.
- Materialet skulle kunne godkendes efter samme kriterier som nye råvarer.
- Tilbagebetalingstiden skulle være under 6 år.

Der blev søgt om et tilskud fra Miljøstyrelsen, som bevilligede 1,5 millioner kr. til at gennemføre projektet. Dette var en væsentlig motivationsfaktor, som bevirkede at projektet blev endelig besluttet i starten foråret 1999, uanset usikkerhed om de teknologiske og økonomiske forhold.

# 3 Sorteringsmetoden

Den sorteringsmetode som anvendes i anlægget bygger på det forhold, at forskellige plasttyper har forskellig vægtfylde.

## 3.1.1 Vægtfyldeprincippet

Alle plasttyper har deres egen specifikke vægtfylde. Vægtfylden for den enkelte plasttype varierer dog alt efter hvilken farve, det drejer sig om. Det er dette fysiske faktum, som udnyttes.

Hvis man forestiller sig en spand med vand, hvor der hældes noget plastgranulat i, vil der efter nogle timer opstå en ligevægt, hvor det materiale, som er tungere end væsken vil synke til bunds, og det materiale, som er lettere vil flyde ovenpå.



Fig. 1.

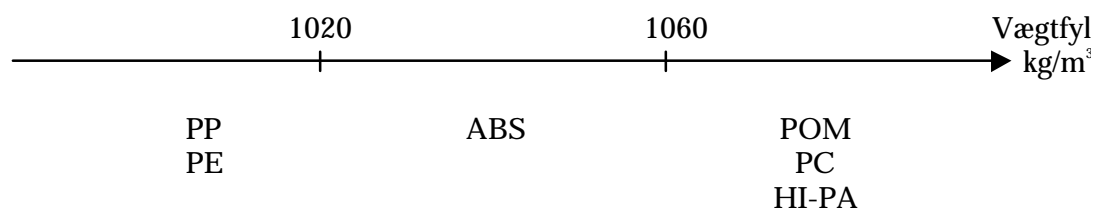
Det er denne fysiske lov, som sorteren bruger til sorteringen af de mange forskellige materialer, der er blandet sammen. Maskinen kan dele input materialet op i to fraktioner.

- Den lette fraktion, som er det materiale, som har en mindre vægtfylde, end den væske det bliver sorteret i.
- Den tunge fraktion, som er det materiale, som har en højere vægtfylde, end den væske det bliver sorteret i

### 3.1.2 Plasttyper og vægtfylde

LEGO anvender mere end 20 forskellige plasttyper, dog er plasttypen ABS langt den største, når man ser på materialeforbruget. Det er derfor også ABS'en som sorteres fra de øvrige materialer og genanvendes.

Fig 2. viser en vægtfylde skala.



Tabel 1 viser eksempler på forskellige plasttypers vægtfylde.

Forkortelse	Navn	Farve	Vægtfylde kg/m <sup>3</sup>
PE-LD	Polyethylen - low density	Sort	920
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Rød	1030
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Sort	1040
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Gul	1040
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Grøn	1050
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Grå	1060
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styren	Hvid	1090
PPO	Polyphenylenoxid	Grå	1070
HV-PC	Polycarbonat	Rød	1200
HI-POM	High impact Polyoxymethylen	Grå	1370
POM	Polyoxymethylen	Gul	1420

# 4 Anlæggets opbygning og virkemåde.

## 4.1 Anlæggets opbygning

Kapitel 4 giver en uddybende beskrivelse af hele anlæggets opbygning og virkemåde. I kapitel 5 er der givet en mere detaljeret beskrivelse af sorteringsanlæggets opbygning.

Anlægget er delt op i 3 delanlæg:

- Opkværning
- Sortering
- Ekstrudering

Hovedvægten er lagt på sorteringsdelen, da de to andre delanlæg er kendte og udbredte anlæg i plastindustrien.

