



Co-funded by the  
Creative Europe Programme  
of the European Union

Project 2020-1-TR01- KA201-094533



The Key To Global Life,  
Digital Change Of Nature



Totale duur: 1 week



Leeftijd van de student: 12-18



- Toepassingsgebied:
- Elektronische recycling,
- Ontwerp technologie,
- CAD-ontwerp,
- Materiaal kunde,
- Wiskunde.



Trefwoorden: Recycling, elek-  
tronica, Hergebruik, Ontwerp,  
Recycling, Conversie-economie,  
Levenscyclusanalyse



## E5 - Do It Yourself Fog machine



- Module
- Milieuvervuiling
- Opwarming van de aarde

**E5 - Nederlandse versie**

### Materialen:

(Kapot) elektronische huishoudelijke artikelen  
Handgereedschap (klippers, tangen, schroevendraa-  
ier,...)

Soldeerstation

2D-ontwerpsoftware (bijvoorbeeld inkscape)

3D CAD-software (bijv. fusion360, tinkercad, siemens  
nx, onshape,...)

Een werkende mistmachine

Optioneel: digitale machines om onderdelen te mak-  
en voor het nu item of de machine



- Opmerkingen:
- Elektronisch afval bevat veel onderdelen die bruikbaar zijn nadat het apparaat kapot is gegaan. Door onwetendheid gooien we vaak het hele apparaat weg terwijl het een bron kan zijn van bruikbare onderdelen.
- Veel elektrische apparaten bevatten edele metalen en andere kostbare grondstoffen.
- Werk altijd veilig bij het openen van een apparaat, draag een veiligheidsbril en gebruik het juiste gereedschap op de juiste manier.



@digitalchangeon

## Invoering

Elektronisch afval. Veel elektronica gaat verloren als gevolg van de snelle uitbreiding van de technologie en de consumptiegedreven samenleving. Zo heeft een Nederlands huishouden bestaande uit twee ouders en twee tieners gemiddeld vier smartphones, een computer, een tablet, twee laptops, twee tv's en gadgets als aansluiting op een printer thuis, huishoudelijke apparaten niet meegerekend. Waar gaat al deze apparatuur naartoe als ze aan het einde van hun levenscyclus zijn?

Wanneer we elektronische apparaten weggooien, creëren we elektronisch afval!

E-waste is de term die wordt gebruikt om elk afgedankt elektronisch apparaat of een product dat elektronische componenten bevat te beschrijven. Dat omvat alles dat elektriciteit gebruikt, hetzij via een stopcontact, hetzij via een batterij.

Onjuiste verwijdering van elektronisch afval op stortplaatsen of andere niet-stortplaatsen vormt een ernstige bedreiging voor de huidige volksgezondheid en kan ecosystemen voor toekomstige generaties vervuilen. Wanneer elektronica op onjuiste wijze wordt weggegooid en op stortplaatsen terechtkomt, komen er giftige chemicaliën vrij, die gevolgen hebben voor de lucht, de bodem, het water en uiteindelijk de menselijke gezondheid.

E-waste bevat een grote verscheidenheid aan materialen die de milieu-impact van e-waste beïnvloeden, waaronder:

Metalen

Kunststoffen

Koolwaterstoffen

Andere gifstoffen

U kunt de volgende tabel gebruiken als referentie voor termen die u de leerlingen wilt laten leren

<b>Accumulate</b>	Build up over time
<b>Consumer demand</b>	The amount of a product that people want to buy
<b>Decompose</b>	Go rotten and break down
<b>Electronic</b>	An electrical item than includes computer chips, like a mobile phone, tablet, laptop or TV
<b>E-waste</b>	Old electronic items that are thrown away
<b>Landfill</b>	Waste that is buries in the ground
<b>Metal</b>	A solid, conducting material like copper, steel or gold
<b>Natural resource</b>	Materials found in nature that are used for energy or to make things
<b>Plastic</b>	An insulating material, made from oil, that can be molded into different shapes
<b>Pollution</b>	A harmful or poisonous substance in our environment
<b>Recycle</b>	Collect waste and turn it into new things
<b>Re-use</b>	Use an old item again
<b>Toxin</b>	A poisonous substance

