

Afwegingen maken bij materiaalgebruik met hulp van TCO en MKI

Arjen Oostra

Niña Visser

Samenvatting

Om bestratingsmaterialen van de Rotterdamse stijl te evalueren is onder andere gebruik gemaakt van MKI (Milieu Kosten Indicator) om de milieubelasting inzichtelijk te maken. De wens was om niet alleen de MKI van de productie te vergelijken, maar juist de milieu impact tijdens de gehele levensduur.

Een MTI-rekentool is ontwikkeld om het mogelijk te maken verschillende materialen en de daarbij horende constructie en onderhoudscycli met elkaar te vergelijken en zo keuzes te maken.

Voor de toolkit bestratingsmaterialen voor het te ontwikkelen gebied Merwe Vierhavens is gebruik gemaakt van TCO (Total Cost of Ownership) en de MTI-tool. De wens is om met zo duurzaam mogelijke materialen het nieuwe gebied in te richten. Vanuit de ontwerpers zijn veel verschillende materialen aangedragen. De TCO van deze materialen zijn berekend. Ook zijn de toekomstige onderhoudscycli bepaald en dit is ingevoerd in de milieukosten Tool. Op deze wijze werd inzichtelijk wat de totale financiële en milieukosten zijn van de materialen gedurende hun levensduur. Hiermee zijn een aantal materialen afgevalen die slecht scoorden op TCO en op MKI.

Met behulp van de MTI-tool kan ook de afweging worden gemaakt tussen een element of een asfaltverharding. De komende periode willen de beheerders van Rotterdam deze methode gebruiken om meer keuzes te maken. Eén van de afwegingen is stil asfalt versus een stille elementverharding. Een aantal voorbeelden zullen in de paper worden uitgewerkt.

1 Inleiding

Het handboek Rotterdamse Stijl met de toolkit bestaat uit standaardmaterialen die in de openbare ruimte van Rotterdam worden toegepast. In 2008 is de Rotterdamse Stijl geïntroduceerd. De keuze is gemaakt voor een hogere kwaliteit met nieuwe materialen. Met "Nieuw voor oud" werd de stad zo snel mogelijk voorzien van de nieuwe standaard. Ook bij groot onderhoud werd vaak het materiaal vervangen voor nieuw. Ondertussen ligt van de verharding rond de 45% van de stad in de Rotterdamse Stijl materialen.



Figuur 1: Straten in Rotterdam (in groen) met Rotterdamse Stijl verharding

Bij de update van de Rotterdamse Stijl is circulair een belangrijk thema. Met een milieukosten indicator zijn verschillende standaardmaterialen uit de Rotterdamse Stijl geëvalueerd. In de nieuwe toolkit is een grove indicatie gegeven van de milieu-impact van de materialen. Een voorbeeld van de betontegel "Rotterdam" is weergegeven in figuur 2.

Verharding | betonproducten



Betontegel "Rotterdam"

Kleur en uiterlijk :
Betontegel met vellingkant 4/8 en een toplaag van uitgewassen gebroken grijs-graniet (1-3) zonder kleurstofslag.
Formaten in mm :
300x300x45, 300x150x80.
Bijzonderheden :
Verkrijgbaar zijn diverse specials zoals drainage-aansluiting, ventilatietegels en passtukken voor kegelbinkje, fietshokje, verkeerscheidingshek.
Toepassing en gebruik :
De afmeting 300x150x80 wordt alleen bij zware belasting gebruikt, zie verder de Standaard Wegenbouw Details.
Milieu impact : laag

Figuur 2: Informatie over Betontegel "Rotterdam" uit Toolkit Rotterdamse Stijl

Met deze informatie worden ontwerpers en beheerders geïnformeerd over de verschillende standaardmaterialen uit de Rotterdamse Stijl. Hiermee kan duurzaamheid in de afweging over de toepassing van materialen ook worden meegenomen. Er is niet alleen een eenmalige milieukosten indicator per standaard materiaal uitgerekend, maar ook een MTI-tool gemaakt waarmee verschillende scenario's kunnen worden vergeleken. In de wijk Reijeroord zijn verschillende pilots uitgevoerd met het hergebruik van materialen. Sommige betonstraatstenen werden alleen schoongemaakt en gepaketteerd. Andere betonstraatstenen zijn gekalibreerd, waarbij de stenen op dezelfde hoogte worden gepolijst. Deze verschillende alternatieven in hergebruik en met nieuwe stenen zijn te vergelijken op milieukosten. In de pilots is de beeldkwaliteit ook beoordeeld.