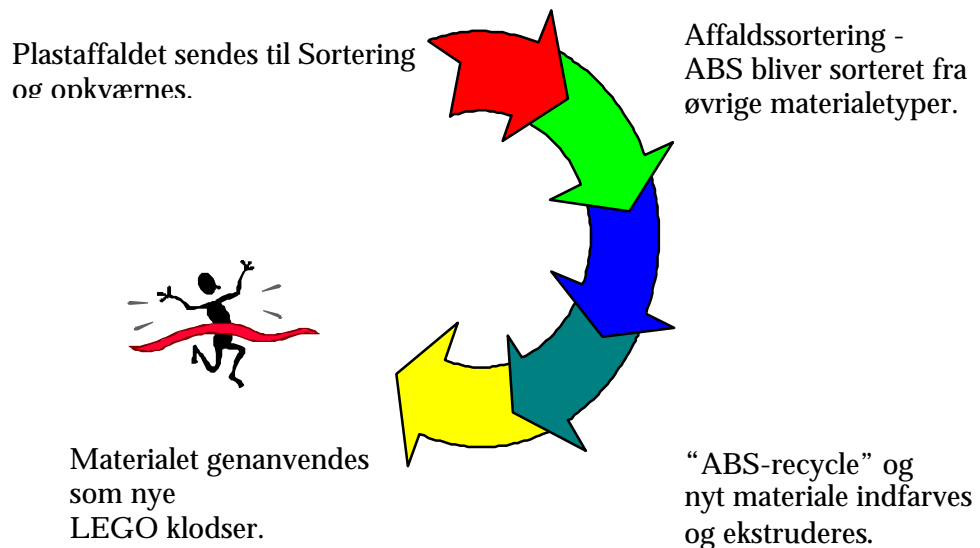


Fig. 3 viser plastaffaldets cyklus i sorteringsanlægget.

Nedenstående fig. viser det totale anlæg skitseret.

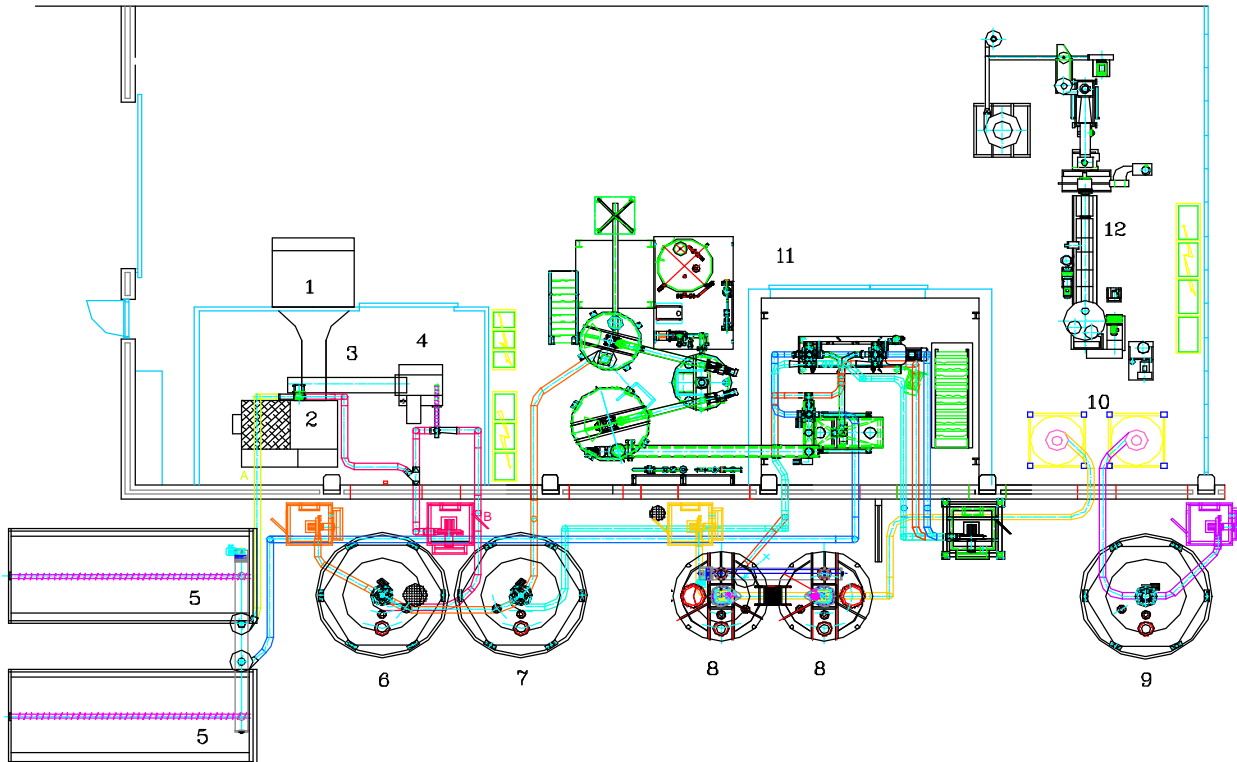


Fig. 4.