## Overwegingen

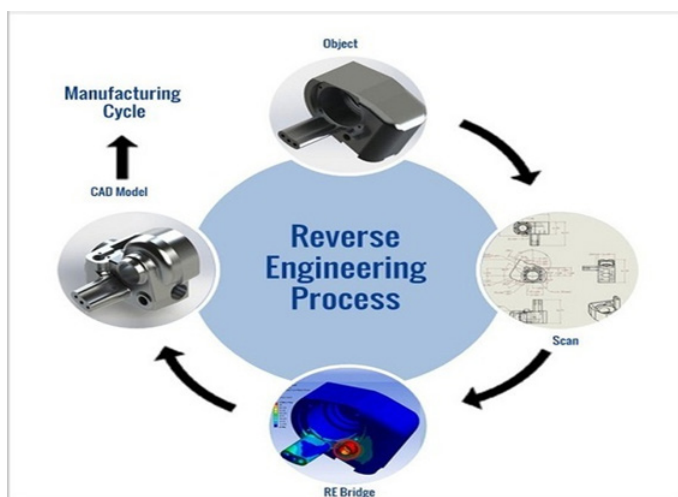
- Elektronisch afval bevat veel onderdelen die bruikbaar zijn nadat het apparaat kapot is gegaan. Door onwetendheid gooien we vaak het hele apparaat weg terwijl het een bron kan zijn van bruikbare onderdelen.
- Veel elektrische apparaten bevatten edele metalen en andere kostbare grondstoffen.
- Werk altijd veilig bij het openen van een apparaat, draag een veiligheidsbril en gebruik het juiste gereedschap op de juiste manier.

## Doel van de activiteit

- Om meer te weten te komen over het probleem van elektronisch afval
- Om de betekenis van e-waste te begrijpen
- Weten hoe e-waste het milieu kan vervuilen en een probleem kan veroorzaken
- Weten dat ongewenste elektronische goederen in plaats daarvan kunnen worden hergebruikt of gerecycled
- Gemotiveerd zijn om praktische stappen te ondernemen om ongewenste elektronische goederen te hergebruiken of te recyclen en een persoonlijke rol te spelen bij het voorkomen van elektronisch afval
- Om de creatieve uitdaging aan te gaan om een werkend apparaat te creëren door afgedankte machines te hacken en/of te combineren.
- Leren over reverse engineering en het reverse engineering-ontwerpproces leren toepassen
- De werking van apparaten reconstrueren door middel van reverse engineering.
- Iteratief werken volgens de ontwerpcyclus.
- Om milieubescherming te definiëren
- Het belang van hergebruik en recycling en de bescherming ervan voor het milieu uitleggen.
- Om deel te nemen aan ontwerpprocessen waarbij men 2D- of 3D digitale tekeningen maakt of gebruikt

## Activiteitsproces

### Vóór activiteit



Afbeelding 1. Omgekeerd ontwikkelproces

- Discussie:
- Bespreek met de leerlingen verschillende manieren om e-waste te minimaliseren en beschouw “kunst uit afval” als een mogelijkheid om de levensduur van apparaten te verlengen en onderdelen een andere functie te geven, evenals een manier om het bewustzijn over het probleem van e-waste te vergroten.
- Door de principes van reverse engineering te introduceren, kan de leraar de leerlingen laten ontdekken hoe ze herbruikbare onderdelen kunnen combineren om nieuwe dingen en nieuwe werkende apparaten te maken.
- De docent kan beginnen door de leerlingen afgedankte apparaten te laten verzamelen en demonteren en de onderdelen op type te laten sorteren. Vervolgens wordt aan de leerlingen



### **Wat is reverse-engineering (RE)?**

*Reverse engineering (RE) is het proces dat de eigenschappen van een fysiek object identificeert door een uitgebreide analyse uit te voeren van de structuur, functies en werking ervan. Metingen van de volledige oppervlakgeometrie van het object worden handmatig of met verschillende 3D-meettechnologieën uitgevoerd om een digitale 3D-weergave van het object te creëren.*

*RE is een systematische procedure om consumptiegoederen of -systemen op een destructieve manier te analyseren. Het stelt fabrikanten in staat te begrijpen hoe een onderdeel is ontworpen, zodat ze het kunnen repliceren of wijzigingen of verbeteringen kunnen aanbrengen.*