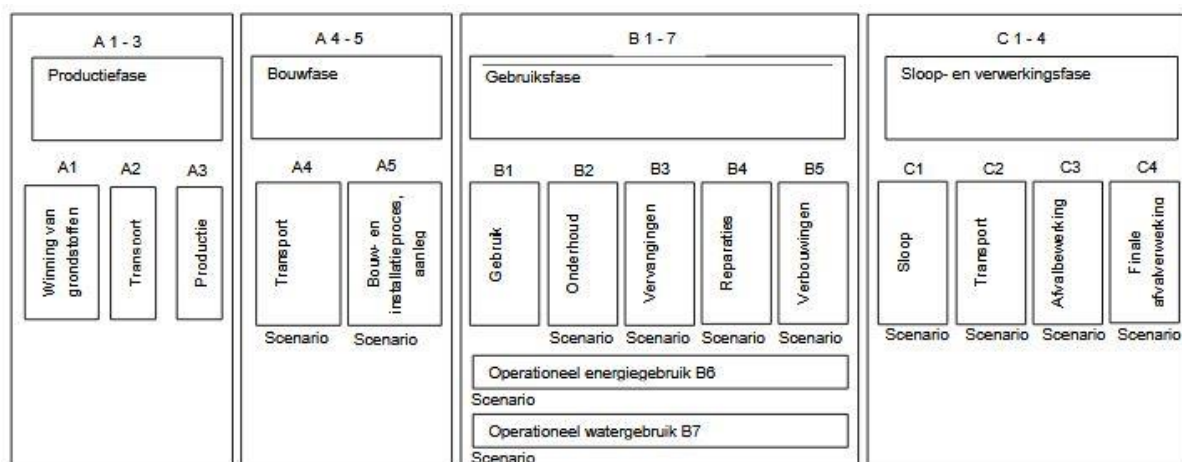


Figuur 3: Proefvakken hergebruik in Reijeroord en een gepolijste steen

2 MTI tool

De vergelijking wordt gemaakt op basis van de milieu-impact tijdens het produceren van de Rotterdamse producten, aangevuld met praktijkgegevens over het gebruik, hergebruik & recycling.

Voor de Milieu Technische Informatie (MTI) tool worden de modules A1 – A4 gebruikt. De MTI-tool levert toegevoegde waarde in de gebruiksfase, sloop en verwerkingsfase. Dit zijn de modules waar circulair werken gevolgen zal hebben op de milieu-impact. Wat de gevolgen hiervan zijn, wordt duidelijk doordat verschillende processen (zowel circulair als traditioneel) zijn opgenomen in de tool.



