



Madaster Services B.V.  
Newtonlaan 115  
NL-3584 BH Utrecht  
Nederland

# Madaster Circularity Indicator forklart

UITKAST

Publikum:  
Brukere

Forfatter:  
Madaster

## Innhold

1	Innledning.....	2
2	Omfang og grunnprinsipper.....	4
3	Fastsette Madaster CI .....	7
4	Målemetode for Madaster CI-verdi.....	9
5	Beregne bygningens CI-verdi .....	11
5.1	Sirkularitetsindikator for byggefasen .....	11
5.2	Sirkularitetsindikator for bruksfasen.....	12
5.3	Sirkularitetsindikator for avviklingsfasen.....	12
5.4	Bygningens sirkularitetsindikator.....	14
5.4.1	Sirkularitetsindikator .....	14
5.4.2	Lineær flytindeks (LFI) .....	14
5.4.3	Utnyttelsesfaktor – F(X) .....	15
6	Madaster-database for materialer og produkter.....	16
7	Nyutviklinger.....	17

# 1 Innledning

Madaster-plattformen gir brukere et tidsbesparende lagringssted for bygnings-, material- og produktdata, og muliggjør sirkulær styring ved bruk av Madaster Circularity Indicator. Målet med Madaster Circularity Indicator er å forbedre sirkulær-orientert prosjektering av bygg, og å øke bygningers sirkulære verdi.

I dette dokumentet forklarer vi hvordan Madaster Circularity Indicator fungerer samt målemetodene som benyttes. Madaster Circularity Indicator utvikles løpende. Den nyeste versjonen av indikatoren (versjon 0.2) ble publisert 26. april 2018. Dette dokumentet vil bli oppdatert og justert i henhold til fremtidige utviklinger.

Tre faktorer spilte en viktig rolle i utviklingen av Madaster Circularity Indicator:

- Kompatibilitet med dataene som lastes opp til Madaster-plattformen (f.eks. BIM-filer), og brukervennligheten som følger med dette.
- Madaster Circularity Indicator gir eiere, investorer, arkitekter og designere, leverandører, entreprenører og avfallshåndteringsfirmaer et insentiv til å forbedre sirkulariteten under prosjekteringen.
- Målsettingen med Madaster Circularity Indicator er å måle bygningers sirkularitetsverdi basert på de sirkulære egenskapene til materialene og produktene som er brukt til å konstruere disse bygningene.

Nedenfor følger en kort beskrivelse av CI:

## **MADASTER CIRCULARITY INDICATOR (CI) FOR BYGNINGER**

Madaster Circularity Indicator er utformet for å tildele bygninger en sirkularitetsverdi (fra 0 til 100 %). Den beregnede CI er basert på data som brukeren har registrert i Madaster-databasen.

CI måler bygningers sirkularitetsnivå gjennom tre ulike faser:

- Byggefase: Hva er forholdet mellom mengden «jomfruelige» materialer og mengden «resirkulerte, gjenbrukte eller fornybare» materialer?
- Bruksfase: Hva er forventet funksjonell levetid for de anvendte produktene, sammenlignet med gjennomsnittlig funksjonell levetid for lignende produkter?
- Avvikling: Hva er forholdet mellom mengden «avfall» og mengden «gjenbrukbare og/eller resirkulerbare» materialer og produkter utvunnet fra en bygning når den renoveres eller rives?

Forklaring av CI-verdi:

- En bygning som helt og holdent er bygd med jomfruelige materialer, med en kortere funksjonell levetid enn gjennomsnittet, som primært ender opp som avfall, er en «lineær» bygning med en lav CI-verdi på 0–10 %.
- En bygning som helt og holdent består av materialer og/eller produkter som kan gjenbrukes i fremtiden (som produkter eller materialer), er en «sirkulær» bygning med en maksimal CI-verdi på 100 %, selv om den funksjonelle levetiden skulle være kortere enn gjennomsnittet.

I praksis vil bygninger ha verdier som varierer mellom 0 og 100 %, siden det vil være brukt en blanding av jomfruelige, resirkulerte og gjenbrukte materialer – som dels vil kunne gjenvinnes, og dels vil ende opp som avfall ved utgangen av deres tekniske levetid.

Madaster CI for bygninger er basert på Material Circularity Indicator som er utviklet av Ellen MacArthur Foundation<sup>1</sup> og deretter tilpasset funksjonaliteten i Madaster-plattformen.

---

<sup>1</sup> <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/programmes/insight/circularity-indicators>.