Nr.	Beskrivelse
1	Kassetipper. Tipper affaldet op på et transportbånd. Der er på transportbåndet monteret en metaldetektor, for at undgå, at der kommer metal i kværnen.
2	Grovkværn. Kværner emnerne ned til 15 mm. Herfra sendes materialet via en snegl ud på et transportbånd pos. 3.
3	Transportbånd med metaldetektor og metalseparator. Båndet transporterer materialet fra grovkværnen til finkværn.
4	Finkværn. Kværner emnerne ned til 8 mm. Plastaffaldet er nu klar til at komme i sorteringsanlægget. Plastaffaldet blæses ud i en udendørssilo pos. 6.
5	Affaldscontainere. Affaldscontainerne bruges til det materiale, som sorteres fra i sorteringsanlægget. Når begge containere er fulde, køres de til Aalborg Portland til forbrænding.
6	50 m <sup>3</sup> udendørs silo til opkværnet materiale. Der tages fra denne silo, når sorteringsanlægget sorterer materialet første gang. Materialet blæses ind til sorteringsanlægget.
7	50 m <sup>3</sup> udendørs silo til sorteret materiale. Der tages fra denne silo, når sorteringsanlægget sorterer materialet anden gang. Materialet

	blæses ind til sorteringsanlægget.
8	35 m <sup>3</sup> udendørs silo til sorteret ABS materiale. Materialet bliver mikset i siloerne. Dette gøres for at sikre et homogen miks af de forskellige farver, der er i siloen, således at der kan laves den rigtige farveindstilling til ekstruderingen. Materialet mikses ved hjælp af en snegl monteret i siloen.
9	50 m <sup>3</sup> udendørs silo til nyt ABS materiale. Den nye ABS tilsættes for at give det færdige produkt så gode egenskaber, at det kan anvendes som nye LEGO produkter.
10	Dagtanke til ekstruder. Dagtankene bruges for at materialet kan blive klimatiseret, inden det skal igennem ekstruderen. For koldt input materiale til ekstruderen vil betyde en betydelig mindre kapacitet på ekstruderen.
11	Sorteringsanlæg. Se afsnit 2.1.5
12	Ekstruderingsanlæg. Se afsnit 2.2



## 4.2 Anlæggets virkemåde.

### 4.2.1 Opkværning

Affaldet tippes op på et transportbånd, hvor affaldet passerer en metaldetektor, således at metalstumper sorteres fra inden grovkværnen. I grovkværnen kværnes plastaffaldet ned til 15mm. Derefter transporteres det kværnedede affald på et transportbånd med metaldetektor og metalseparator til en fin kværn. Efter kværning til en størrelse på 8 mm er affaldet klar til at komme i sorteringsanlægget.

### 4.2.2 Sortering

Sortering af plastaffaldet foregår ved, at plasten bliver sorteret i en saltvandsopløsning, der har en bestemt vægtfylde, der er fastlagt ud fra, hvilke plastfraktioner, der skal separeres. Maskinen kan derved frasortere bestemte typer plast, som beskrevet i kapitel 4.2.3 og 4.2.4

#### 4.2.3 1. sortering

Ved 1. sortering indstilles væskens vægtfylde til  $1060 \text{ kg/m}^3$ . Plastaffaldet tilføres anlægget, og sorteren deler plastaffaldet i to fraktioner.

- Den lette fraktion, som indeholder ABS, men også andre lettere plasttyper, bliver transporteret ud til en udendørs silo, hvor den bliver opbevaret til 2. sortering påbegyndes. (Blåt på fig 5)
- Den tunge fraktion, som indeholder plasttyperne med en vægtfylde større end  $1060 \text{ kg/m}^3$  bliver transporteret ud i en container som affald, da vi ikke kan genanvende de mange (men mængdemæssige små) plasttyper, der findes i denne fraktion. (Rødt på fig 5)

