



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Optimering af højkalorie affaldsudnyttelse i cementindustrien

Miljøprojekt nr. 2027

Juni 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Thomas Jessen - ReTec Miljø ApS

Fotos: ReTec Miljø ApS

ISBN: 978-87-93710-50-4

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Formål</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Baggrund – hvad er den nuværende situation?</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Formål, mål og succes-kriterier – den forventede løsning</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Hvad er den teknologiske nyhedsværdi?</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>Hvad var de forventede miljø- og ressource-mæssige effekter?</b>	<b>9</b>
<b>7.</b>	<b>Fremstilling og opbygning af demo-anlæg</b>	<b>10</b>
<b>8.</b>	<b>Indledende test – Test 1</b>	<b>11</b>
8.1	Test 1.1 - Rundballer	11
8.2	Konklusion Test 1.1	13
8.3	Test 1.2 – Firkantballer	13
8.4	Konklusion Test 1.2	14
<b>9.</b>	<b>Test 2</b>	<b>16</b>
9.1	Test 2 – Firkantballer	16
9.2	Konklusion – test 2	16
<b>10.</b>	<b>Markedsmæssige input</b>	<b>18</b>
<b>11.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>19</b>
	<b>Bilag 1. Procestegning</b>	<b>20</b>

# 1. Formål

Dette projekt "Optimering af højkalorie affaldsudnyttelse i cementindustrien" har haft et projektbudget på 2.102.500 kr. og er finansieret 45 % via Miljøstyrelsens tilskudsordning MUDP 2015. De resterende 55 % af projektbudgettet er finansieret af ReTec Miljø ApS.

Situationen ved projektets opstart var, at cementindustrien hvert år forbruger millioner af tons affald fra såkaldte SRF-baller. Dette er affald fra især husholdninger, hvorfra man har udvundet en brandbar højkaloriefraktion, som er særdeles attraktiv i virksomheder, der har et højt energiforbrug, som eksempelvis cementindustrien. Her erstatter SRF-ballerne et højt forbrug af kul.

Desværre udnyttes ca. 5 % af den tilgængelige energiressource ikke, og for et gennemsnitligt cementværk svarer dette spild til et tab på 2 millioner kr. om året. Den tabte ressource ligger dels i tusinder af tons wrap-plastic, der indkapsler SRF-ballerne, dels en procentdel af affaldet og dels de mange tons stål, der årligt forbruges i forbindelse med emballeringen af ballerne. Cementindustrien er presset at konjunkturere, men ved at udvikle en ny pig-valse, der håndterer spildet og klargør det til udnyttelse og genanvendelse, vil vi tilføre branchen et miljømæssigt alternativ, der er koblet til økonomisk sund fornuft.

Der blev nedsat en følgegruppe for projektet, som bestod af følgende medlemmer:

- Søren Freil, Miljøstyrelsen (formand)
- Thomas Jessen, ReTec Miljø ApS
- Kjeld Jensen, ReTec Miljø ApS

Desuden har Peter Andreasen fra cementproducenten Aalborg Portland A/S været involveret i projektet som teknisk sparringspartner for ReTec Miljø ApS.

Projektet er blevet gennemført i perioden 1. januar 2015 – 31. december 2017.

## 2. Summary

The purpose of the project was to engineer and produce a new unwrapping-system for SRF (solid recovered fuel) waste bales, that could sort out plastic wrapping and metal wires from the waste. The reason to conduct such a project is due to the fact, that the cement-industry have started using alternative fuel materials, where SRF-bales is a big trend.

With the new unwrapping-system for SRF it is of great importance that the wrapping and the metal wires are 100 % separated from the waste, otherwise it would make complications in the future burning process. Often used, is a fluid-bed system, blowing the small factions up in the air before igniting.

We conducted several tests with the system, but ended up having problems with metal wires ending up in the waste fraction, as well as metal wires wrapping around the picking system, resulting in production stop. Based on these tests the system was deemed a failure, since the cement-industry is so streamlined, that they cannot accept the uncertainty of the system, with regards to cleanness of the waste fraction and the risk of unforeseen production stops.