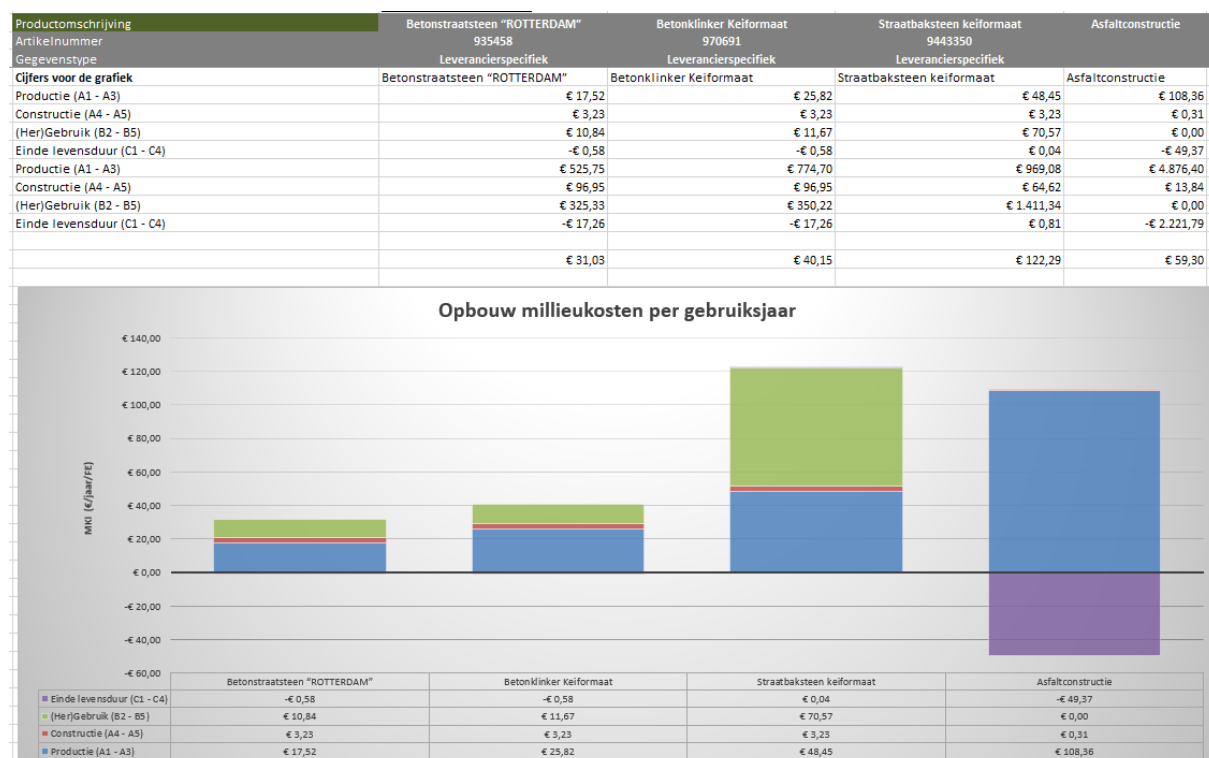
Figuur 4: Overzicht LCA-fases

Één van de afwegingen die is gemaakt met de MTI-tool is de vergelijking tussen een licht en zwaar belaste weg.

Bij beide vergelijkingen zijn de volgende vier materialen vergeleken:

- Betonstraatsteen keiformaat grijs graniet Rotterdamse Stijl
- Betonstraatsteen keiformaat rood (zogenaamde look-a-like van een gebakken steen)
- Gebakken steen keiformaat Rotterdamse Stijl
- Asphaltconstructie