## 2 Omfang og grunnprinsipper

Madaster-plattformen fungerer som et manglende mellomledd i overgangen til en sirkulær økonomi: en sentral plattform der materialers identitet, kvalitet og lokalisering i bygninger kan registreres. Dataene som lagres i Madaster, kan bare være nyttige for den sirkulære økonomien når dataene som tilbys, er tilstrekkelig detaljerte (både fra et økonomisk perspektiv og fra et nullavfallsperspektiv), og når bygninger blir prosjektert på en slik måte at materialene og produktene enkelt kan demonteres og samles inn for gjenbruk og/eller resirkulering når den funksjonelle levetiden deres er over. I tillegg kan Madaster-plattformen fungere som en datakilde for en «markeds plass» der tilgjengelige materialer legges ut for salg for å stimulere til gjenbruk.

I tillegg til materialpasset som ble utviklet fra Madaster-plattformen, er det utviklet en modul som gir eiere, investorer, arkitekter og designere, leverandører, entreprenører og resirkuleringsvirksomheter et insentiv til å forbedre sirkularitetsaspektet ved prosjektering av bygg. Madaster CI-verdien måler bygningers sirkularitetsnivå og gjør det mulig for de involverte samarbeidspartnere å sammenligne de ulike verdiene.

Madaster CI-verdien er basert på følgende komponenter:

### 1. Byggefase (målsetting: 100 % ikke-jomfruelige materialer):

- Produktmasse (kg)
- Jomfruelige materialer brukt for å produsere et produkt (% av massen)
- Resirkulerte materialer brukt for å produsere et produkt (% av massen)
- Gjenbrukte materialer brukt for å produsere et produkt (% av massen)
- Hurtig fornybare materialer brukt for å produsere et produkt (% av massen)
- Effektiviteten i resirkuleringsprosessen som resulterer i de resirkulerte materialene (%)
- Avfallsmasse generert av resirkuleringsprosessen som mater produksjonsprosessen (kg)

### 2. Bruksfasen (målsetting: bruk > 100 %):

- Funksjonell levetid for de anvendte produktene og materialene (i år)
- Bransjegjennomsnitt for funksjonell levetid for bygningslag (i år)

### 3. Avviklingsfasen (målsetting: 100 % gjenbrukbare materialer):

- Materialer som egner seg for resirkulering (% av massen)
- Komponenter som egner seg for gjenbruk (% av massen)
- Demontering av produkter:
  - Monteringspunktene er lett tilgjengelige, og produktet lar seg enkelt demontere uten å skade andre deler av bygningen (ja/nei)
  - Produktet lar seg enkelt demontere med standardverktøy uten å skade produktet eller produkter det er festet til (ja/nei)
  - Produktets monteringspunkter og monteringsmetoder er standardiserte og prefabrikkerte (ja/nei)
- Massen av potensielt avfall til deponi eller forbrenningsovn (kg)
- Effektiviteten i resirkuleringsprosessen ved avvikling (%)
- Mengden avfall som genereres i resirkuleringsprosessen etter produktets bruksfase (kg)

Denne metoden er utformet for å gi et objektivt mål på nivået av sirkularitet både for tekniske og biologiske levetider, og for å fastsette én enkelt Madaster CI-verdi. Materialer med biologiske levetider er materialer som er bionedbrytbare ved slutten av den økonomiske levetiden, mens målet for materialer med en teknisk

levetid er å gjenbruke og/eller resirkulere disse ikke-biologiske materialene på en måte som optimaliserer gjenbruk på høyt nivå.

Grunnprinsipper:

- i) Bruke flest mulig resirkulerte og/eller gjenbrukte materialer
- ii) Forlenge produkters funksjonelle levetid så mye som mulig
- iii) Samle flest mulig materialer og produkter til resirkulering og gjenbruk

I Madaster-plattformen vises de ulike komponentene som følger:

### Andre bærekraftsindikatorer:

Selv om CI-metoden gir en indikasjon på sirkularitetsnivået til materialer, produkter og bygninger, er flere bærekraftsindikatorer ikke inkludert i beregningen:

- Energi: den iboende energien i de benyttede materialene samt energiforbruket i bygningens bruksfase
- Vann: vannforbruket under produksjons- og byggefasen og under bygningens bruksfase
- Miljøpåvirkning: klimaendring, uttynning av ozonlaget, forsuring, giftighet for mennesker, osv.
- Karbonfotavtrykk
- Sjenerende lukt og støyforurensning, andre risikoer osv.

### 3 Fastsette Madaster CI

Madaster CI-verdien genereres automatisk etter flere trinn:

#### Trinn 1:

For å generere en Madaster CI-verdi må en bruker av Madaster-plattformen først laste opp relevante bygningsdata ved bruk av en IFC- eller Excel-fil. IFC er et åpent standardformat for utveksling av BIM-data (byggningsinformasjonsmodell) mellom ulike programvarepakker. Excel-filen setter deg i stand til å importere begrensede datasett samt legge til data ved bruk av et standard filformat. Det er ingen grense for antall filer du kan laste opp til Madaster-plattformen.