### 3. Baggrund – hvad er den nuværende situation?

Cementindustrien er en af samfundets største energiforbrugere. Traditionelt har sektoren opvarmet med kul, men i takt med at affald er identificeret som en energiressource, og da affald som samlet produkt handles som en ressource i dag, har cementindustrien i vid udstrækning slået sit energiforbrug over på såkaldte SRF-baller. Det er en fraktion af især almindeligt husholdningsaffald, som indeholder affald med højt kalorieindhold, og som derfor har en højere brændværdi end gennemsnitligt husholdningsaffald. Især er den organiske del af husholdningsaffaldet udeholdt af SRF-fraktionen. Cementindustrien i Danmark modtager typisk SRF-baller fra UK,

SRF-ballerne produceres af affaldsvirksomhederne med henblik på videresalg og transport til kunden. For at muliggøre transporten "wrappes" ballerne ind i plast og snøres sammen med stålwire, så der er hold på affaldet under transporten, samtidigt med, at de kan oplagres, hvis der er behov for det. Det er en stor fordel indtil den dag, ballerne skal åbnes, og indholdet skal brændes. Herefter er det en ulempe, for stålwire og det store indwrappingsplast er uønskede elementer i ovnen. Det skyldes, at cementindustrien arbejder med en speciel form for forbrænding, hvor brændslet holdes oppe under forbrændingen ved hjælp af et lufttryk nedefra. Denne teknik kan ikke bruges til wrapplasten, som derfor frasorteres maskinelt sammen med stålwire, og desværre også sammen med en del af det affald, der er købt. Tilbage står cementværket med mere end 5 % af sin energiråvare, som kan være fragtet over stor afstand, som nu blot er ubrugeligt affald, og som udgør en omkostning ved bortskaffelse – fordi der ikke findes en proces i dag, der kan tage hånd om det. Problemet er dermed såvel miljømæssigt, som erhvervsmæssigt og teknologisk.

## 4. Formål, mål og succeskriterier – den forventede løsning

Formålet med projektet var at udvikle en teknologi og en proces, som cementindustrien kan udnytte og eliminere den uønskede affaldsmængde. Dette vil vi gøre ved at udvikle en zero-waste teknologi, der kan:

1. Opsamle stålet i en ren fraktion, som kan sælges som ressource til genanvendelse.
2. Udvinde wrapplast, som herefter kan neddeles og tilbageføres til brændselsaffaldet for regulær udnyttelse som energiressource.

Løsningen lå centralt i at udvikle en speciel pig-valse, som i forlængelse af ballernes åbning/oprivning opsamler wrapplast og stål og separerer de to forskellige ressourcer for videre anvendelse.

Et gennemsnitligt cementværk køber årligt ca. 100.000 tons affald i SRF-baller med henblik på forbrænding. 5000 tons bliver i dag ikke brugt på grund af den skitserede problemstilling. For cementindustrien ligger der et stort incitament i at få løst dette problem, og det var vores ambition at løse problemet i projektperioden, således at vi med projektets afslutning havde et klart bidrag til industrien, der økonomisk vil være attraktivt i en størrelsesorden, som muliggør en tilbagebetalingstid på ca. et år.

Projektets mål var:	Succeskriterier var:
Udvikling af pig-valse og proces.	Færdig teknologi klar til implementering.
Eliminering af andelen af SRF-affald, der ikke kan udnyttes som energiressource i cementindustrien.	Registreret opnået procesforbedring ved implementering.
Skabe et opsamlingspunkt for stål til genanvendelse.	Registreret opnået procesforbedring ved implementering.
Udvikling af en samlet proces med en tilbagebetalingstid på under et år.	Påvist økonomisk effekt overfor industrien.

## 5. Hvad er den teknologiske nyhedsværdi?

I dag anvendes SRF-ballerne som beskrevet i cementindustrien som erstatning for fossilbrændsel (kul). Ballerne modtages på cementværket, og når de skal anvendes, sendes de igennem en åbningsteknologi, der river ballen op og åbner den wrap/stålwire-emballage, som ballen er pakket ind i. Da cementindustriens ovne som hovedregel arbejder ved, at brændslet holdes oppe ved hjælp af et underliggende lufttryk, for at skabe en bedre forbrænding, er det vigtigt, at brændslet holdes i sin indledende neddelte størrelse – og her er det selvsagt et problem at anvende den betydelige mængde af wrapplast, ligesom stålwiren heller ikke er ønsket i forbrændingen. I dag sendes brændsel/wrap/wirer igennem en tromlesigte, hvor det ønskede brændsel frasigtes til ovnen – sigtens udvindingsgrad er dog ikke optimal og sammen med wrapplast og wiren, tilbagebliver 2-3 % af det affald, der regulært kunne bruges som brændsel. Alt i alt modsvarer den andel af ballen ca. 5 % af ballens vægt – og da et cementværk i gennemsnit bruger 100.000 tons brændsel om året, udgør spildet 5000 tons værdifuld affaldsråvare. Dette er processen, som den foregår i dag, og det er et udtalt ønske fra vore samarbejdspartnere i cementindustrien, at der udtænkes en ny måde at behandle ballerne på.