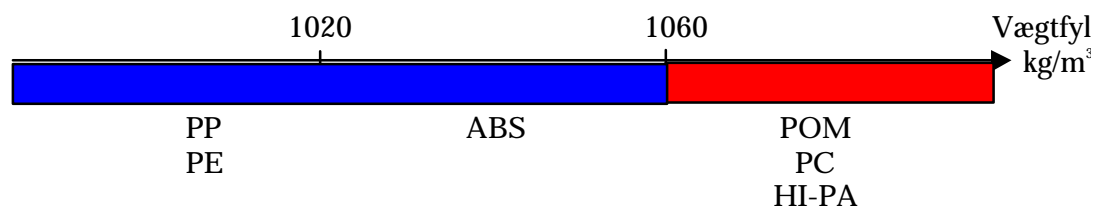


Fig. 5 Vægtfyldeskala. 1. sortering med en vægtfylde på  $1060 \text{ kg/m}^3$

Når der er sorteret ca. 25 tons af den lette fraktion, er den udendørs silo fuld, og 1. sortering stoppes. Inden 2. sortering kan påbegyndes, er det nødvendigt at lave en total rengøring af anlægget for at undgå, at der kommer urenheder med i det endelige resultat.

#### 4.2.4 2. sortering

Efter endt rengøring fyldes anlægget igen med saltvandsopløsning. Ved 2. sortering skal opløsningen have en vægtfylde på  $1020 \text{ kg/m}^3$ . Plastaffaldet bliver igen delt i to fraktioner:

- Den lette fraktion, som indeholder bl.a. PP og PE transporteres ud i affaldscontaineren. (Rødt på fig 6)
- Den tunge fraktion, som nu indeholder ren ABS bliver transporteret ud i en udendørs mixersilo. (Blåt på fig 6)

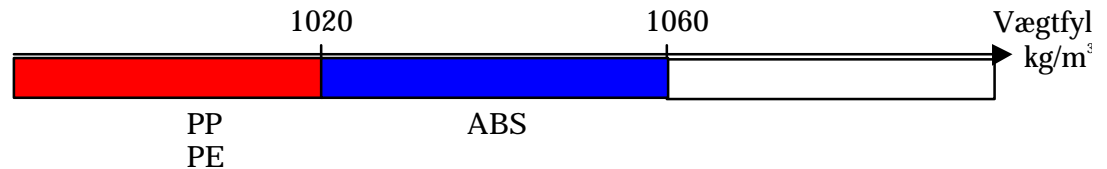


Fig. 6 Vægtfyldeskala. 2. sortering med en vægtfylde på  $1020 \text{ kg/m}^3$

Nu er plastaffaldet blevet sorteret op således, at ABS'en er blevet ren. ABS'en opbevares i den udendørs mixersilo, hvor der er en blanding af ca. 100 forskellige farver. Inden LEGO kan anvende plasten igen, er det nødvendigt, at foretage en indfarvning af materialet. Dvs. at det sorterede materiale laves om til én farve.

#### 4.2.5 Indfarvning og ekstrudering

Den sorterede ABS bliver mikset i den udendørs miksersilo for at få et homogent miks af de forskellige farver ABS, som er i siloen. Efter 16 timers miksning udtages der en prøve fra siloen, som sendes til en underleverandør. Der bliver foretaget en farveindstilling og lavet en master batch (farvestof), som passer til præcist den sammensætning, som siloen indeholder.

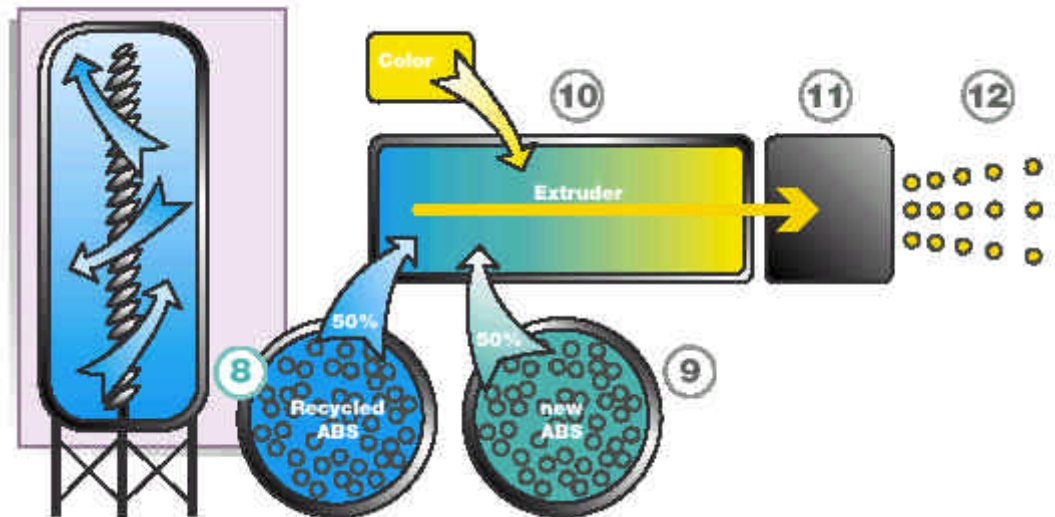


Fig. 7 Ekstruderingsprocessen.

