زباله ها در فضا

زباله ها همانند زمین در فضا نیز مشکل زا گشته اند.

ولی تفاوت در اینجاست که بر خلاف سیاره آبی رنگ زمین، انسان های معلق در فضا برای زباله هـای خـود، سطل زباله بزرگ و کوچک در اختیار ندارند.

فضانوردان "ایستگاه فضایی بین المللی" زباله های خود را تا زمانی که سایر وسائط نقلیه فضایی ملزومـات و تدارکات را به همراه بیاورند، ذخیره سازی می نمایند. سپس ملزومات مذکور تخلیه شده و زباله ها که درون یک پلاستیک شفاف با silver duct tape به شکل یک توپ فوتبال کوچک در آمده انـد در وسـیله نقلیـه

ملزومات جاسازی شده و به زمین ارسال می گردند. گاهی اوقات نیـز زبالـه هـا را طـی بازگشـت مجـدد بـه اتمسفر زمین می سوزانند.

معمای اداره زباله های فضایی دلیلی است کـه بـه واسـطه آن پـروژه کـاهش و اسـتعمال مجـدد لجسـتیک (LRR) ناسا در اواخر سال ۲۰۱۱ آغاز گشته است. هدف این پروژه بهبود ماموریت هـای فضـایی از طریـق کاهش جرم و حجم اقلام مصرفی، یافتن راه هایی برای قابل استفاده مجدد ساختن زباله هـا و کـاهش زبالـه های ایجاد شده طی ماموریت ها می باشد.

ناسا پیش از این پروژه در خصوص اداره زباله های خود در چارچوب برنامه ای جامع و همه شـمول اقـدامی صورت نداده بود.

جمیز برویان مدیر پروژه کاهش لجستیک سیستم های اکتشافی پیشرفته ناسا در مرکز فضایی جانسـون، در هاتسون بیان می نماید که "تاکید زیادی بر روی آنچه به فضا ارسال می شد صورت نمی گرفت چـرا کـه مـا قابلیت بازگرداندن آنچه را که پیشتر ارسال کرده بودیم داشتیم." وی همچنین ادامه داده است کـه "همـین

که ما در پی ماموریت های فضایی هستیم که باید تدارکات آنها را تامین نماییم و اینکه آنها به یک جایی در فضا می روند، مساله چگونه استفاده مجدد از اقلام ارسالی مطرح می گردد. با پیشرفت پروژه، شما بـه جـای بیشتری درون آن وسیله نقلیه نیاز پیدا می کنید. حال اگر بتوانیم وسایل را طی زمان مورد اسـتفاده مجـدد قرار دهید، حجم وسیله نقلیه فضایی را از این طریق افزایش می یابد."

برویان گزارشی را در خصوص پروژه های کاهش زباله نگاشته است. این گزارش درباره ۶ مرکـز فضـایی ناسـا بوده و چهار وظیفه اصلی را به منظور توسعه تکنولوژی های مختلف با هدف تـامین اهـداف LRR سیسـتم های اکتشاف پیشرفته شامل می شود. علاوه بر این، گزارش مذکور منجر به ایجاد واحـد هـای مهندسـی یـا سخت افزار های اولیه خواهد گردید.

علی الخصوص، این پروژه برای تعیین کارآمد ترین استفاده از زباله ها با هدف حمایـت از "ایسـتگاه فضـایی بین المللی" برای مدت زمان ۱۰ سال در مدار پایین زمین بکار می رود.

پول هینتز شیمیدان ناسا بیان می کند "هنگامی که افراد ماموریت های بلند مدت را طراحـی مـی نماینـد، می خواهند با زباله های تولید شده کاری انجام دهند. آنها نمی خواهند از حجم و فضای موجود برای ذخیره سازی زباله ها استفاده کنند. مساله دوم این است که زباله ها ممکن است بوی ناخوشـایند داشـته باشـند. و سومین چیز این است که اگر شما فعالیتی میکروبیولوژیکی درون زباله هـا داشـته باشـید، مسـلما خواهیـد

خواست چنین فعالیتی را به حداقل برسانید. مزیت دیگر، علاوه بر تولید یک محصول، می تواند خلاص شدن از شر زباله آن باشد"

در مطالعه ای درباره جریان زباله حاصل از چهار ماموریت سفینه فضایی، ناسا پی برد که زباله های بهداشت شخصی ۵۰٪ کل زباله ها و ۶۹٪ کل آب مصرفی را تشکیل می دهند در حالیکه اقلام نوشیدنی ۱۶٪ وزن کل و ۱۶٪ کل آب؛ زباله های غذایی ۲۲٪ کل وزن و ۱۵٪ کل آب، و نهایتا زباله های اداری و نوار فیلم به ترتیب ۲٪ و ۱۱٪ کل زباله های تولیدی را تشکیل می دهند.