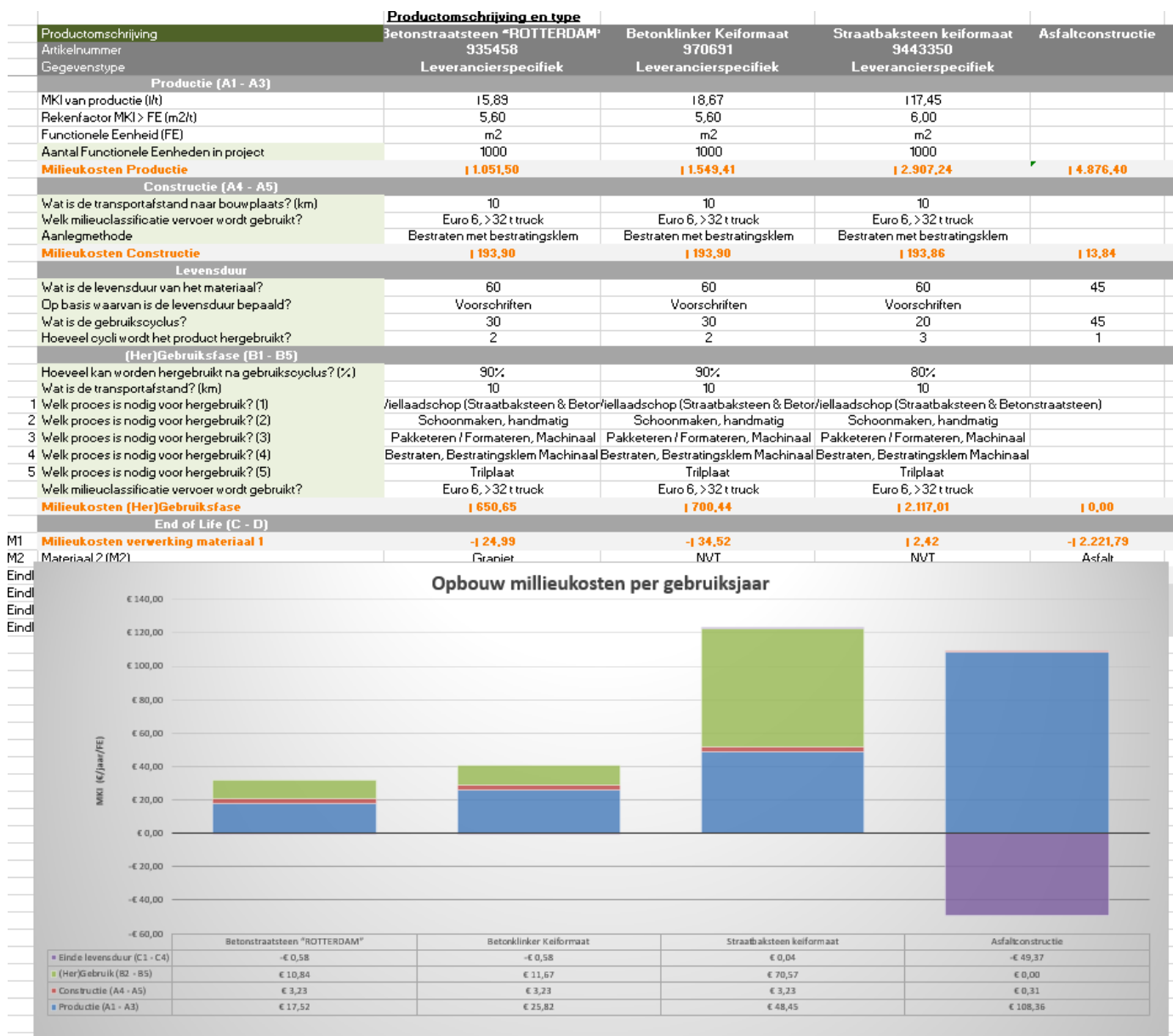
Om een goede vergelijking te maken is van alle vier de materialen de levensduur bepaald en de onderhoudscyclus bepaald. Ook is van de elementverharding bepaald wat het percentage inboet is bij een herbestrating.



Figuur 5: Vergelijking materialen bij een licht belaste woonstraat

Uit de vergelijking volgt dat de betonsteen keiformaat grijs graniet de minste milieu-impact heeft en de gebakken steen het meest. De ontwerper wil graag de gebakken steen vanuit uitstraling en de beheerder een betonsteen vanwege: meer maatvastheid, minder schade, beschikbaarheid van bishopsmutsen en langere levensduur en minder (storings)onderhoud. De betonklinker (de betonsteen met de uitstraling van een gebakken steen) is, zoals uit de vergelijking volgt een heel goed alternatief. Het heeft de positieve eigenschappen die een beheerder wenst de MKI is goed en de uitstraling voldoet ook. De MTI-tool kan op deze wijze gebruikt worden voor bewustwording over de beheer- en onderhoudskosten gedurende levensduur en de milieu-impact van verschillende materialen.

In het onderstaande figuur 4 staat een beeld van de MTI-tool.



Figuur 6: Rekenblad MTI-tool

3 Onze rol als opdrachtgever

Rotterdam koopt naast materialen ook diensten in, zoals raambestekken en eenmalige bestekken. Bij al deze inkopen is MKI een onderdeel. De besparing op MKI is een onderdeel bij de afweging voor gunning. Door deze wijze van aanbesteden kan een steeds groter milieurendement worden behaald.

Daarnaast wordt de milieu-impact steeds belangrijker als gunningscriterium bij bestekken en raamcontracten. De ervaring van recente aanbestedingen is dat de duur van de overeenkomst een positief effect heeft op de te behalen milieuwinst. Aannemers zijn bereid eerder te investeren in bijvoorbeeld emissie vrije apparatuur als de contractduur voldoende lang is om de investering te rechtvaardigen.