Den nye proces-ide, handlede om at udvikle en pig-valse, der ville være i stand til at opsamle wire og store plaststykker (wrappen) efter oprivningen af ballen. Herefter ville plast og wire blive ført videre på et bånd forbi en magnet, der opsamler stålet, og wrapplasten fortsætter over i en neddeler, der reducerede plasten til den ønskede fragmentstørrelse. Herefter tilbageførtes wrapplasten til affaldet og kan bruges i ovnen som højkaloriebrændsel. Stålet skulle samles sammen og sælges som værdifuld råvare til genanvendelse, og vi ville derved have elimineret 5000 tons uønsket affald fra det cementværk, som implementerer processen og gjort samme mængde til brugbare ressourcer.

Pig-valsens er en roterende enhed, der på den eneside af valsens arbejdsfelt skubber piggene ud, så de griber de store emner i affaldet – (og det vil sige wrap og wire). Emnerne trækkes væk fra det øvrige affald, og på den anden side af rotationens arbejdsfelt trække piggene ind i valsens kerne, hvorved det opsamlede wrap og wire frigøres og falder ned på et bånd, hvorfra det (med kendt magnetteknologi) kunne separeres i stål og plast/wrap).

Det internationale perspektiv var gældende for hele ovenstående. Cementindustrien er en udpræget international industri, hvor relativt få – men meget store koncerner – dækker meget store regioner. Blandt andet er en af vore kunder i dag virksomheden CEMEX, der betragtes som en af verdens allerstørste cementforetagender. Også danske Aalborg Portland fungerer i vid udstrækning internationalt.



## 6. Hvad var de forventede miljø- og ressource-mæssige effekter?

Et gennemsnitligt cementværk forbruger ca. 100.000 SRF-baller om året, og hver balle vejer ca. 1 ton. Store aftagere er Syd- og Østeuropa, ligesom Sydamerika og Mellemamerika også forbruger væsentlige mængder SRF. Det skyldes bl.a. at der her er store regioner, der har begrænset adgang til anden brændsel, og som derfor ser en økonomisk fordel i at anvende SRF-ballerne. Vi vurderer, at 200 cementværker verden over i dag anvender SRF-ballerne helt eller delvist, og tallet er stigende i takt med, at affaldsmængden stiger og adgangen til kul og olie falder. Med en status anno 2018, hvor 200 værker i gennemsnit producerer 5000 tons affald, som ikke kan direkte anvendes, ville et succesfuldt udkomme af dette projekt løse et problem med 1.000.000 tons affald om året i cementindustrien.

## 7. Fremstilling og opbygning af demo-anlæg

Pick-valsens blev udtænkt, designet og konstrueret af en konstruktør hos ReTec Miljø ApS i samarbejde med ejeren af virksomheden. Maskinen blev tegnet i programmet Autodesk Inventor. Ligeledes blev maskinen fremstillet i smedeværkstedet hos ReTec Miljø ApS.

Maskinen var tiltænkt i en opstilling in-line efter en ReTec balleåbner, som har det formål at åbne/flå ballerne fra hinanden, uden nogen form for separation eller neddeling. Herefter skulle separationen af wrapplast/tråd og neddelt affald foregå således, at det blev leveret ud i 2 fraktioner via 2 transport med aflevering i 2 stk. containere. For at opnå en zero-waste fraktion, skulle fraktionen wrapplast og tråd neddels i en shredder og herefter bortsorteres jernfraktionen med en overbåndsmagnet. Se bilag 1 – Procestegning.

## 8. Indledende test – Test 1

Maskinen har i perioden efter sin fremstilling været opstillet i en lagerhal, som har været anvendt som test-center for dette projekt.