کم کردن زباله ها و کاهش آب مولفه ای مهم در پروژه LRR می باشد.

نهایت فشردگی

در یک ماموریت یکساله چهار سرنشینه، وزن برآورد شده زباله های مرتبط با غذا بیش از ۸۶۰۰ پوند بوده است و کل امکانات من جمله لباس های یکبار مصرف، دستمال کاغذی و حوله های بدن چیزی حدود ۵۲۰۰ پوند وزن داشته است. این میزان، بار بسیار سنگینی برای ارسال و ذخیره در یک سفینه فضایی می باشد

ناسا در راستای کمک به فرآوری زباله های خشک و تر، یک متراکم ساز ذوب حرارتی ایجاد نموده است. در این دستگاه، زباله ها تا ۳۲۰ درجه فارنهایت حرارت داده شده و درون دیسک ها/صفحاتی که حدودا ۸ اینچ قطر و یک اینچ ضخامت دارند متراکم سازی می شوند.

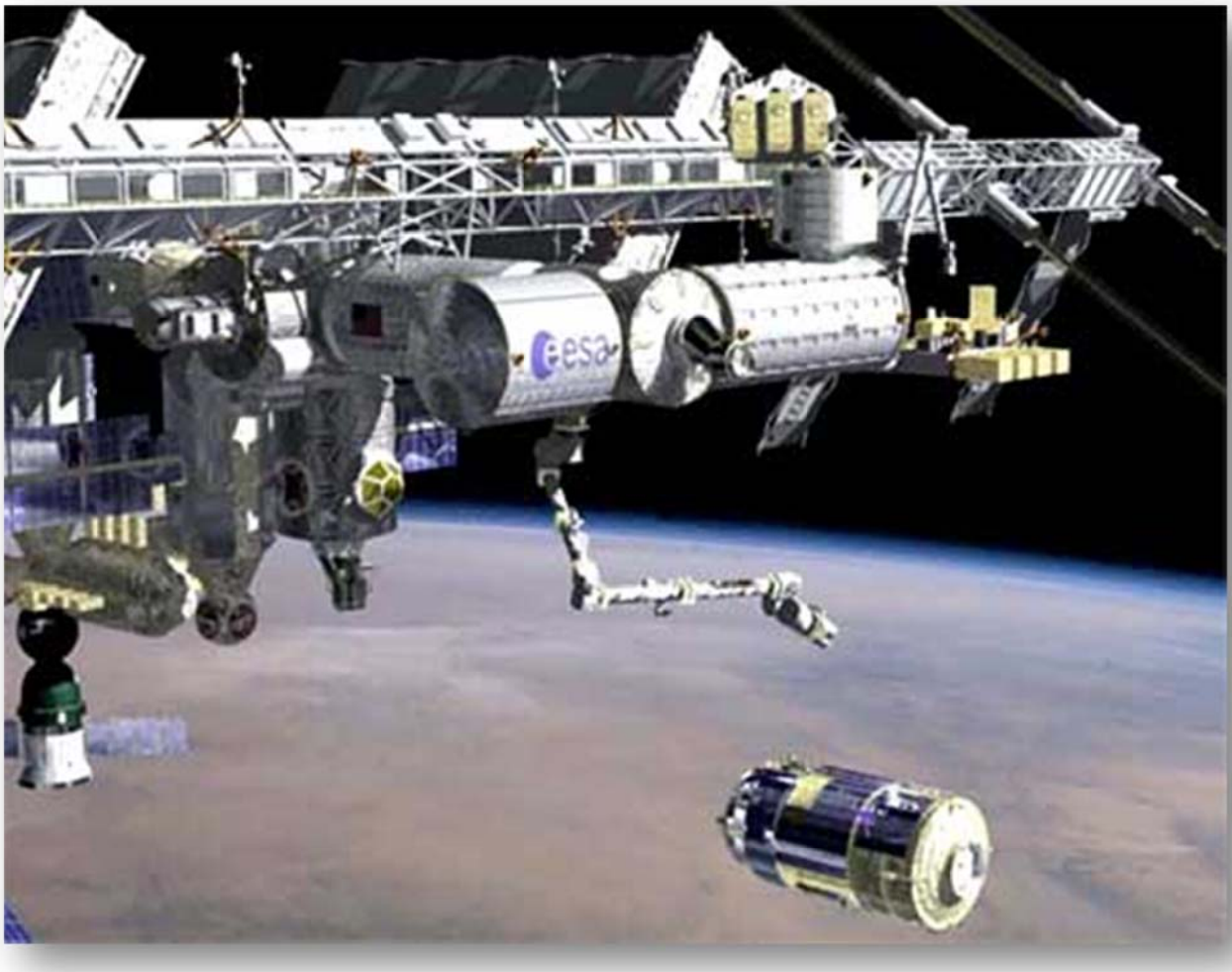
علاوه بر این متراکم ساز، زباله ها را حرارت می دهد تا خشک گردند . همچنین هر گونه پلاستیکی را نیز ذوب می نماید. در صورتی که زباله های تولیدی محتوی بیش از ۲۰٪ پلاستیک باشند، دستگاه آنها را متراکم ساخته و ذوب می کند تا یک کاشی جامد سخت را که منبسط نمی گردد ایجاد نماید.