4 Voorbeeld van toepassing bij M4H

Voor de Merwe4Haven, een oud havengebied in transitie, is voor de toekomstige inrichting een toolkit opgesteld. De beheerders van dit gebied zijn het Havenbedrijf Rotterdam en de gemeente Rotterdam. Er is een gezamenlijke toolkit gemaakt met zowel materialen uit de toolkit van het Havenbedrijf Rotterdam als van Rotterdam. Daarnaast hebben de ontwerpers een aantal nieuwe (gewenste) materialen voorgesteld. Vanuit het Masterplan zijn een aantal randvoorwaarden meegegeven. Een van de belangrijkste is dat er circulaire en duurzame materialen worden toegepast. Dus hergebruik als dat mogelijk is en verder zo duurzaam mogelijk. Om de claim van zo duurzaam mogelijk te onderbouwen is de MTI-tool ingezet. Om de voorgestelde materialen onderling te kunnen afwegen is gebruik gemaakt van TCO en MKI. Oftewel de total cost of ownership, de totale kosten gedurende de levensduur, en de milieukostenindicator.

Met deze twee instrumenten zijn de verschillende materialen vergeleken. Hiermee kan een keuze worden gemaakt tussen de standaardmaterialen, zoals de betontegels, de tegel uit de toolkit van Rotterdam of van het Havenbedrijf. Ook of de voorgestelde verschillende type grasverhardingen kunnen vergeleken worden. Ook is een vergelijking gemaakt tussen een fietspad in tegels, asfalt en comfortplaten. Onderstaand een voorbeeld uit de Toolkit.

VERHARDINGEN

GEBAKKEN MATERIALEN



VG_1A
STRAATBAKSTEEN
'KF'



VG_1B
STRAATBAKSTEEN
'DF'



VG_1C
STRAATBAKSTEEN
'WF'



VG_1D
STRAATBAKSTEEN
'HERGEBRUIKT'

BETONPRODUCTEN

KERNVOORWAARDEN: VERVAARDIGD UIT GEOPOLYMEER



VB_1A
BETONTEGEL
'ROTTERDAM'



VB_1B
BETONTEGEL
'STANDAARD'



VB_1C
BETONTEGEL
'ROOD'



VB_1D
BETONTEGEL 'WIT
EN ZWART'



VB_1E
BETONTEGEL
'OXIDE'



VB_1G
GELEIDELIJNTEGEL
'ROTTERDAM'



VB_1H
WAARSCHUWING
EN



VB_1I
INFORMATIE EN
MARKERINGSSTEGEL



VB_1J
MARKERINGSTEGEL
OPLAADPUNT
ELEKTRISCHE
VOERTUIGEN



VB_2A
BETONSTRAAT-
STEEN
'ROTTERDAM'



VB_2B
BETONSTRAAT-
STEEN
'ROTTERDAM'
WATERPASSEREND



VB_2C
BETONSTRAAT-
STEEN
'STANDAARD'



VB_2D
BETONSTRAAT-
STEEN
'HERGEBRUIKT'



VB_2E
BETONSTRAAT-
STEEN 'WIT'



VB_2F
BETONSTRAAT-
KEIEN



VB_3A
GRASBETONTEGEL
'STANDAARD'



VB_3B
GRASBETONTEGEL
'VIERKANT'

Figuur 7: Voorbeeld uit Toolkit M4H

TCO

In het masterplan voor M4H zijn een aantal straatprofielen met mogelijke inrichtingen getekend. Om de TCO te kunnen bepalen is een gewenst profiel berekend over een lengte van 100 m. Van de gewenste varianten zijn de meerkosten bepaald.



Figuur 8: Verschillende straatprofielen M4H

Voor deze voorgestelde inrichtingen en materialen zijn ramingen gemaakt. Hiervoor is voor ieder materiaal een onderhoudsstrategie vastgesteld. Onderstaand een overzicht hoe de strategie is vastgesteld.