En pålitelig Madaster CI-verdi kan kun oppnås for bygninger der produktene og materialene er fullstendig registrert. Derfor er det svært viktig at Madaster-brukere sørger for at kildefilen oppfyller de høyest mulige standardene og gir en komplett, virtuell representasjon av bygningen.

Madaster definerer de følgende retningslinjene og kravene for å etablere en BIM og den påfølgende eksporten av IFC-modellen:

- Unngå eksit bruk av IFC-enhetene «Proxy-element for bygningselement» og «Bygningselementdel».
- Hver GUID (globalt unik identifikator) må være unik.
- Tildel et materiale til alle elementer.
- Klassifiser alle elementer ved hjelp av klassifiseringssystemet NL/SfB (4 sifre).
- Legg alltid til «Grunnmengder» i eksporten din.
- Inkluder «Renoveringsstatus» eller «Fasetilhørighet» i eksporten i egenskapssettet med samme navn. Bruk det engelske navnet hvis du tildelte din egen tittel, tidligere: Existing / Demolish / New.
- Bruk eksportinnstillingen «2x3» for et mulig Madaster-eksportsett.

Se IFC-eksport håndbøkene og Madaster-hurtigveiledningen for detaljert informasjon om ILS/IDM- og IFC-eksportalternativene for de ulike programvarepakke.

#### Trinn 2:

Etter at brukeren har lastet opp bygningsdataene, blir de automatisk kartlagt av plattformen. Den automatiske kartleggingen utføres siden de gjeldende IFC-filene ikke inneholder sirkularitetsverdier (som for eksempel resirkulert innhold) og potensiell gjenbruk. Dataene berikes ved å koble materialer og produkter fra en IFC-fil til andre databaser. I Madaster-systemmiljøet kan brukere manuelt tilføye informasjon til dataene fra BIM-modellen.

Med den automatiske kartleggingen øker mengden data, noe som forbedrer Madaster CI-verdien med tanke på hvor omfattende og pålitelig den er.

#### Trinn 3:

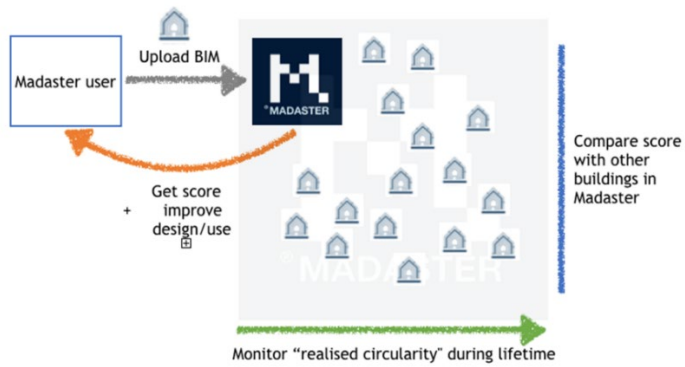
Deretter beregnes den «første» Madaster CI-verdien fra de opplastede bygningsdataene, i henhold til målemetodikken som er beskrevet i kapittel 4. I Madaster kan brukeren forbedre prosjekteringen, tilføye data, tilføye ytterligere detaljer og laste opp nyere versjoner for å øke CI-verdien.

#### Trinn 4:

Sirkularitetsnivået kan overvåkes gjennom bygningens bruksfase. Sirkularitetsverdiene kan endre seg i løpet av bygningens bruksfase. Vedlikeholds- og reparasjonsaktiviteter kan også inkluderes i dataene. På denne måten holder verdien seg oppdatert og nøyaktig. Det er brukeren som bestemmer når en ny CI-verdi skal beregnes.

Dette er visuelt fremstilt i figur 2.





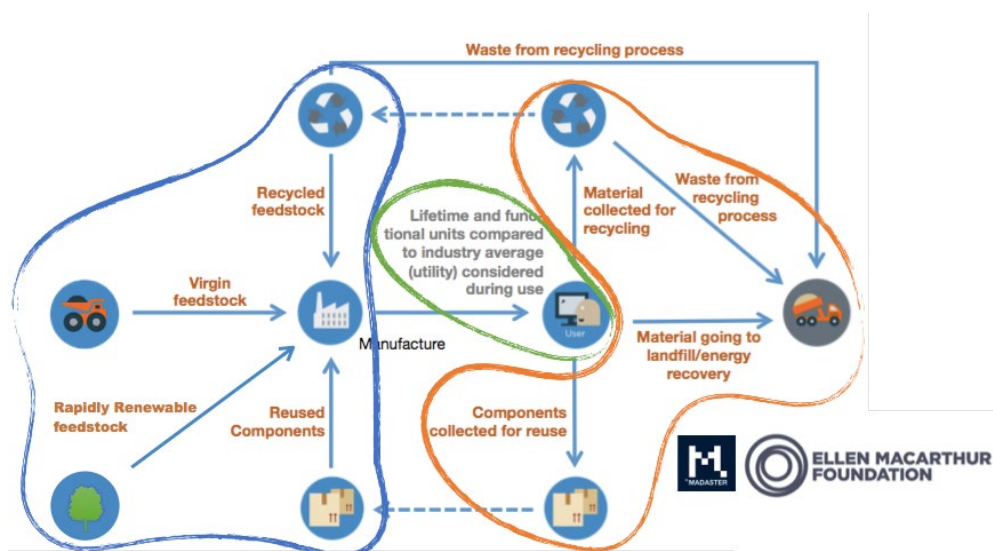
Figur 1: Prosessen på Madaster-plattformen