De indledende test med materiale blev udført d. 13. februar 2016. Der er testet med både rundballer og firkantballer og med wrapplast og ståltråd omkring.

### 8.1 Test 1.1 - Rundballer

Den første test som blev udført med maskinen, var i rundballer pakket i wrapplast uden stålwire omkring. Generelt kan man sige at balletypen er underordnet for pick-valsens, idet at ballerene uanset hvad rives op af balleåbneren.

Billede: Output rejekt (wrapplast med en lille andel af affald)



Billede: Output SRF affald



## 8.2 Konklusion Test 1.1

Grundlæggende gør maskinen et fornuftigt stykke arbejde og laver en tilfredsstillende separation, hvor der dog kommer enkelte større plaststykker med i affaldsfraktionen. Dette vil være et problem for den videre proces, hvor materialet skal blæses videre ind i brænderen. Er materialerne for store eller for lange vil det blokere for tilførslen og danne en prop og driftstop.

Enkelte gange skete det at wrapplast vikled sig omkring valsen, hvilket også er et problem, da det hindrer opfangelsen af nyt wrap.

Kapaciteten er ikke testet.

## 8.3 Test 1.2 – Firkantballe

Test 1.2 blev udført med firkant baller som både var indpakket med wrapplast og ståltråd. Balletypen er igen underordnet for pick-valsens, idet at ballerne uanset hvad rives op af balleåbneren.

Billede: Ståltråd viklet omkring valsen.



#### 8.4 Konklusion Test 1.2

Det faktum at ballerne også var indpakket med tråd, viste sig at være en yderligere udfordring. Enkelte gange kom der ståltråd med i affaldsfraktionen og videre ud i containeren. Desuden vikledede der sig, ståltråd rundt om valsen et par gange, hvilket igen besværliggjorde opgaven at sortere yderligere wrap og ståltråd fra.

Kapaciteten er ikke testet.

Billede: Ståltråd på outputbånd til affaldsfraktion.



## 9. Test 2

Som et forsøg på at optimere oprivningen af ballerne og få en neddelers-effekt ud af valsen i balleåbneren før pick-valsens, udviklede vi en ny type rotor, med en anden stilling på tænderne. Tænderne sidder nu, så man har et snit på hele bredden per omgang.

### 9.1 Test 2 – Firkantballer

Testen blev foretaget d. 23. marts 2017 i samme faciliteter som test 1.

Test 2 blev udført med firkantede baller som både var indpakket med wrapplast og ståltråd.

Billede: Ståltråd på outputbånd til affaldsfraktion.



### 9.2 Konklusion – test 2

Efter udførelsen af test 2, kunne vi konstatere at mængden af lange/store wrapstykker er minimeret, hvilket skyldes den nye tand-stilling på valsen i balleåbneren. Desværre ser vi stadig lange stykker tråd, som vikler sig omkring pick-valsens og ved et par tilfælde også kommer med affaldsfraktionen.

Balleåbneren har ved montage af de nye tænder på valsen, fået en højere kapacitet, hvilket paradoksalt nok er en ulempe, da det giver betydelig mere materiale, som skal igennem pick-valsens på samme tid. Her oplevede vi ofte, at pick-valsens stoppede til og materiale "oversvømmede" maskinen.

Billede: Materiale "oversvømmer" maskinen





# 10. Markedsmæssige input

Gennem vores kendskab til cementindustrien har vi gennem årene erfaret, hvor vigtigt det er for værkerne, at opretholde en kontinuerlig produktion uden nedbrud. Dette uanset om man anvender traditionelle former for brændsel eller alternativt brændsel, som f.eks. affaldsballer. Driftstop eller nedbrud medfører ofte store omkostninger, derfor arbejdes der intensivt på at minimere disse samt risiciene hertil.

Netop derfor er det en stor ulempe, hvis der kommer større emner med i processen fra åbningen af ballerne og videre ind i ovnen.

Cementindustrien bruger som hovedregel ovne, der arbejder ved, at brændslet holdes oppe ved hjælp af et underliggende lufttryk for at skabe en bedre forbrænding. Netop derfor er det vigtigt, at brændslet holdes i sin indledende neddelte størrelse – og her er det selvsagt et problem at anvende den betydelige mængde af wrapplast, ligesom stålwiren heller ikke er ønsket i forbrændingen.