Ekstruderingen kan nu startes.

- Der tilføres 48 % sorteret materiale ( ♀ ), 48 % nyt materiale ( ♂ ) og 4 % masterbatch ( ♀ ), som giver den rigtige farve.
- Materialet bliver nu kørt igennem ekstruderen, hvor det bliver plastificeret.
- Endelig bliver platen pelletteret til plastgranulat, og processen er færdig. Materialet genanvendes herefter i støberiet.

Årsagen til at der tilsættes nyt materiale er, at de mekaniske egenskaber i det sorterede materiale er blevet en smule forringet. Dette skyldes, at det sorterede plast tidligere har været sprøjtet, hvilket giver en lille nedbrydning af molekylerne. Da LEGO bruger det sorterede materiale på nøjagtig lige fod som med nyt materiale, tilsættes 48 % nyt materiale for at sikre, at de mekaniske egenskaber er tilfredsstillende.

Når materialet er produceret, bliver det godkendt med de samme krav, som LEGO stiller til nyt materiale fra ekstern leverandør.

# 5 Sorteringsanlæggets opbygning

Sorteringsanlægget er leveret af det tyske firma Flottweg GmbH, efter specifikationer, der er udarbejdet for dette konkrete anlæg. Anlægget er på fig. 8, delt op i nogle delkomponenter.

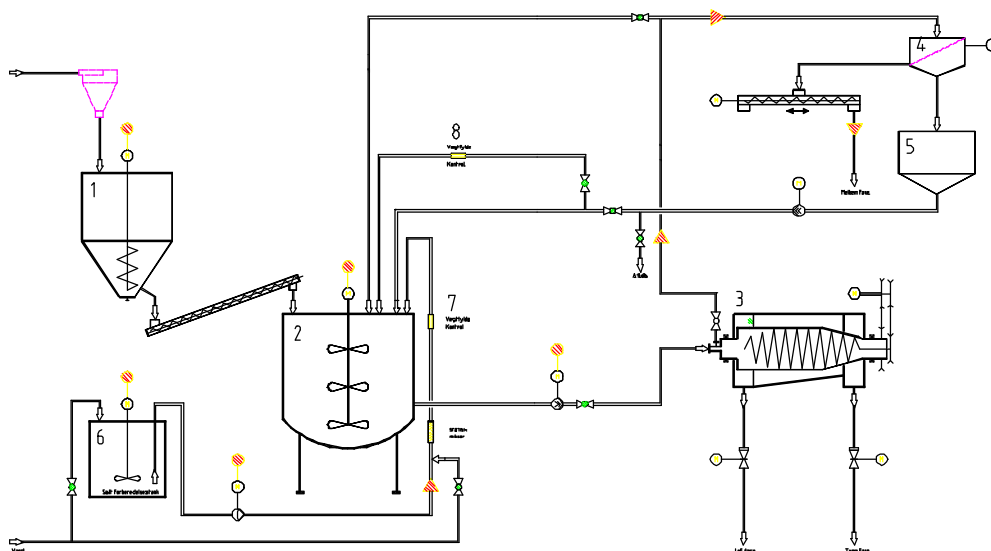


Fig. 8 Principskitse af sorteringsanlægget

1. Fortank til plast granulat
2. Miksertank
3. Sorticanter®
4. Rystebord
5. Buffertank
6. Saltforberedelsestank
7. Vægtfyldemåler dosering
8. Vægtfyldemåler system

## 5.1.1 Fortank til plast granulat

Plast granulaten bliver transporteret fra de udendørs siloanlæg til fortanken. I fortanken er monteret en omrører for at blande plastgranulaten, således at man har en homogen blanding af plastaffaldet, inden det kommer i selve sorterings-maskinen. Fra fortanken til miksertanken bliver materialet transporteret ved hjælp af en snegl, som styrer kapaciteten på anlægget. Sorteringsanlæggets kapacitet er på 800 kg/time.

### 5.1.2 Miksertank

I miksertanken bliver plastgranulatet blandet med en opløsning af vand og kaliumkarbonat. Opløsningen har en forprogrammeret vægtfylde, hvilket sikrer at Sorticanteren laver den ønskede sortering. Der er ligeledes monteret en omrører i miksiloen, som sikrer at opløsningen og plastgranulatet bliver mikset til en homogen blanding, inden det bliver pumpet ind i selve Sorticanteren.