### **Merknad om datakvalitet:**

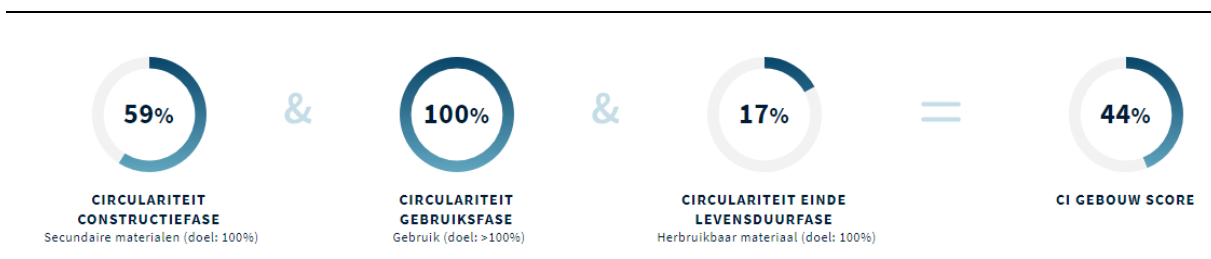
Kvaliteten på BIM-dataene som er lastet opp til Madaster, er en bestemmende faktor for hvor nyttige dataene er når man skal regne ut Madaster CI-verdien. For å få en god CI-verdi er det viktig at BIM-modellen er tilstrekkelig detaljert og inneholder nok informasjon.

## 4 Målemetode for Madaster CI-verdi

Etter omfattende analyse av de tilgjengelige metodene og verktøyene som brukes for å måle sirkularitet, har Madaster besluttet å velge målemetoden «Material Circularity Indicator» fra Ellen MacArthur Foundation (EMF) som grunnlag for å utarbeide Madaster Circularity Indicator. I resten av dette dokumentet tas EMF-metoden for gitt. En detaljert beskrivelse og ytterligere informasjon om Material Circularity Indicator, som er åpen kildekode, kan finnes på nettstedet til Ellen MacArthur Foundation<sup>2</sup>. Visualiseringen nedenfor, der den eksisterende EMF-modellen fremgår tydelig, er resultatet av flere ekspertøkter.



Målemetoden for Madaster CI har tre ulike faser: byggefase (blå), bruksfase (grønn) og avviklingsfase (oransje). Dette setter brukere i stand til å sammenligne produkter og bygninger ved å sammenligne de ulike komponentene og enkelt tildele ambisjoner og målsettinger for sirkularitet.



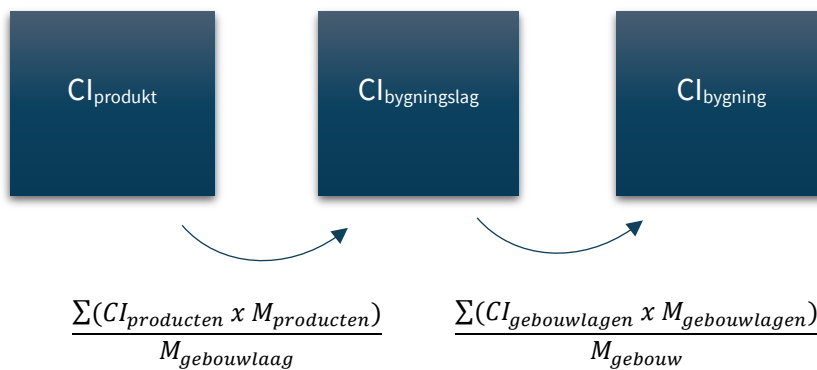
Sirkularitetsmålsettingene for hver fase er:

1. Byggefase: 100 % bruk av ikke-jomfruelige materialer (resirkulerte og/eller gjenbrukne) eller bruk av hurtig fornybare materialer der bruk av resirkulerte materialer anses å være mindre fordelaktig fordi resirkuleringsprosessen genererer sine egne avfallsstrømmer.

<sup>2</sup> <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/programmes/insight/circularity-indicators>.