Naam	Functie	Frequentie herstraten	Inboet	Frequentie inzaaien / bemesten
Betonsteen waterpassierend	Flexstrook	20 jaar	10%	Voegen reinigen iedere 5 jaar
Grasbetontegel 'standaard'	Flexstrook	20 jaar	20%	5 jaar
Grasbetontegel 'vierkant'	Flexstrook	20 jaar	20%	5 jaar
Grasbetontegel Hydro Lineo	Flexstrook	20 jaar	30%	5 jaar
Betonsteen & greenbrick	Flexstrook	20 jaar	10%/100%	5 jaar
Doorgroeiplaat	Flexstrook	20 jaar	2%	10 jaar

Figuur 9: Overzicht onderhoudsstrategie materialen M4H

Uit de TCO-berekeningen kunnen de meerkosten voor de verschillende materialen bepaald worden. De meerkosten zijn van alle voorstellen ten opzichte van de standaard.

Omschrijving	Raming	meerkosten
Fietspad in asfalt	€ 22.300	€ 0
Fietspad in comfortplaat	€ 34.800	€ 12.600
Flexstrook tegels, bss, groen	€ 44.854	€ 0
Flexstrook bss H2O	€ 44.609	€ 3.755
Flexstrook Hydro Lineo XL	€ 58.198	€ 13.344
Flexstrook doorgroeiplaten	€ 46.893	€ 2.039

Figuur 10: Overzicht TCO berekeningen materialen M4H

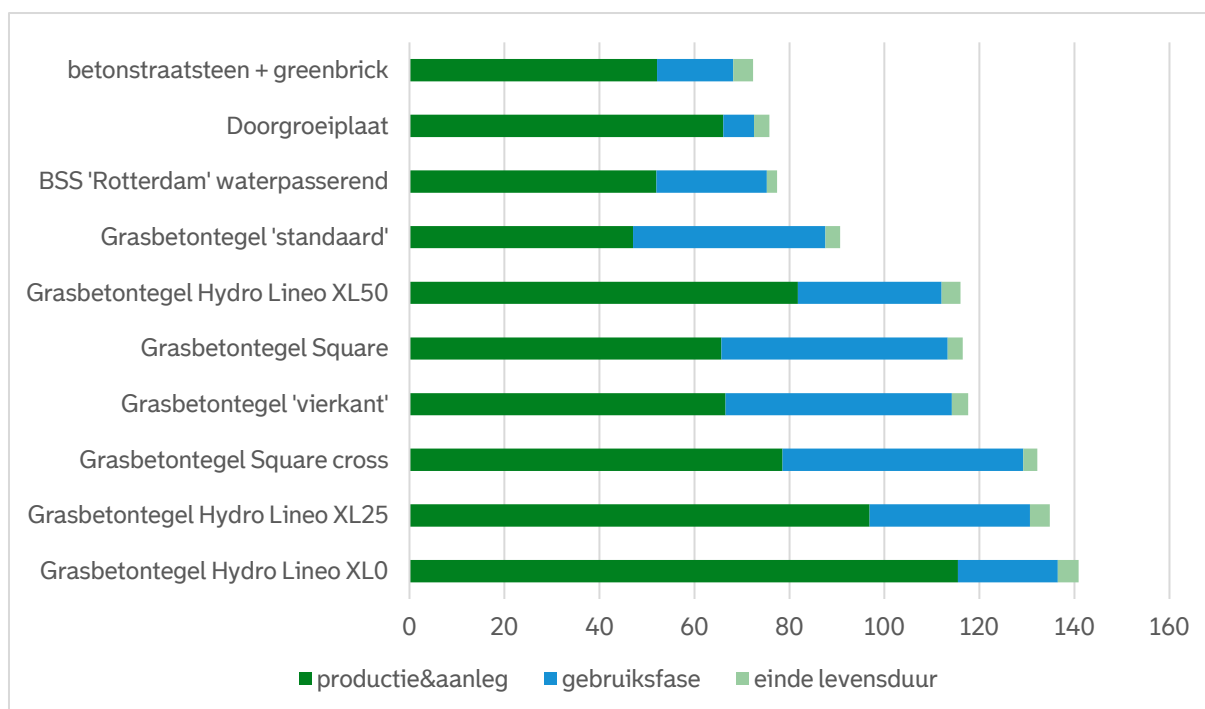
Bepalen MKI

Naast de berekening van de TCO-kosten is ook een berekening van de milieukosten gemaakt over de levensduur van het wegonderdeel. De eerder vastgestelde strategie is het uitgangspunt, maar ook is gekeken hoe deze werkzaamheden worden uitgevoerd. Onderstaand een voorbeeld hoe daarnaar gerekend is.