### 5.1.3 Sorticanter®

Sorticanter® er Flottweg GmbH firmanavn for selve sortereenheden. Sorticanteren er opbygget som vist på fig 9.



SORTICANTER® Solid-Liquid-Solid Separation  
SORTICANTER® Fest-Flüssig-Fest Trennung

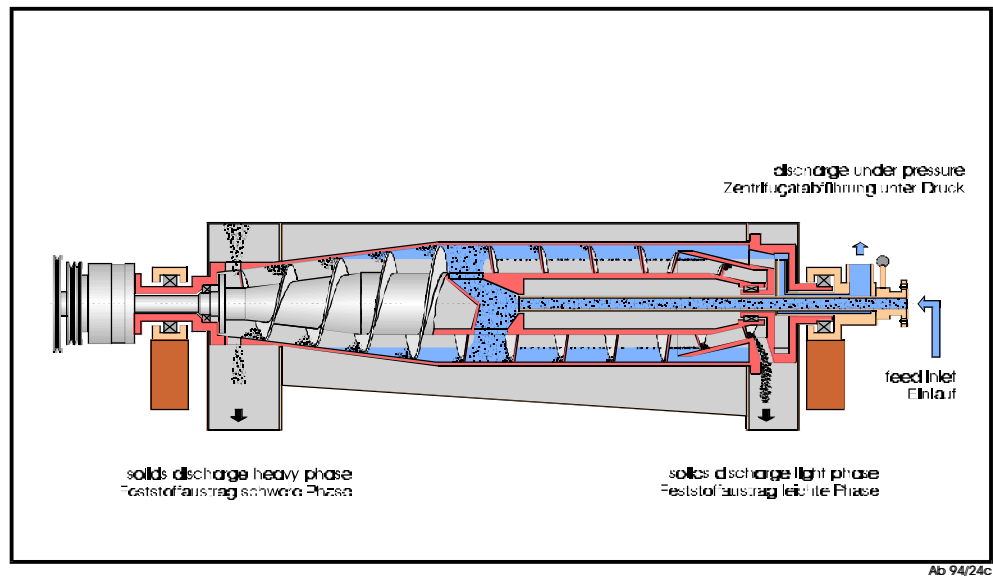


Fig 9 Snit igennem Sorticanteren®.

Sorticanteren® kan sammenlignes med en stor centrifuge.

Omdrejningshastigheden på Sorticanteren® er 3000 omdr/min. På grund af omdrejningshastigheden opstår en "vandring" inde i selve centrifugen. Væsken og plastgranulatet bliver pumpet ind i midten af Sorticanteren. Her bliver plastgranulatet påvirket i et meget kraftig centrifugalfelt på grund af, at materialet bliver "slynget" ud mod sorticanterens periferi. Dette gør, at plastgranulatet bliver påvirket med en tyngdekraft 1000 gange større end den, man normalt påvirkes af fra jordens tiltrækning. Det bevirker, at adskillelsen imellem den lette og tunge fraktion foregår lynhurtigt og betydelig mere sikkert, end hvis processen skulle foregå ved hjælp af kun jordens tiltrækningskraft i et flydekar.

Det plastgranulat, som er lettere end væsken bliver ført med væskestrømmen til højre på fig. 9. I den sidste zone bliver det lette materiale tørret ved at en snegl fører materialet ud af "vandringen". Den lette fase bliver derved tørret til en fugtighed på under 1 %.

Det plastgranulat, som er tungere end væsken synker til bunden af "vandringen" og bliver transporteret til den anden ende af Sorticanteren ved hjælp af sneglen. I den sidste zone bliver det tunge materiale tørret, ved at

sneglen fører materialet ud af "vand ringen", og den tunge fase bliver derved ligeledes tørret til en fugtighed på under 1 %.

#### **5.1.4 Rystebord**

Returvæsken indeholder en lille mængde granulat, som har en vægtfylde meget tæt på den vægtfyldte væsken har. For at undgå, at dette granulat bliver ved med at cirkulere i anlægget, bliver en del af returvæsken ledt hen over et rystebord, hvor granulatet bliver siet fra.

Det materiale, som bliver siet fra under 1. sortering, bliver transporteret til affaldscontainerne, da dette materiale indeholder for store mængder urenheder. Materialet, som bliver sorteret fra væsken under 2. sortering, bliver kørt igennem anlægget en ekstra gang med en vægtfylde på  $1010 \text{ kg/m}^3$ .