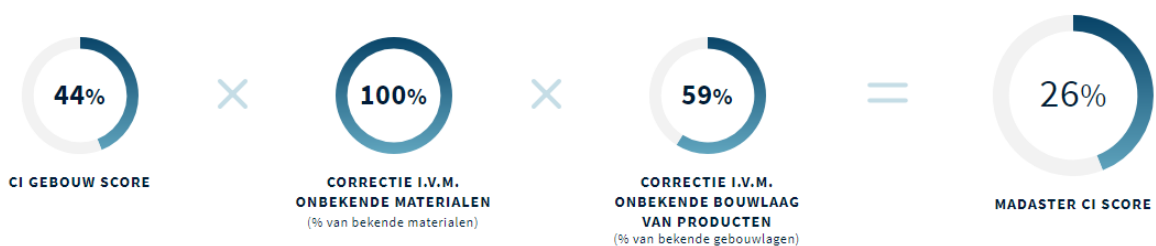
2. Bruksfasen: produkter med en funksjonell levetid som overskrider bransjegenomsnittet. Her vil den ideelle situasjonen være uendelig gjenbrukbarhet, med et uendelig antall livssykluser.
3. Avviklingsfasen: Materialer/produkter med 100 % gjenbrukbarhet, på høyest mulig nivå. Her vil den ideelle situasjonen være umiddelbar gjenbruk.

For å beregne Madaster CI-verdien benytter målemetoden det vektete gjennomsnittet. Det vektete gjennomsnittet baserer seg på massen til de anvendte materialene og produktene. Deretter beregnes verdiene, både for de ulike bygningslagene (Brand, 1994)<sup>3</sup> og for bygningen som helhet.



Madaster CI-målemetoden består av to nivåer:

1. Bygningens sirkularitetsindikator: Bygningens CI-verdi basert på de tilgjengelige dataene.
2. Madaster Circularity Indicator: Bygningens CI-verdi justert med to korreksjonsfaktorer. Ved å bruke disse korreksjonsfaktorene tas det hensyn til omfanget av datasettet i Madaster-databasen. En sirkulær bygning og det tilhørende materialpasset kan bare fungere som tiltenkt dersom produktene og materialene i bygningen er korrekt registrert. Den benyttede korreksjonen er basert på modellens omfang med tanke på prosentandelen av massen der materialene er kjent, og modellens omfang med tanke på prosentandelen av massen som NL-SfB-koding er tilgjengelig for.



<sup>3</sup> Brand, S. (1994). How Buildings Learn; What happens after they're built. Penguin Publishing Group

## 5 Beregne bygningens CI-verdi

Dette kapittelet inneholder ytterligere informasjon om sirkularitetsindikatorerne for byggefasen (avsnitt 1), bruksfasen (avsnitt 2) og utviklingsfasen (avsnitt 3). Deretter forklares beregningen av bygningens CI-verdi (avsnitt 4), med utgangspunkt i EMFs Material Circularity Indicator.

### 5.1 Sirkularitetsindikator for byggefasen

For å beregne sirkularitetsindikatoren for byggefasen må brukeren kunne få kjennskap til materialene som et produkt eller en bygning er konstruert av (se kapittel 6). Dette kan oppnås ved å bruke data fra den eksisterende Madaster-databasen eller ved å legge inn de nødvendige dataene på material- og produktnivå manuelt. På dette punktet skiller det mellom prosentandelen av jomfruelige og ikke-jomfruelige materialer. For gjenbrukte materialer skiller Madaster CI-verdien mellom resirkulerte, gjenbrukte og hurtig fornybare materialer.

Formelen for byggefasens sirkularitetsindikator er som følger:

$$CI_{Constructie} = F_R + F_{RR} + F_U$$

$F_R$  Andel resirkulerte materialer (som en prosentandel av produktmassen)

$F_{RR}$  Andel hurtig fornybare materialer (som en prosentandel av produktmassen)

$F_U$  Andel gjenbrukte produkter og/eller komponenter (som en prosentandel av produktmassen)

For bygningens CI-verdi (avsnitt 4) tas følgende data og forhold fra byggefasen i betraktning:

- Produktmassen (M) (kg)
- Effektiviteten i resirkuleringsprosessen som går forut for byggefasen\* ( $E_F$ ) (%)
- Avfallsmassen som genereres under resirkuleringsprosessen ( $W_F$ ) (kg)

\* Dette gjelder for resirkuleringsprosessen forut for produksjonen av produktet. For eksempel er det mulig at det kreves to kasserte gulvfliser for å produsere en ny gulvflis som utelukkende består av resirkulerte materialer (en effektivitet på 50 %).