*Reverse engineering wordt ook wel back-engineering genoemd. Omdat reverse engineering-teams 'achteruit' werken vanuit het oorspronkelijke ontwerpproces; ze beginnen met het eindresultaat, deconstrueren het product en voeren beoordelingen en metingen uit om de fysieke ontwerpgegevens te verkrijgen.*

*Ontdek samen met de studenten verschillende aspecten van reverse engineering. Hieronder geven we enkele tips die u kunt bespreken.*



*Toepassingen van reverse engineering. RE wordt onderscheiden in 2 grote groepen.*

- *In de abstracte wereld van codering en algoritmen (software)*
- *Objecten en producten.*



*Tegenmaatregelen ontwerpen:*

*Zoals veel dingen wordt RE voor het eerst in het leger gebruikt met als doel tegenmaatregelen te ontwerpen, zoals een gasmasker of een kogelvrij vest. Gelukkig was dit niet altijd met wrede bedoelingen, maar ook met het redden van levens.*



*Verbetering van bestaande producten:*

*De R&D-afdeling in een bedrijf doet 2 dingen: nieuwe objecten of producten bedenken en de prestaties van bestaande objecten optimaliseren. Wanneer een team van ontwerpers hun visie op een object wil verbeteren, halen ze het uit elkaar en analyseren elke stap en elk onderdeel van het product. Zo komt een team van engineers tot nieuwe inzichten. Dit wordt meestal gedaan door een nieuw team van ontwerpers die het eerste object niet hebben ontwikkeld.*



*Add-ons maken:*

*Als een fabrikant nieuw gereedschap of uitbreidingen voor bestaande producten wil produceren (waterslang op een kraan, espressopads voor espressomachine). Het is van cruciaal belang dat elk product perfect past en niet allemaal door dezelfde fabrikant is gemaakt. De ontwerpers van het nieuwe product zullen het object RE-en waar de add-on op moet passen. Het is niet alleen belangrijk in een industriële context, maar ook in de makersgemeenschap. Als een maker bijvoorbeeld een hulpmiddel maakt voor iemand met een beperking, is het belangrijk om de afmetingen van het gereedschap en de persoon te meten. Op deze manier past de add-on perfect.*



*Marktpositie bepalen:*

*Het is belangrijk voor een bedrijf om zijn marktpositie te definiëren en de producten van zijn concurrenten zorgvuldig te analyseren, omdat dit een grijs gebied is dat als plagiaat*



*Recycling:*

*In de huidige situatie is het van groot belang om producten en componenten te recyclen. Als u onderdelen of producten wilt recyclen of hergebruiken, is het van groot belang dat bekend is van welke materialen deze zijn gemaakt. Niet alleen voor recycling, maar ook voor het hergebruik van specifieke onderdelen. De enige manier om dit te ontdekken is door de objecten of code opnieuw te gebruiken.*

**Een vrijvormobject modelleren:**

Alles wat gemaakt wordt, wordt eerst op de computer ontworpen. Dit wordt een CAD-model (Computer Aided Design) genoemd. Voor een ingenieur is het zijn dagelijkse werk. Maar als het een biologisch product is, is het heel moeilijk om het op de computer te tekenen. Vervolgens is de gebruikelijke methode het met de hand maken van het model (klei, hout, schuim, ...) en het maken van een 3D-scan die de ontwerpers een bewerkbaar CAD-bestand oplevert. De auto-industrie maakt veelvuldig gebruik van deze methode.

**Reverse engineering voor makers:**

Het is voor een maker niet altijd mogelijk om een compleet product te fabriceren of te ontwerpen. Soms is het nodig om delen van andere objecten te gebruiken. Als maker is het niet altijd grappig en leerzaam om elk onderdeel van een systeem of object te analyseren, objecten te hacken en kapot te maken, maar het is in essentie wat een maker doet. In de brede interpretatie van het woord is dit reverse engineering.