زباله های متراکم سازی شده سپس سرد گشته و کاشی زباله ای خارج می گردد. این کاشی علاوه بر کاهش دادن حجم زباله ها، هدف دوگانه ای را دنبال می نماید: این دیسک همچنین به مثابه سپری است که فضانوردان را در برابر تشعشع و فوران های خورشیدی محافظت می نماید.

ناسا در حال طراحی نسل جدید اینگونه دیسک هاست تا بتواند دیسک مربعی ۹ در ۹ اینچی را کـه برخـی گوشه های آن گرد می باشد خلق نماید.

برویان بیان می نماید که: "بحثی مطرح می شود مبنی بر اینکه آیا شما چیزی دارید که در صورت وقوع یک رویداد خورشیدی قابل استفاده باشد یا اینکه برخی از بخش های سفینه را که فضانوردان بیشتر زمـان خـود را در آنجا سپری می نمایند مثلا خوابگاه سرنشینان سپر قرار خواهید داد. چیزی که ما در "ایستگاه فضـایی (بین المللی)" انجام می دهیم این است که سپری اختصاصی برای چهار واحـد از خوابگـاه هـای فضـانوردان آمریکایی تولید نماییم"

این دیسک ها لایه های گوناگونی خواهند داشت که آفست هستند. حتی اگر کاشی ها همچنان دارای گوشه های گرد باشند نسل بعدی کاشی ها این مساله را پوشش می دهد. برویان می افزاید "نه کل سفینه فضـایی بلکه تنها بخشی از سفینه به منظور محافظت از فضانوردان با کاشی ها پوشیده می گردد"