### Visning i Madaster-plattformen:

CIRCULARITEIT CONSTRUCTIEFASE		MINDER INFORMATIE					
Secundaire materialen (doel: 100%)							
Massa van het product (t)	101,01 t	0 t	41,65 t	14,56 t	0 t	44,8 t	0 t
Toegepast gerecycled materiaal (% van de massa)	25%	0%	32%	19%	0%	19%	0%
Toegepast snel hernieuwbare materialen (% van de massa)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Toegepast hergebruikte componenten (% van de massa)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Efficiëntie recyclingproces voor constructiefase (%)	75%	0%	75%	75%	75%	75%	0%
Massa van afval gegenereerd gedurende het recycling proces (t)	8,26 t	0 t	4,44 t	0,92 t	0 t	2,9 t	0 t

## 5.2 Sirkularitetsindikator for bruksfasen

For å generere sirkularitetsindikatoren for bruksfasen må brukeren kunne få kjennskap til et produkts potensielle funksjonelle levetid, herunder den potensielle gjenbruken av det (se kapittel 6). Hvis den potensielle funksjonelle levetiden er ukjent, må levetiden til det aktuelle bygningslaget brukes i stedet. Deretter sammenlignes den potensielle funksjonelle levetiden med bransjegjennomsnittet for levetid, i henhold til Stewart Brands bygningslagteori<sup>4</sup>.

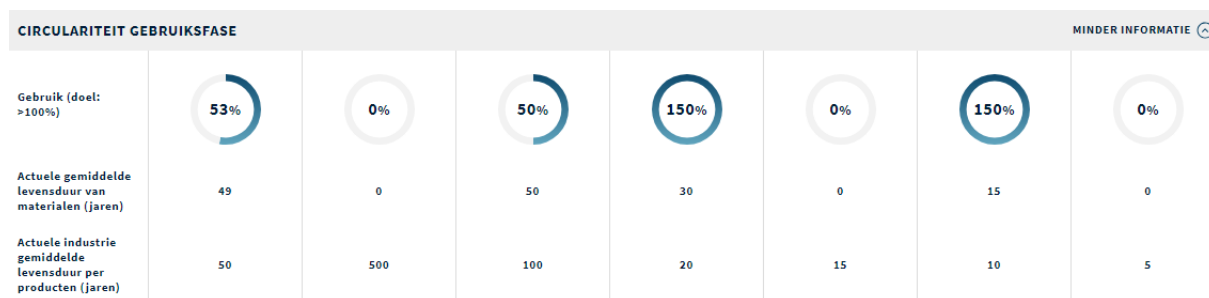


$$CI_{\text{Gebruik}} = \frac{L}{L_{av}}$$

L Potensiell funksjonell levetid for et produkt, i år

L<sub>av</sub> Bransjegjennomsnitt for et bygningslags levetid, i år

### Visning fra Madaster-plattformen:



Merk: Totalverdien kan ikke genereres ved simpelthen å dele 49 på 50. Den faktiske verdien på 53 % bestemmes ved å beregne det vektete gjennomsnittet for alle produkter fra de forskjellige systemlagene. Se [kapittel 4](#) for mer informasjon.

## 5.3 Sirkularitetsindikator for avviklingsfasen

For å generere sirkularitetsindikatoren for avviklingsfasen må brukeren kunne få kjennskap til det potensielle gjenbruksscenarioet for hvert materiale og/eller produkt (se kapittel 5). Beregningen skiller mellom gjenbruk av materialer (resirkulering), komponenter og/eller produkter (gjenbruk) og

<sup>4</sup> Brand, S. (1994). How Buildings Learn; What happens after they're built. Penguin Publishing Group

avfallsdeponering (deponi + forbrenning). Det tas også hensyn til resirkuleringsprosessens effektivitet, dvs. det ekstra avfallet som genereres gjennom denne prosessen.

Formelen for avviklingsfasens sirkularitetsindikator er som følger:

$$CI_{End-of-Life} = C_R \cdot E_C + C_U$$

- $C_R$  Andelen materialer som potensielt kan resirkuleres etter økonomisk levetid (som en prosentandel av produktmassen)
- $E_C$  Resirkuleringsprosessens effektivitet i avviklingsfasen (%)
- $C_U$  Andelen komponenter og/eller produkter som potensielt kan gjenbrukes etter økonomisk levetid (som en prosentandel av produktmassen)

Andelen komponenter og/eller produkter som skal legges inn, må oppfylle et antall betingelser (prosjektering for demontering). Disse betingelsene må oppfylles fordi gjenbruken av komponentene og/eller produktene bare er mulig når disse kan hentes ut av en bygning på vellykket måte. Betingelsene som må oppfylles på produktnivå, som er å finne under fanen «Administrasjon», er som følger:

1. Monteringspunktene er lett tilgjengelige, og produktet lar seg enkelt demontere uten å skade andre deler av bygningen (ja/nei).
2. Produktet lar seg enkelt demontere ved bruk av standardverktøy uten å skade objektet eller objektene som produktet er festet til.
3. Monteringspunktene og monteringsmetodene som er benyttet for å installere produktet, er standardiserte og prefabrikerte.