## Laten we beginnen

De leerlingen maken een werkende machine met onderdelen van afgedankte elektronische apparaten. Ze kunnen bijvoorbeeld de tutorial Van haardroger tot rookmachine lezen of uitproberen



Please check the document:  
[Hairdryer to smoke machine](#)

### 1 Voorbereidingsfase:

De voorbereidingsfase bestaat uit twee delen. In het eerste deel introduceert de leraar het e-waste-probleem bij de leerlingen door middel van discussies en eenvoudige onderzoeksopdrachten. Het doel is om hen een persoonlijk antwoord te laten ontwikkelen op de e-waste-uitdaging. In het tweede deel bereiden en maken zij het creatieve ontwerp (engineering). Van afgedankte elektronica een apparaat of kunstwerk maken is de uitdaging.

Start discussies en laat de leerlingen wat onderzoek doen met behulp van de leidende vraag: "Welke elektronische items bezitten we?"



1. Laat leerlingen hun leeftijdsgenoten of familie ondervragen en kwantificeren welke spullen ze allemaal hebben, en optioneel hoe ze over recycling denken. Laat ze hun bevindingen presenteren in een staafdiagram of als cijfers. Om leerlingen te helpen bepalen wat hun enquêtes zouden kunnen omvatten, kunt u het volgende voorstellen:

Maak een lijst of tel hoeveel elektronische goederen ze bezitten (bijvoorbeeld doordat elke persoon items op een lijst aanvinkt of omcirkelt)

Wat zijn de meest voorkomende populaire artikelen?

Welke van deze items wordt mogelijk het vaakst vervangen?

Verken attitudes en begrip (bijvoorbeeld via ja/nee-vragen of 'schaalvragen' waarbij elke persoon een cijfer omcirkelt om aan te geven in hoeverre hij/zij het eens of oneens is met een stelling)

Wat is de houding van de gezinnen van studenten ten aanzien van het recyclen van elektronisch afval?

Welke voorwerpen denken de leerlingen dat hun gezin de meeste aanmoediging nodig heeft om te hergebruiken of te recyclen?

2. Bespreek met de leerlingen verschillende manieren om e-waste te minimaliseren en beschouw "kunst uit afval" als een mogelijkheid om de levensduur van apparaten te verlengen en onderdelen een andere functie te geven, evenals een manier om het bewustzijn over het probleem van e-waste te vergroten .





3. Verzamel afgedankte elektronische apparaten en plaats één eiland in je klaslokaal om een bestaande (mist)machine te testen en te analyseren. Voer dit onderdeel als groep uit.

Verzamel afgedankte elektronische apparaten, vooral sommige haardrogers.

Verdeel de leerlingen in groepen op basis van hun interesses.

Zet een werkplaats op om afgedankte elektronische apparaten uit elkaar te halen.

Onderzoek de werking van één machine tot in detail.

4. Houd bij het ontleden van een (mist)machine rekening met het volgende.

Haal de machine uit elkaar en probeer daarbij niet (te veel) stukken te breken. Je hebt de stukken nodig!

Onderzoeken. Zodra het apparaat open is, onderzoekt en bespreekt u elk onderdeel. Van welk materiaal is het onderdeel gemaakt? Hoe is dat onderdeel verbonden met andere componenten? Welk doel dient het?

Tekenen. Schets de binnenkant van de machine en schrijf op wat volgens jou de functie van een onderdeel is.

5. Bekijk met de hele groep hoe je de componenten kunt hacken en omzetten in nieuwe machines. Gebruik de tutorial De haardroger hacken.

6. Zorg ervoor dat je toegang hebt tot een lasersnijder om MDF te snijden en een 3D-printer om andere componenten te maken die je nodig hebt om je nieuwe machine af te ronden.

## 2

### Ontwerpstappen:

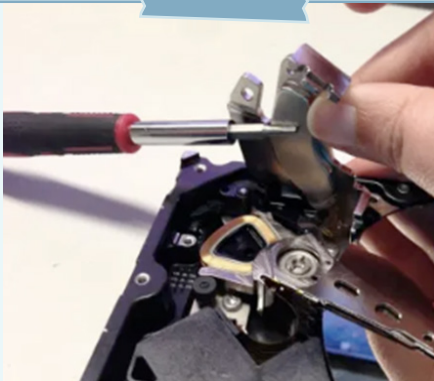


De uitdaging is om van afgedankte elektronische apparaten een machine



1. Begrijpen hoe een machine werkt:

Haal een werkende machine uit elkaar. Identificeer en classificeer onderdelen (Afbeelding 2).