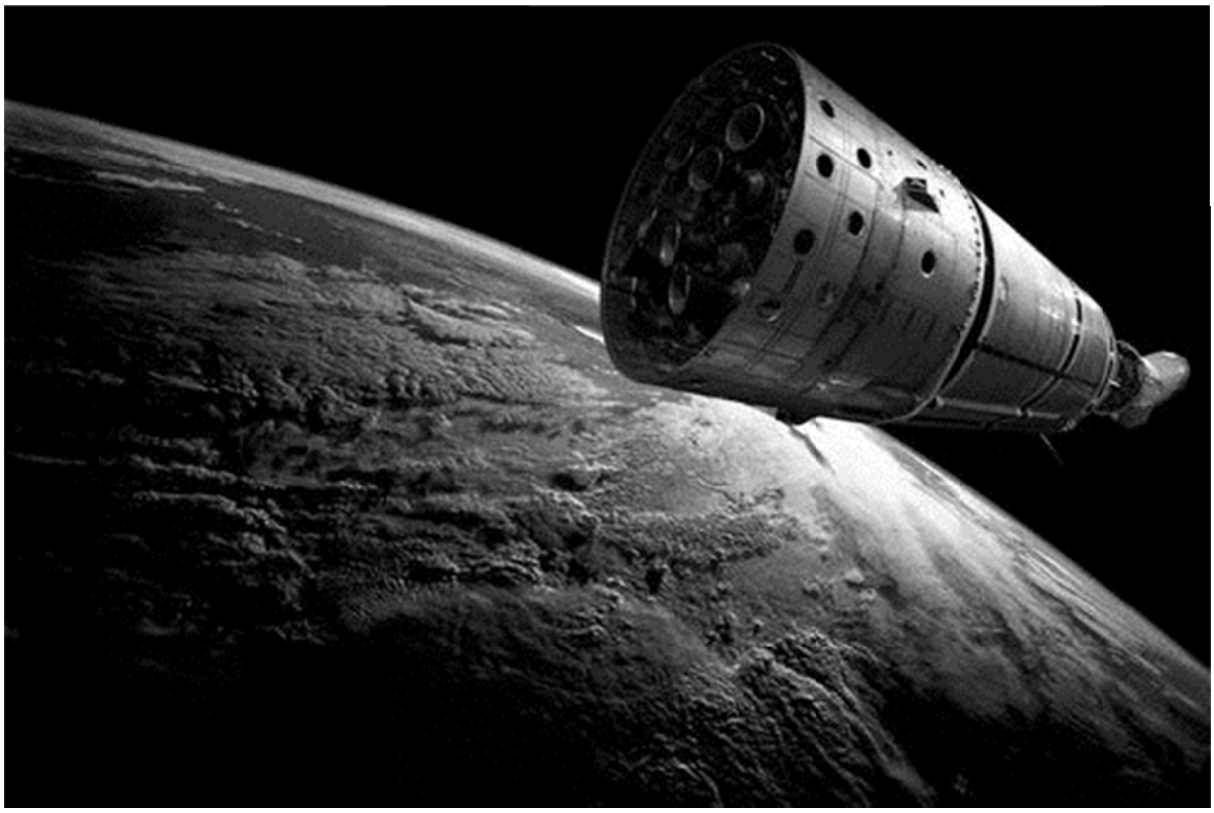
این کاشی ها در روند یک ماموریت فضایی ساخته می شوند. در ابتدای ماموریت چنین کاشی هایی وجود نخواهد داشت ولی با پیشرفت ماموریت، زباله های انباشته شده به کاشی تبدیل خواهند گردید.

برویان ادامه می دهد "در آغاز شما تنها مواد و ملزومات را در اختیار دارید و احتمالا نه سپری اختصاصی. ولی متراکم ساز ذوب حرارتی برخی از آن ملزومات را به سپر اختصاصی تبدیل می نماید."

پروژه LRR در نظر دارد از کیف های حمل محموله سفینه فضایی برای نگهداری کاشی ها استفاده نماید. اولین استفاده از این کیف ها برای نگهداری اقلام سازماندهی شده طی چرخش بدور مدار می باشد. این کیف ها سپس برای ذخیره سازی و انتقال زباله ها مورد استفاده قرار می گیرند. این کیف ها اغلب در صورتی که کارایی دومی نداشته باشند خود تبدیل به زباله می گردند.

ناسا همچنین در حال بررسی این است که چگونه می تواند این کیف ها را برای اقلام محتمل سرنشینان مثلا پارتیشن های محل اسکان سرنشینان، آستری های صوتی، اثاثیه یا محل نگهداری کاشی های سپر تشعشعی مجددا بکار گیرد

برویان می افزاید "اگر شما هر روز یک تا سه کاشی بسازید، به روزدی کیف ها پر از کاشی می گردد. سپس باید از آن برای پارتیشن سپر تشعشعی استفاده کنید. اینکه شما آن را در برابر پوسته (سفینه فضایی) بگذارید یا جلوی قفسه محموله ها یا درون محل اسکان سرنشینان چیزی است که باید درباره اش تصمیم گیری شود.



طی سال گذشته هینتز و تیم او در مرکز فضایی کندی در اورلاندو، فلوریدا روی پروژه "زباله برای تامین گاز" ناسا که بخشی دیگر از LRR می باشد کار کرده اند

طی فاز برنامه ریزی پروژه، هینتز و کارکنانش تکنولوژی های فرآوری زباله جدیدی را که در آن زمان در مرکز فضایی کندی، مرکز تحقیقاتی گلن و مرکز تحقیقاتی ایمز بکار می رفت شناسایی کرده و در خصوص اینکه می خواهند کدامیک از این تکنولوژی ها را دنبال کنند تصمیم گرفتند.