## Visning fra Madaster-plattformen

CIRCULARITEIT EINDE LEVENSDUURFASE		MINDER INFORMATIE					
Herbruikbaar materiaal (doel: 100%)							
Materiaal dat gebruikt gaat worden voor recycling (% van de massa)	17%	0%	22%	13%	0%	13%	0%
Componenten gebruikt gaat worden voor hergebruik (% van de massa)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Massa van potentiële stort & energie verbranding (t)	83,98 t	0 t	32,49 t	12,67 t	0 t	38,82 t	0 t
Efficiëntie recyclingproces voor einde levensduur fase (%)	75%	0%	75%	75%	75%	75%	0%
Massa van potentiële stort & energie verbranding van het recycling proces (t)	4,26 t	0 t	2,29 t	0,47 t	0 t	1,49 t	0 t

Merk: Totalverdien på 13 % kan ikke genereres fra de viste verdiene, siden denne verdien bestemmes ved å beregne det vektete gjennomsnittet for alle produkter fra de ulike systemlagene. Se [kapittel 4](#) for mer informasjon.

## 5.4 Bygningens sirkularitetsindikator

### 5.4.1 Sirkularitetsindikator

Sirkularitetsindikatoren beregnes ved å ta hensyn til materialstrømmene og utnyttelsesfaktoren.

For å beregne sirkularitetsindikatoren (CI) benyttes følgende formel:

$$CI = 1 - LFI \cdot F(X)$$

### 5.4.2 Lineær flytindeks (LFI)

Den lineære flytindeksen (LFI) brukes for å beregne den lineære delen av materialstrømmen, med utgangspunkt i 100 % jomfruelige materialer, der 100 % ender opp i en forbrenningsovn eller på et deponi. LFI spenner fra 0 (helt sirkulær) til 1 (helt lineær).

Formelen for LFI er som følger:

$$LFI = \frac{V + W}{2M + \frac{W_F - W_C}{2}}$$

Den består av følgende underformler:

$$V = M(1 - F_R - F_{RR} - F_U)$$

- M Produktmasse (kg)
- V Massen jomfruelig materiale som er brukt i produksjonen av et produkt (kg)
- $F_R$  Andel resirkulerte materialer (som en prosentandel av produktmassen)
- $F_{RR}$  Andel hurtig fornybare materialer (som en prosentandel av produktmassen)
- $F_U$  Andel gjenbrukte produkter og/eller komponenter (som en prosentandel av produktmassen)

$$W = W_0 + \frac{W_F + W_C}{2}$$

- W Avfallsmasse (kg)
- $W_0$  Avfallsmasse (kg) som ender opp på et deponi eller i forbrenningsovner etter et produkts økonomiske levetid
- $W_F$  Avfallsmasse (kg) som genereres i resirkuleringsprosessen som skaffer materialene som brukes for å produsere et produkt
- $W_C$  Avfallsmasse (kg) som genereres i resirkuleringsprosessen etter produktets økonomiske levetid

$$W_0 = M(1 - C_R - C_U)$$

- $C_R$  Andel materialer med et resirkuleringsscenario for avfall (som en prosentandel av produktmassen)
- $C_U$  Andel materialer med gjenbruksscenario for avfall (som en prosentandel av produktmassen)

$$W_F = M \frac{(1 - E_F)F_R}{E_F}$$

- $E_F$  Effektiviteten i resirkuleringsprosessen (%) som leverer materialene for å produsere et produkt. Standardverdien på 75 % kan endres manuelt, siden de påkrevde dataene ikke er tilgjengelige

$$W_C = M (1 - E_C) \cdot C_R$$

$E_C$  Effektiviteten i resirkuleringsprosessen (%) for et produkt med resirkuleringsscenario for avfall. Standardverdien på 75 % kan endres manuelt, siden de påkrevde dataene ikke er tilgjengelige

### 5.4.3 Utnyttelsesfaktor – F(X)

Utnyttelsesfaktoren F(X) beregner effekten av et produkts økonomiske levetid. Denne effekten synker gjennom forbedringer i prosjektering, reparasjoner, oppgraderinger og forebyggende vedlikehold.

Formelen for utnyttelsesfaktoren\* er:

$$F(X) = \frac{0,9}{X} \quad \& \quad X = \frac{L}{L_{av}}$$

0,9 Utnyttelseskonstant\*\*

L Potensiell funksjonell levetid for produktet (år)

$L_{av}$  Bransjegjennomsnitt for produktets funksjonelle levetid (år)

\* Merk at metodikken med Madaster CI-verdi ikke tar hensyn til komponenten EMF U/ $U_{AV}$ .

\*\* Utnyttelseskonstanten sikrer at fullstendig lineære produkter med en potensiell funksjonell levetid som tilsvarer bransjegjennomsnittet, får en verdi på 0,1–1. Produkter som er fullstendig lineære og har en kortere potensiell funksjonell levetid enn bransjegjennomsnittet, får en verdi  $< 0,1$ <sup>5</sup>.