Afbeelding 2. Onderdelen van werkende machine



Afbeelding 2. Begrijpen hoe een machine werkt



Afbeelding 3. Elektronische apparaten



Noteer bij het identificeren van onderdelen de volgende informatie in een tabel: wat doen ze, wat is hun relatie tot de andere onderdelen, en houd het proces bij in een tabel zoals bijvoorbeeld hieronder:

Nee.	<i>deel</i>	<i>beschrijving</i>	<i>functie</i>
0	druk op de knop	( ..... )	het in- en uitschakelen van de machine.
1	( ..... )	( ..... )	( ..... )
2	( ..... )	( ..... )	( ..... )
3	( ..... )	( ..... )	( ..... )
4	( ..... )	( ..... )	( ..... )
.....	( ..... )	( ..... )	( ..... )



- **2. Reflecteer:**
- *Schrijf in je eigen woorden op hoe de machine werkt.*
- *Zorg ervoor dat u deze vraag beantwoordt: wat zijn de essentiële onderdelen die nodig zijn om het te laten werken?*
- *Zoek op internet of u extra informatie kunt krijgen.*
- *Maak een schematische weergave van de workflow van de machine.*

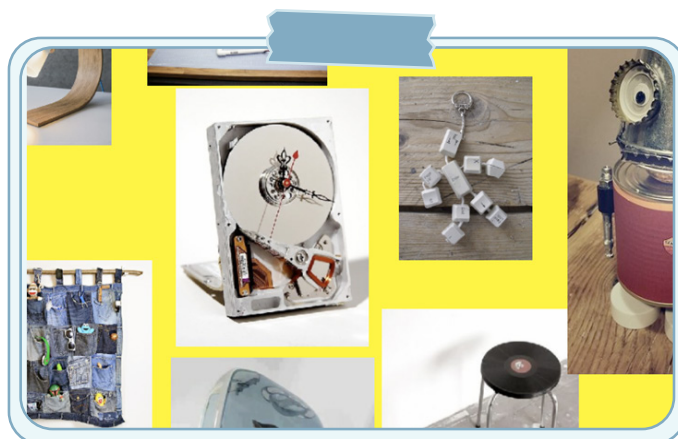


- **3. Laat je inspireren en krijg inzichten:**
- *De uitdaging door de tutorial te lezen Van haardroger tot rookmachine. Zoek op internet informatie voor inspiratie en voorbeelden (Afbeelding 4).*



**Controleer het document:**  
Haardroger tot rookmachine

- Brainstorm met de leden van je groep en ontwerp wat je gaat bouwen.
- Maak als groep een schets/mindmap van/ voor het gekozen ontwerp. Kies onderdelen van de gedemonteerde elektronica en bouw je eigen machine.
- Bedenk dat het gekozen ontwerp niet nuttig hoeft te zijn, het kan ook een decoratief stuk zijn. Maar het zou iets moeten doen, bijv. licht of geluid maken.