شش تکنولوژی تبدیل زباله انتخاب گردید: پیرالیز (تبدیل شیمیایی با حرارتدهی)، تبدیل به گاز کردن، احتراق، تسفیه یا ترکیب سازی با ازون، کاهش کاتالیزوری و کراکینگ بخاری. هینتز بیان نمود که آنها نهایتا یک یا دو تکنولوژی را برای توسعه بیشتر انتخاب خواهند کرد و هدف غایی آنها در آینده ای نزدیک، داشتن یک واحد پرواز در فضا می باشد

هینتز می افزاید: "این تکنولوژی ها مزیت ها و کاستی های خود را دارند" "چیزی که ما بر روی آن تمرکز کرده ایم تولید متان است. شما چیز هایی همچون آب، اکسیژن و دیگر فرآورده ها را می توانید از زباله ها

تولید کنید. یک تکنولوژی شاید بهترین تکنولوژی برای تولید متان باشد در حالیکه تکنولوژی دیگری برای تولید چیزی دیگر"

وی امیدوار است که مجموعه ای از تکنولوژی های موجود را در اختیار داشته باشد

هینتز ادامه می دهد "اگر شخصی بیاید و بگوید که آب می خواهد، ما باید قادر باشیم برایش آب تولید کنیم و اگر متان بخواهد، متان برایش تولید کنیم. عالی خواهد بود اگر یک تکنولوژی بتواند همه اینها را به ما بدهد ولی چنین چیزی ممکن نیست"

تکنولوژی هایی همچون پیرالیز، گازسازی و احتراق از زباله ها برای تامین پروژه های گازی در حال حاضر روی کره زمین بکار می روند. اما آنچه که روی کره زمین مثمرثمر است لزوما در ایستگاه یا سفینه فضایی کارآیی ندارد.

هینتز ادامه می دهد "از آنجاییکه این تکنولوژی ها قرار است در یک سیستم بسته بکار روند شما باید اطمینان حاصل کنید که چیزی سمی، خطرناک یا واقعا ناخوشایند تولید نگردد. شما نمی توانید انتظار داشته باشید که فضانوردان حتی در کنار چیزی که بوی ناخوشایند می دهد قرار گیرند. آنها زمان خود را درون یک سیستم بسته سپری می کنند بنابرین اگر تکنولوژی انتخابی منجر به ایجاد عطر های آسیب زا گردد نمی توانید آن را بکار گیرید."

هدف بلند مدت این است که چرخه حمایت از زندگی را ببندیم

هینتز بیان می کند "هر چیزی را که در زباله ها وجود دارد، می توانید مورد استفاده قرار دهید، مثلا اتم های موجود در آن، و مولکول های جدیدی بسازید که برای چیزی دیگر مفید هستند. و اما درباره پیش ران راکت. وقتی در یک پایگاه قمری هستید، اگر برآورد نمایید که چقدر متان در طول یک سال از ۴ سرنشین می توانید بدست آورید متان تولید شده از زباله ها می تواند سالانه سوخت یک وسیله نقلیه بالارونده قمری را تامین نماید."

وسیله نقلیه بالارونده قمری یک راکت است که ماه را ترک کرده و افراد یا اشیاء را به زمین باز می گرداند. این راکت می تواند چیز ها را آسانتر و با هزینه کمتری از زمین به فضا بفرستد.

البته سهولت استفاده نیز باید مد نظر قرار گیرد.

وی ادامه می دهد که "باید به این مساله فکر کنیم که بکارگیری تکنولوژی مستلزم صرف چه میزان تلاشی برای فضانوردان می باشد. آیا بکارگیری تکنولوژی انتخابی همانند دور ریختن زباله ها درون زباله دانی است

تا اینکه باید کار های عملی زیادی بدین منظور صورت گیرند؟ اینها مسائلی هستند که باید راجع به شان فکر شود چون وقت فضانوردان بسیار ارزشمند است"

مشکلات تکنولوژیکی ناشی از چیزی است که روی کره زمین بطور رایج و آسان صورت می گیرد_ جداسازی زباله هایی همچون غذا، پلاستیک و کاغذ، زباله های انسانی و پوشاک.

هینتز ادامه می دهد که "بر خلاف برخی از تکنولوژی های زمینی که تنها یک نوع مواد اولیه را بعنوان درونداد دریافت می دارند، ما به دنبال این هستیم که تمامی انواع زباله ها توسط تکنولوژی انتخابی مورد استفاده قرار گیرد و این یک چالش بزرگ است."

لباس های فضایی

استعمال مجدد یکی از دیگر وجوه ارتقاء زباله ها در فضا می باشد. پروژه "سیستم پیشرفته پوشاک" برنامه LRR به دنبال راه هایی است تا لباس های فضانوردان را بجای مواد مبتنی بر پنبه از پلیمر تهیه نماید. پوشاک بخش قابل توجهی از وزن ماموریت های فضایی را تشکیل می دهد. و هنگامی که بدلیل کثیف بودن، دیگر نمی توان لباس ها را پوشید آنها دور ریخته می شوند چرا که هیچگونه رختشویی یا خشکشویی فضایی وجود ندارد.