#### **5.1.5 Buffertank**

Tanken sikrer, at der hele tiden kommer en konstant væskeflow til de automatiske vægtfyldemålere. Dette er nødvendigt for at sikre, at vægtfyldemålerne giver en korrekt måling. Vægtfyldemålerne overvåger hele tiden, at væsken har den ønskede vægtfylde. Hvis vægtfylden kommer udenfor den indstillede værdi, begynder systemet automatisk at regulere vægtfylden ved at tilføre mere vand eller salt.

#### **5.1.6 Saltforberedelsestank**

I saltforberedelsestanken laves der en koncentreret saltopløsning, som bruges til at justere vægtfylde i anlægget.

#### **5.1.7 Vægtfyldemåler system**

Vægtfyldemåleren, laver en kontinuerlig kontrol af, om vægtfylden i systemet ligger indenfor de grænser, der er indtastet. Hvis vægtfylden bevæger sig udenfor grænsen, begynder styringen at justere vægtfylden op imod sætpunktet. Dette bliver styret af anlæggets centrale styring. Udfra de signaler systemets vægtfyldemåler giver, begynder doseringsanlægget at justere.

#### **5.1.8 Vægtfyldemåler doseringanlæg**

Vægtfyldemåleren i doseringskredsen bruges til at blande det rigtige forhold imellem den koncentrerede saltopløsning og rent vand. Udfra de målinger vægtfyldemåleren i hovedsystemet laver, beregnes hvilken mængde og koncentration, der skal justeres med. Erfaringer med sorteringsanlægget

# 6 LEGO Systems erfaringer med sorteringsanlægget

Sorteringsanlægget har været under indkøring i en periode på 6 måneder. Den lange indkøringsperiode skyldes primært, at det har været ny teknologi for såvel LEGO System A/S som vore leverandører. Dette har naturligvis krævet nogle "lærepenge", men vi er på trods heraf godt tilfredse med den kvalitet og mængde, vi får ud af vores plastaffald.

## 6.1.1 Anlæggets sorteringskvalitet

LEGO Company foretog dels en række test hos bl.a. udstyrsleverandører og dels blev der gennemført en række laboratorieforsøg, inden det blev besluttet at investere i anlægget.

De test, der blev foretaget med det etablerede anlæg, viste en renhedsgrad på mellem 99,5 og 100 %.

Testene blev foretaget med en kendt sammensætning af det tilførte plastaffald. De 20 forskellige plasttyper, der var blandet sammen i testmaterialet, blev tilsat forholdsmæssigt i forhold til det forbrug, LEGO Company anvender af den pågældende plasttype i produktionen af plast legetøj. De forskellige plasttyper havde forskellige farver, således at man hurtigt kunne skabe sig et overblik over sorteringskvaliteten.

Som tidligere nævnt sorterede maskinen testaffaldet til en renhedsgrad på mellem 99,5 – 100 %. Ud af den mængde ABS, der var i testmaterialet, havde maskinen en virkningsgrad på 0,90, hvilket hovedsagelig skyldes, at der bl.a. var 5 % hvidt ABS med i testmaterialet, som har en vægtfylde på 1090 kg/m<sup>3</sup>, og da sorteringen blev foretaget i intervallet mellem 1020 – 1060 kg/m<sup>3</sup>, er det naturligt nok.

For at sikre, at anlægget levede op til vores forventninger, blev det i kontrakten bl.a. specificeret, at sorteringskvaliteten skulle være lige så god eller bedre, end den vi havde set i testene med nøjagtigt det samme testmateriale. I kontrakten blev specificeret, at anlægget skulle være muligt at gøre fuldstændigt rent. Det er nok det punkt, som har givet de fleste ændringer på anlægget, da leverandøren i starten havde en noget anderledes opfattelse af, hvad "fuldstændigt rent" betyder. Det er vigtigt for et godt sorteringsresultat, at anlægget kan gøres rent når der skiftes imellem sorteringerne, da dette ellers ville være kilde til et urent produkt og dermed dårlige materialeegenskaber i vores slutprodukt.

LEGO System A/S har i det første halve år sorteret ca. 250 tons plastaffald i anlægget. Alle test på det sorterede materiale har vist tilfredsstillende resultater, så sorteringskvaliteten må siges at være meget tilfredsstillende.