Materialen	Proces	Materieel
Betonstraatstenen	Opbreken	Wiellader
	Schoonmaken	Wiellader
	Pakketeren/formateren	Pakketteermachine
	Bestraten	Mob. kraan, klem en trilplaat
Tegels	Opbreken	Wiellader
	Schoonmaken, diepreinigen	Hogedrukspuit
	Pakketteren	Handmatig
	Bestraten	Mob. kraan, klem en trilplaat
Grasbetontegels	Opbreken	Wiellader
	Schoonmaken	Handmatig
	Pakketteren	Handmatig
	Bestraten	Mob. kraan, klem en trilplaat
Grasoppervlak	Afwerking grond	Mob. kraan
	Inzaaien gras	Tractor

Figuur 11: Overzicht processtappen materialen M4H

Bij einde levensduur, dus bij rehabilitatie worden de materialen opgenomen en afgevoerd. Voor de betonproducten is uitgegaan van recycling en downcycling. Een deel zal weer terug naar de producent gaan als grondstof voor nieuwe elementen. Een deel zal worden afgevoerd naar de breker en verwerkt worden tot granulaat als funderingsmateriaal. Grond en substraat kan worden hergebruikt en geeft daardoor geen milieulast. Gras kan worden afgevoerd en gecomposteerd. De greenbrick bestaat uit een polyethyleen bakje, het grootste deel van deze bakjes zullen in de vuilverbranding terecht komen. De MKI is voor verschillende grasbetonvarianten berekend en dat geeft het volgende overzicht.



Figuur 12: Overzicht berekende MKI voor grasbetonvarianten

Wat opvalt is dat er grote verschillen zijn in de MKI van de productie. Ook in de gebruiksfase zijn er grote verschillen. De verschillen bij einde levensduur zijn bij deze materialen klein. Dat komt omdat het allemaal betonproducten zijn. De verschillen worden voor een groot deel veroorzaakt door de dikte en volume van de stenen. Een dikkere steen of een steen die minder open ruimte heeft, scoort slechter op MKI vanwege de hoeveelheid materiaal. Bij de gebruiksfase speelt het inboetpercentage een grote rol. Wat uit deze vergelijking komt is dat de onderstaande 4 grasbetonstenen/platen goed scoren op TCO en MKI.

FLEXSTROOK



**DOORGROEIPLAAT 'GRASBETON'
ONDERDEEL VAN PILOT**



BETONSTRAATSTEEN & GREENBRICK



GRASBETONTEGEL 'STANDAARD'



**GRASBETONTEGEL 'LIJNVORMIG'
ONDERDEEL VAN PILOT**

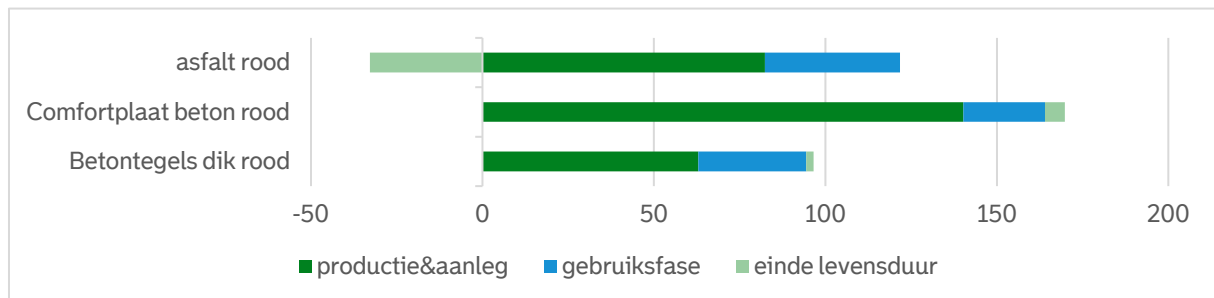
Figuur 13: Vier grasbetonvarianten met een goede MKI-score