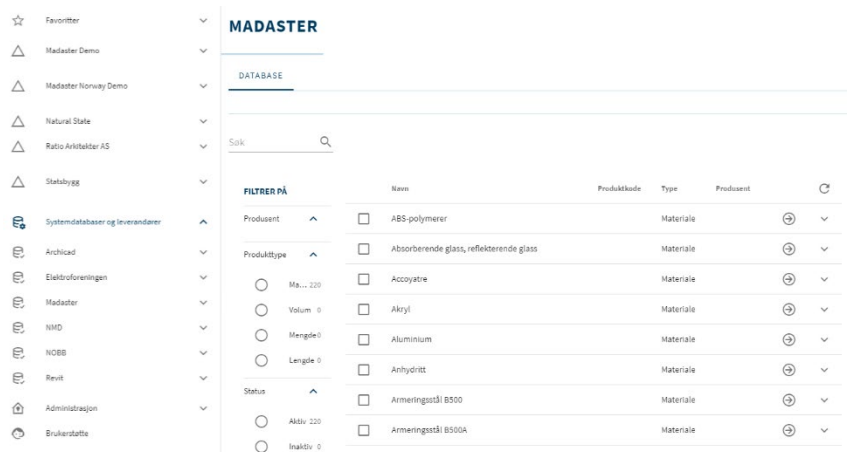
---

<sup>5</sup> <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/programmes/insight/circularity-indicators>.



## 6 Madaster-database for materialer og produkter

For å berike IFC-filene og registrere de nødvendige sirkularitetsdataene kan Madaster-databasen brukes for både materialer og produkter. Denne databasen, som allerede inneholder data om velkjente materialer og produkter, kan utvides med nye materialer og produkter. Materialene og produktene fra Madaster-databasen kan bare vises, ikke endres. Du kan imidlertid endre materialene og produktene du har lagt til selv. Madaster-databasen finner du i menyen «Systemdatabaser og leverandører».



### Hvilke materialer og produkter vises her?

Denne siden gir en oversikt over alle materialer og produkter i Madaster-databasen. Materialene og produktene du selv har lagt til gjennom prosessen for beriking av kildefil ligger i respektive database.

Alle brukere kan vise Madaster-databasen. Du kan ikke modifisere disse dataene. Det avhenger av en brukers rettigheter hvorvidt vedkommende kan redigere materialene og produktene personen selv har lagt til i databasen.

### Hvordan kan du endre sirkularitetsdata for materialer?

1. Klikk på «Rediger» for materialet eller produktet du ønsker å endre.
2. Rediger dataene du ønsker å endre (f.eks. resirkulert innhold, gjenbruksscenario eller demontering).
3. Klikk på «Lagre materiale» eller «Lagre produkt».

### Hvordan kan du legge til nye materialer eller produkter?

Du kan legge til et nytt materiale eller produkt for en kildefil fra fanen «Beriking». For å åpne fanen «Beriking» klikker du på «Vis status» (knappen vises ved siden av en kildefil under fanen «Saksmapper»). Hvis du er administrator, kan du også bruke menyen «Administrasjon». Etter at du har lagt til et nytt materiale eller produkt, kan du bruke denne menyen for å vise materialet eller produktet, og gå inn på de tilgjengelige feltene.

1. Du kan opprette et produkt i databasen ved å klikke på «Legg til materiale» eller «Legg til produkt». Du finner produktene og materialene du la til, under fanene «Materialer» og «Produkter» på skjermbildet Administrasjon. Der kan du så tilføye detaljer om materialet eller produktet du nettopp la inn.
2. For å legge inn tilleggsinformasjon kan du klikke på «Rediger» (knappen bak materialet eller produktet du nettopp har opprettet) og legge til data under de tilgjengelige fanene, som for eksempel data om materialer eller sirkularitet, eller søkekriterier.

## 7 Nyutviklinger

Madaster CI-verdien er i løpende utvikling, og Madaster har som mål å fortsette å spille en ledende rolle i utvikling og levering av metodikker for måling av sirkularitet. For å berike informasjonen som legges inn i Madaster-plattformen, og for å øke plattformens pålitelighet, er det nødvendig å etablere koblinger til eksterne databaser med pålitelige data (fortrinnsvis fra leverandørene selv). Det er også viktig å bruke en «Sirkularitets-IDM for BIM» med retningslinjer og et fast sett av regler for implementeringen av IFC-filer.

Madaster er i løpende kommunikasjon med partnere som kan tilføre plattformen data om anvendte materialer, funksjonelle levetider kontra tekniske levetider, varig kontra ikke-varig gjenbruk og materialenes påvirkning av menneskeheten og naturen.