Maskinen har været fremvist for Aalborg Portland, som vi samarbejder med, ligesom den er præsenteret for Heidelberg Cement.

Vi har været til en række møder med Heidelberg, som er femtestørste cement producent med 71 fabrikker worldwide. De arbejder meget målrettet med alternative fuel udnyttelse og anvendelsen og er hele tiden på udkig efter de bedste processer, så de kan optimere udnyttelsesgraden af deres input.

# 11. Konklusion

Efter vores arbejde med MUPD projektet og vores ide med pick-valsens, må vi desværre konkludere at vi ikke kommer 100 % i mål med en løsning, som kan implementeres i cementindustrien. Vi har været i dialog med MUDP-sekretariatet løbende, og da vi i forlængelse af de nævnte tests ser for mange usikkerhedspunkter forbundet med maskinen, som vil øge risikoen for pludseligt opstående driftstop i hele linjen, har vi valgt at afbryde projektet uden at udnytte hele det tildelte tilskudsbeløb. Teknologisk har især risikoen for, at der kommer tråde med videre igennem anlægget og ind ovenlinjen, vejet tungt for denne beslutning.

Desuden kan vi se, at det er svært at arbejde med en differentieret kapacitet på balleåbneren før maskinen. Variationen af kapacitet ligger indenfor et meget lille område. Ved en høj kapacitet på balleåbneren oversvømmes pick-valsens med materiale og herved øges risikoen for, at der kommer tråde med i den videre proces.

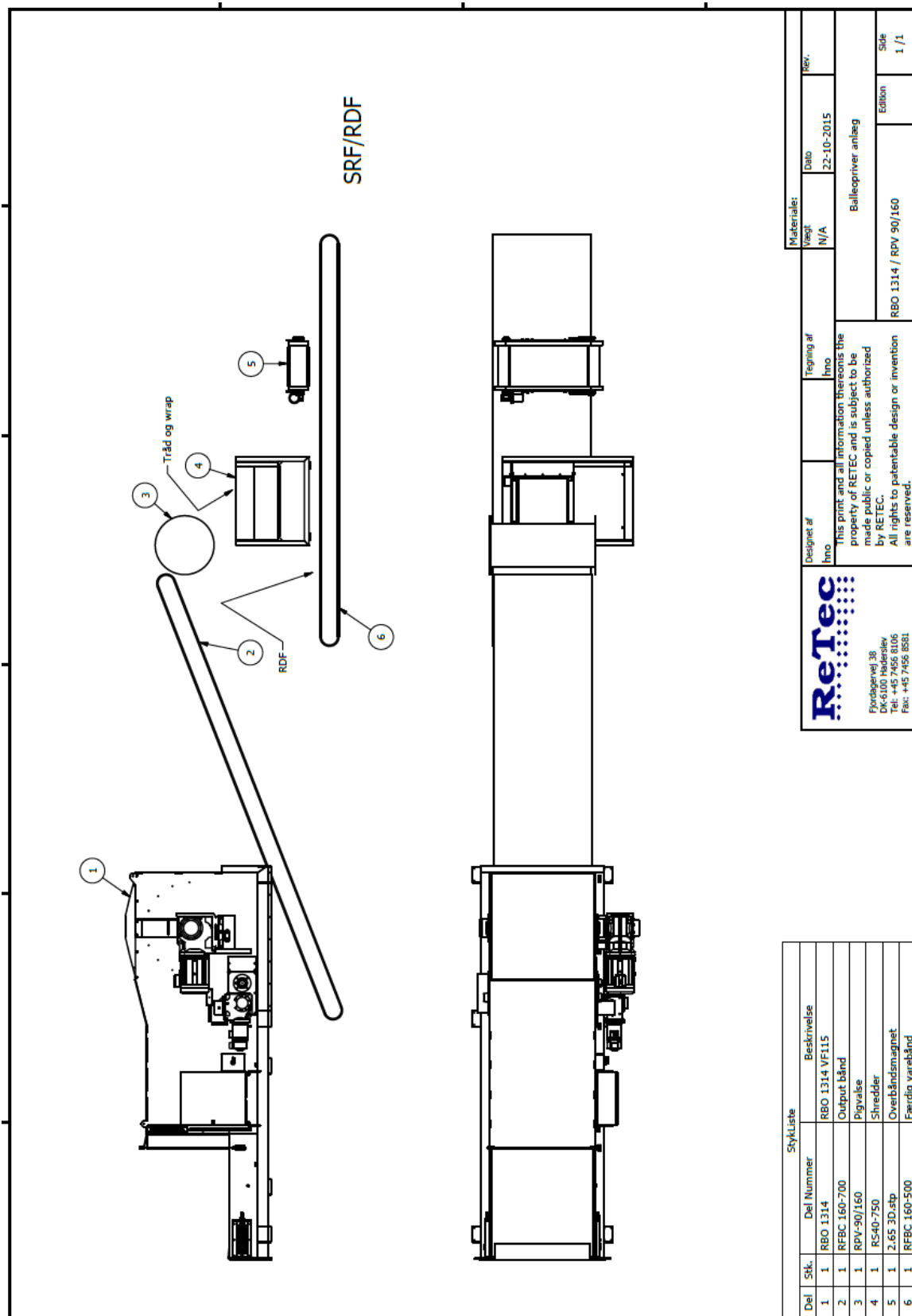
Vores erfaringer fortæller os, at der arbejdes med kapaciteter på mellem 5 ton/t op til 40 ton/t i balleåbningsprocessen, og pigvalsens kan ikke dimensioneres til at håndtere så stort et interval, uden at den bliver meget større – og meget dyrere (uøkonomisk).