Door deze informatie kan beter onderbouwd een discussie worden gevoerd onder andere over de wens om bepaalde materialen toe te passen vanuit esthetiek. Met de TCO en MKI kan dan beter richtlijnen worden meegegeven waar het materiaal aan zou moeten voldoen. In dit geval is gesteld dat ook toekomstige grasbetonstenen of platen aan de TCO en MKI van de standaard grasbetonsteen moet voldoen.

Voor fietspaden is ook een vergelijking gemaakt voor de MKI. Hieruit blijkt dat een fietspad in rood asfalt de minste milieu impact heeft en het fietspad in tegels iets meer. De MKI van

het pad in comfortplaten is heel ongunstig. Dit wordt veroorzaakt door de dikte van de platen, dus veel beton. Ook de TCO van de comfortplaten was fors hoger dan een fietspad in asfalt. Dit heeft geresulteerd in een negatief advies voor de comfortplaten. Indien een comfortplaat gewenst is, dan moet daar een goede motivatie tegenover staan. Dan kan dan zijn vanwege bijvoorbeeld boomwortels.

In de onderstaande figuur 11 staat het overzicht van de berekende MKI voor fietspaden in verschillende varianten.



Figuur 14: Overzicht MKI varianten verharding voor fietspad

Ook de standaardmaterialen, zoals de betontegels en betonstraatstenen zijn vergeleken. Deze materialen hebben geen afwijkend onderhoud, hierdoor kan volstaan worden met het vergelijken van de MKI-productie en transport fase.

Hieruit volgt dat de materialen uit de toolkit van het Havenbedrijf minder milieu-impact hebben. Toch is gekozen voor de betonstraatsteen Rotterdam vanwege de uitstraling, maar voor de tegel uit de toolkit van het Havenbedrijf.

Product	MKI (€/t)	MKI (€/m ²)	Transportafstand
Betontegel "Rotterdam"	18,16	1,84	37
Betontegel HbR	10,91	1,96	150
Betonsteen "Rotterdam"	19,32	3,45	11
Betonsteen HbR	16,24	2,90	11

Figuur 15: vergelijking MKI-materialen Rotterdam - HbR

Uit de berekeningen die gemaakt zijn voor de materialen uit de toolkit Merwe4Haven is gebleken dat bepalend is voor de MKI:

- Dikte van het materiaal
- Inboet
- Levensduur van het materiaal
- Duur van de gebruikscyclus

5 Conclusie

Met het kunnen berekenen van de MKI en TCO van materialen kan bij de keuze voor materialen ook de milieukosten en onderhoudsgevolgen gedurende de levensduur in de afweging worden meegenomen. Vanuit een circulair opgaven willen we de stad steeds meer zien als materiaaldepot. Door meer informatie te kunnen geven over de restwaarde van bestaande materialen die in de stad liggen, begint een ontwerper straks niet meer met een leeg canvas, maar kijken naar de restwaarde van de materialen en hoe kunnen we deze materialen goed hergebruiken in het project of op een ander project. Door tools zoals TCO, MKI en de Rotterdamse MTI-tool wordt het makkelijker inzicht te krijgen in de milieukosten en kosten gedurende de gehele levensduur, hierdoor wordt het mogelijk om dit in de eisen voor projecten mee te geven en mee rekening te houden in het ontwerp van de openbare ruimte.

Voor het verder ontwikkelen van deze tools zullen we steeds een groter gedeelte uitvragen van leveranciers van materialen. Voor de standaardmaterialen van de Rotterdamse Stijl weten we steeds beter de TCO en kunnen we ook bij langer gebruiken van materialen de milieukosten berekenen. Voor alle nieuwe objecten vragen we steeds vaker een LCA uit, zodat we de TCO weten en een overzicht hebben van de benodigde onderhoudsmaatregelen.