تولید پوشاک پلیمری در مقایسه با پوشاک پنبه ای مزایای چندینی دارد. اول اینکه لایه های ضد میکروبی که قابلیت جذب بالا ولی نگهداری اندک رطوبت دارند به این پوشاک امکان می دهد برای مدت زمان بیشتری بو به خود نگیرند.

مزیت دیگر این است که بکارگیری پلیمر وزن سفینه فضایی را کاهش داده و در نتیجه باعث تقلیل دشواری انهدام زباله ها می گردد. لباس های کمتر در هر ماموریت به معنای فضای بیشتر برای سایر اقلام می باشد

برویان نیز بیان می دارد "اگر سرنشینان بتوانند لباس ها را برای مدت طـولانی تـری اسـتفاده نماینـد شـما خواهید توانست لباس های کمتری را برای یک ماموریت ارسال کنید. مزیت دیگر آن است که اگر بـه لبـاس های پیشرفته بنگریم خواهیم دید که اکثر آنها مبتنی بر پلیمر هستند، این لباس ها با دستگاه متراکم سازی ذوب حرارتی یا تکنولوژی های تامین گاز هماهنگی خوبی دارند"

استفاده روی کره زمین

تکنولوژی ناسا روندی انحرافی را از اهداف مورد انتظار اولیه خود پشت سر گذارده و بـه بـازار مـداری زمـین وارد گشته است.

اقلامی که ما همه روزه استفاده می کنیم اقلامی همچون گیره های نامرئی، لنز های ضد خش، فوم حافظـه، دماسنج های گوشی، کفی های کفش، و فیلتر های آب همه و همه از نوآوری های ناسا نشات گرفته انـد. در

واقع، بنابر "اطلاعات فنی و علمی ناسا"، این سازمان بیش از ۶۳۰۰ اختراع را در دولت آمریکا به ثبت رسانده است.

پروژه LRR نیز می تواند ایده های بسیاری را در خصوص نحوه اداره زباله ها روی کره زمین بدست دهد. بطور مثال، متراکم ساز ذوب حرارتی می تواند برای شهرداری ها معنادار باشد.

برویان اضافه می نماید که "هزینه های حمل و نقل بخش اعظمی از هزینه های بازیافت را روی کره زمین تشکیل می دهد. بطری ها و سایر اقلام پلاستیکی خیلی متراکم نیستند. من می دانم که این اقلام تحت متراکم سازی مکانیکی قرار می گیرند ولی اگر شما یک منبع حرارتی زباله داشته باشید می توانید آنها را نرم کرده و زباله های متراکم تری را تولید کنید که ممکن است برای منابع شهرداری نیز سرشار از مزیت باشد"

ارتش آمریکا نیز به تکنولوژی "زباله برای تامین گاز" علاقمند است چرا که سربازان همواره در پایگاه های دورافتاده قرار داشته و نیازمند سوخت هستند. اگر بتوان زباله ها را به سوخت یا برق تبدیل نمود سودمند واقع خواهند شد.

هینتز بیان می کند "همین مساله برای بسیاری از مکان ها دورافتاده یا کشور های توسعه نیافته نیز صادق است؛ شما می توانید زباله ها را فرآوری کرده و از آنها چیزی سودمند بدست آورید. و این دقیقا چیزی است که ساکنین کره زمین را تحت تاثیر قرار خواهد دارد"

مواد بسته بندی نیز می توانند از پروژه LRR بهره مند گردند، مثلا استفاده از کیسه های حمل بار که بتوان آنها را برای ساخت پارتیشن های دیوار یا دیگر اقلام مجددا بکار گرفت.

برویان ذکر می کند که "روندی به سوی حداقل سازی مواد بسته بندی و داشتن بسته بندی سبز در جریان است. مواد بسته بندی می تواند چیزی باشد که مردم بتوانند مجددا از آنها استفاده نمایند. شایان ذکر است که محصولات خاصی در حال حاضر در این راستا در حرکت هستند. (مساله)، وادار کردن افراد برای در نظر گرفتن (استعمال مجدد) در همان ابتدای مسیر یک محصول است، وادار کردن آنها برای اندیشیدن در این باره که پس از استفاده اولیه از یک محصول می توان چه کاری دیگری با آن کرد"