### **6.1.2 Udnyttelsesprocenten af LEGO plastaffald.**

De erfaringer, som LEGO System A/S har efter et halvt års indkøring og drift, viser at LEGO kan genanvende ca. 50 % af det plastaffald, virksomheden laver. Da det på årsbasis drejer sig om en gennemsnitlig plastaffaldsmængde på 400 ton, vil det sige, at LEGO på årsbasis kan oparbejde ca. 200 tons ABS, som ellers ville være gået tabt. Alternativt ville der tilsvarende skulle indkøbes denne mængde ny ABS

# 7 Økonomi

## 7.1.1 LEGO's investering i anlægget

LEGO System A/S har investeret 7,4 millioner kr. i det komplette anlæg, som består af kværne, silo-, transport-, sorterings- og ekstruderanlæg. Selve sorteringsanlægget udgør 3,2 millioner kr. LEGO Company har derudover brugt 1,3 millioner kr. i bygningsomkostninger.

Der er ydet tilskud fra Miljøstyrelsen, som har bidraget med 1,5 millioner kr. til projektet. Tilskuddet er ikke medtaget i de ovenstående tal for investeringens størrelse for LEGO Company, og kan derfor fratrækkes den samlede investering på 8,7 millioner kr.

## 7.1.2 Tilbagebetalingstiden for anlægget

Ud fra de erfaringer LEGO Company har med anlægget efter et halvt års indkøring og drift er den forventede tilbagebetalingstid knap 4 år.

Det er dog ud fra en række forudsætninger, som antages også vil være gældende i perioden fremover. Den vigtigste faktor i den forbindelse er helt klart indkøbs-prisen på ABS plast.

Stigende priser på plastråvarer – især specielle typer og kvaliteter – ses for tiden. Dette er medvirkende til reduktion af tilbagebetalingstiden for anlægget, og dermed forbedring af totaløkonomien i genanvendelse af plast.

## 8 Testanlæg for Dansk industri.

LEGO System A/S ønsker at medvirke til at fremme genanvendelsen af plast. Vi vil gerne medvirke til, at der genanvendes så meget som overhovedet muligt. Dette skal naturligvis foregå indenfor velovervejede rammer med hensyn til miljømæssige påvirkninger ved genanvendelsen og den økonomiske omkostning.

Derfor stiller LEGO System A/S anlægget til rådighed for andre danske plastproducenter, der måtte ønske at få foretaget test på sorteringsanlægget for at få klarlagt evt. muligheder for at genanvende deres plastaffald.

Faktorer som peger i retningen mod at investere i et sorteringsanlæg er følgende:

- Materialet, som skal genanvendes, har en høj indkøbspris. Det gør differencen imellem produktionsomkostningerne og den pris, man kan få for det regenererede materiale, høj og dermed tilbagebetalingstiden kort.
- Mængden. Det er klart, at jo større mængder der køres igennem anlægget jo hurtigere vil investeringen blive tjent hjem.
- Anlægsinvestering. Man må forvente, at når teknologien bliver mere kendt og anvendt, falder priserne på det udstyr som skal til. Der kan naturligvis også ske en videre teknologisk udvikling, som gør at anlægget kan gøres billigere/bedre.

Det er derfor svært at give et endeligt svar på, hvor store mængder man skal have inden, det er en god forretning. Dette er man nød til at regne på i hvert enkelt tilfælde. LEGO vil være behjælpelig med data til et realistisk budget for firmaer, som overvejer at investere i et ligende anlæg.

Interesserede firmaer bedes henvende sig til følgende afdeling:

LEGO System A/S  
Plastforarbejdningen  
Kornmarken  
7190 Billund

Telefonisk kan der rettes henvendelse til Projektleder Anders Christiansen på telefon 79506762.

# 1 Leverandøroversigt

Sorteringsanlæg:

Agentur:  
Gertsen & Olufsen  
Savsvinget 4  
2970 Hørshold  
Danmark

Leverandør:  
Flottweg GmbH  
Industriestrasse 6-8  
D-84137 Vilsbiburg

Ekstruderingsanlæg:

Agentur:  
Semex Plastmaskiner  
Søren Enevoldsen  
Hejreskovvej 22 C  
3490 Kvistgaard  
Danmark

Leverandør:  
OMP PreAlpina  
Via U. Foscolo 11  
20025 Legnano  
Italy

Transportanlæg:

Leverandør:  
Agrovent A/S  
Rørsangervej 24  
9560 Hadsund  
Danmark