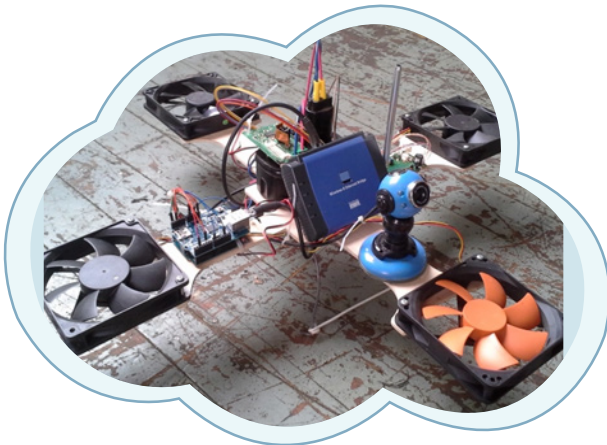
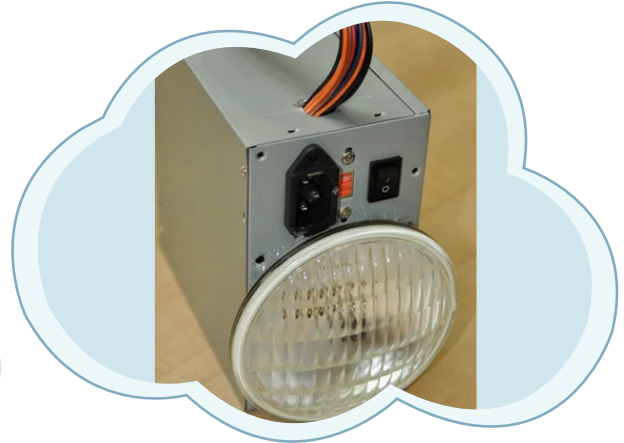
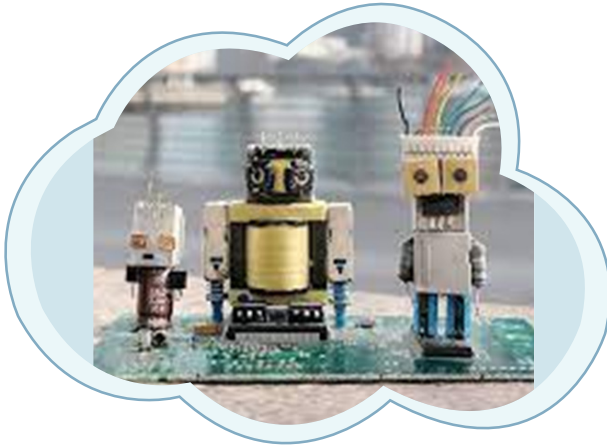


Afbeelding 4. Voorbeelden van designstukken

## Sluiting



- Ontwerp de behuizing voor de machine en maak deze via lasersnijden of 3D-printen. Als dit gereedschap niet beschikbaar is, gebruik dan gewone handgereedschappen of maak kartonnen prototypes (Afbeelding 5).
- Sluit de creaties af en laat ze zien in de school.



Afbeelding 5. Voorbeelden van prototypes

## Beoordeling

### Evaluatie

Van deze activiteit wordt verwacht dat het de studenten beter in staat stelt een werkgroep te leiden, de stappen van de technische ontwerpcyclus te gebruiken en meer vertrouwen te krijgen in het reverse engineering-proces. Studenten worden beoordeeld door de docent en andere studenten. De evaluatie heeft betrekking op de volgende hoofddoelstellingen:



Doelen	Moet verbeterd worden (1)	Medium (2)	Goed (3)	Erg goed (4)
Inzicht in de impact van e-waste op het milieu	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Uitleg over enkele risico's en problemen wanneer e-waste naar een stortplaats wordt gestuurd en identificatie van stappen om e-waste te voorkomen.	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Inzicht in de vele manieren waarop e-waste kan worden hergebruikt of gerecycled	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Opsomming van enkele manieren waarop een heel item, de onderdelen of materialen ervan (her)gebruikt kunnen worden	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Zelfexpressie	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Doe mee aan de discussie	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Passende rapportage van de verzamelde gegevens (enquête onder de houding van gezinnen ten aanzien van e-waste)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Ontwikkeling van het ontwerpproject	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

## Koppelingen

- Wikipedia – electronic waste [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_waste](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste)
- European Recycling Platform e-waste <http://www.erp-ewaste.co.uk/>
- e-waste's 'toxic mine' (Independent article - consulted december 2022): <https://www.independent.co.uk/news/world/politics/electronic-waste-worth-ps34bn-piling-up-in-toxic-mine-warns-un-report-10187364.html>
- E-waste article from Ethical Consumer - consulted december 2022: <https://www.ethicalconsumer.org/technology/e-waste-toxic-techno-trash>
- E-WASTE QUADCOPTER LIFTS YOUR SPIRITS WHILE KEEPING COSTS DOWN: [hackaday.com/2014/04/01/e-waste-quadcopter-lifts-your-spirits-while-keeping-costs-down/](http://hackaday.com/2014/04/01/e-waste-quadcopter-lifts-your-spirits-while-keeping-costs-down/)
- Smoke machine: <https://bit.ly/mistmachineDIY>
- Hack-A-Lantern: Recycled Computer Power Supply Flashlight: <https://www.instructables.com/Hack-A-Lantern-Recycled-Computer-Power-Supply-Fla/>