Generelt for hver test vi udførte, sker det, at sidste del af ballen kommer ud af balleåbneren som en samlet klump. Dette bevirker også at pick-valsens oversvømmes og man opnår derved en dårlig separering. Modsat fald, har man i en traditionel tromlesigte, med en længde på f.eks. 5-6 meter, mere plads og tid til at lave udsorteringen af tråde.

Gennem dialog og besøg hos Aalborg Portland, har vi kunne konstatere vigtigheden af, at holde en kontinuerlig drift ved åbning af baller med minimal risiko for nedbrud samt en fornuftig kapacitet (ca. 30 ton/t) Aalborg Portland anvender et system med en balleåbner og efter tromlesigte opstillet efterfølgende til sortering af SRF og wrap/tråd.

Aalborg Portland har oplyst, at de for ca. 100 kr./ton får neddelt deres wrap/tråd fraktion hos et lokalt affaldsselskab. Når prisen er så lav, er incitamentet for at lave en in-house kompakt zero-waste løsning ikke tilstede, idet det også medfører øgede risiko for nedbrud. Med denne viden opbygget, afslutter vi hermed projektet, og vi er indstillet på at være til rådighed for dialog med interesserede, der kunne have et ønske om at kende projektet dybere.

# Bilag 1. Procestegning



StykListe			
Del	Stk.	Del Nummer	Beskrivelse
1	1	RBO 1314	RBO 1314 VF115
2	1	RFBC 160-700	Output bånd
3	1	RPV-90/160	Plovalse
4	1	RS40-750	Shredder
5	1	2-65 3D.stp	Overbåndsmagnet
6	1	RFBC.160-500	Færdig varebånd

**Retec**

Fødselsvej 38  
DK-8100 Rødovre  
Tel: +45 7456 8106  
Fax: +45 7456 8881

Designer af  
hmo

Tegning af  
hmo

Vægt  
N/A

Dato  
22-10-2015

Materialer:  
Balleprøver anlæg

RBO 1314 / RPV 90/160

Side  
1 / 1

This print and all information thereon is the property of RETEC and is subject to be made public or copied unless authorized by RETEC. All rights to patentable design or invention are reserved.



### **Optimering af højkalorie affaldsudnyttelse i cementindustrien**

Rapporten beskriver arbejdet med udviklingen af et nyt sorteringssystem, der skulle kunne frasortere plastikwrap og metal wire fra SRF affaldsballer (solid recovered fuel) således man kan genbruge hele ballen og derved opnå en zero-waste løsning. Projektet blev afsluttet før tid, idet man vurderede, at systemet var for upålideligt i forhold til at holde en kontinuerlig drift uden uforudsete driftsstop. Risikoen for, at der kommer metal wire med videre igennem anlægget og ind ovnlinjen, har også vejet tungt for denne beslutning. Projektet er gennemført af ReTec Miljø ApS med inddragelse af viden og kompetencer fra cementproducenten Aalborg Portland A/S.



Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)