



## **KNB - LCC straatbakstenen**

**2 februari 2021**

## Verantwoording

|                        |                                                                                          |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel</b>           | KNB - LCC straatbakstenen                                                                |
| <b>Opdrachtgever</b>   | KNB Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek                                      |
| <b>Projectleider</b>   | Maikel van der Heiden                                                                    |
| <b>Auteur</b>          | Edwin Maasdam en Alistair Beames                                                         |
| <b>Tweede lezer</b>    | Edwin Maasdam                                                                            |
| <b>Projectnummer</b>   | 1278451                                                                                  |
| <b>Aantal pagina's</b> | 15                                                                                       |
| <b>Datum</b>           | 2 februari 2021                                                                          |
| <b>Handtekening</b>    | Ontbreekt in verband met digitale verwerking.<br>Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven. |

## Colofon

TAUW bv  
Ekkersrijt 4008  
Postbus 1680  
5602 BR Eindhoven  
T +31 40 23 25 55 0  
E [info.eindhoven@tauw.com](mailto:info.eindhoven@tauw.com)

## Inhoud

|       |                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------|----|
| 1     | Inleiding .....                                        | 4  |
| 1.1   | Aanleiding .....                                       | 4  |
| 1.2   | Methode LCC-berekening .....                           | 4  |
| 1.3   | Verschil tussen TCO en LCC .....                       | 4  |
| 1.4   | Duurzaamheid .....                                     | 5  |
| 1.5   | Leeswijzer .....                                       | 5  |
| 2     | Opzet onderzoek .....                                  | 5  |
| 2.1   | Doel en Scope .....                                    | 6  |
| 2.2   | Initiële investeringskosten .....                      | 7  |
| 2.3   | Levensduurkosten (instandhoudingskosten).....          | 7  |
| 2.4   | Niet opgenomen kostenaspecten.....                     | 8  |
| 3     | Uitgangspunten .....                                   | 8  |
| 3.1   | Initiële investeringskosten .....                      | 8  |
| 3.2   | Levensduurkosten .....                                 | 9  |
| 3.3   | Functionele levensduur / hergebruik / restwaarde ..... | 10 |
| 3.3.1 | Straatbakstenen .....                                  | 10 |
| 3.3.2 | Betonstraatstenen: .....                               | 10 |
| 4     | Resultaten en conclusie .....                          | 11 |
| 4.1   | Investeringskosten .....                               | 11 |
| 4.2   | Levensduur-/instandhoudingskosten .....                | 11 |
| 4.3   | Totale kosten.....                                     | 12 |
| 4.4   | Eindconclusie .....                                    | 13 |
| 5     | Referenties .....                                      | 13 |

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

De Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek (KNB) heeft een goed begrip van milieu-impact van straatbakstenen en heeft TAUW gevraagd onderzoek te doen om dit inzicht te verbreden naar de totale financiële impact van straatbakstenen, in vergelijking met andere alternatieven. De aanlegkosten van straatbakstenen zijn algemeen bekend, maar wat minder duidelijk is, zijn de kosten die verband houden met de hele levensduur van het product en vooral hoe dit zich verhoudt tot vergelijkbare (functioneel gelijkwaardige) producten op de markt, zoals bijvoorbeeld betonstraatstenen. Een berekening van de levenscycluskosten (LCC) maakt het mogelijk om de beheer en onderhoudskosten (instandhouding) en eventuele vervanging van het product te berekenen binnen een vooraf bepaalde periode (levensduur). Bij een LCC zijn de kosten vooral gericht op de klant (bijvoorbeeld een gemeente).

Straatbakstenen zijn vaak bij eerste aanleg wat duurder dan alternatieven (met name betonstraatstenen), echter wanneer de gehele levenscyclus in ogenschouw wordt genomen, kan dat mogelijk een ander beeld geven. Om dit te onderzoeken heeft KNB aan TAUW een berekening gevraagd van de levenscycluskosten (LCC) van straatbakstenen en alternatieve producten, namelijk betonstraatstenen. De resultaten van de LCC zijn bedoeld voor zakelijke klanten (zoals gemeentes) die gaan investeren in elementenverhardingen, met een overzicht van de lange-termijn kosten van beide alternatieven.

### 1.2 Methode LCC-berekening

In de berekening van de levenscycluskosten (LCC) worden de kosten na aanschaf en aanbrengen van een product voor de koper (de klant) inzichtelijk gemaakt voor een bepaalde periode. Deze periode staat los van de (functionele) levensduur van een product. In dit geval gaat het om de levenscycluskosten na de aanschaf van straatbakstenen of betonstraatstenen.

### 1.3 Verschil tussen TCO en LCC

Er zijn twee alternatieve methodologieën om inzicht te krijgen in de levenscyclus en lange-termijn kosten van producten, namelijk *Total Cost of Ownership* (TCO) en *Life Cycle Costing* (LCC). Beiden berekenen de kosten over een bepaalde periode. Echter wordt bij TCO vooral gekeken naar de levensduur van een product en bij LCC naar een vastgestelde periode / duur (veelal 50 of 100 jaar). Omdat bij een TCO naar het product wordt gekeken, wordt daarbij ook vaak de restwaarde na de gebruiksfase meegenomen. Bij een LCC berekening wordt dat veelal niet gedaan. Er is echter een zekere mate van vrijheid in beide methodologieën. Bij een LCC berekening kan er daarom ook voor worden gekozen om de restwaarde mee te berekenen.

Hoewel op basis van bovenstaande informatie het mogelijk lijkt dat een TCO beter past bij dit onderzoek, is er toch voor gekozen om een LCC-berekening te maken. Dat komt omdat dit onderzoek vooral is bedoeld om de kosten voor de koper / klant te bepalen. Een klant, zoals een gemeente, berekend op gelijke wijze hun beheer en onderhoud (inclusief eventuele vervangingen). Daarbij hanteert een gemeente voor het beheer en onderhoud vooraf bepaalde termijnen voor bijvoorbeeld groot onderhoud van verhardingen (bijvoorbeeld in combinatie met een rioolvervanging), waardoor de (functionele) levensduur niet leidend hoeft te zijn voor de levenscycluskosten. Omdat straatbakstenen goede rest- en hergebruiksmogelijkheden hebben, en een gemeente / aannemer daar ook rekening mee houdt, is er voor gekozen om eventueel hergebruik en/of de restwaarde ook op te nemen in deze LCC-berekening.

#### 1.4 Duurzaamheid

In het kader van duurzaamheid en circulariteit is het belangrijk om het eventueel hergebruik van materialen mee te nemen. Zo is het bij straatbakstenen gebruikelijk dat ze worden hergebruikt binnen een project, hergebruikt bij ander projecten of worden doorverkocht. Dit heeft ook gevolgen voor de kosten. De LCC-berekening houdt ook rekening met de netto-besparing door hergebruikte straatbakstenen.

#### 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van hoe de berekening is gestructureerd met een korte beschrijving van de alternatieve productvarianten en het LCC-doel en de scope. Hoofdstuk 3 legt de belangrijke uitgangspunten uit en de aannames die bij de berekening zijn gemaakt. Ten slotte beschrijft hoofdstuk 4 de resultaten van de berekening en hoe de alternatieven presteren.

## 2 Opzet onderzoek

Het prijspeil van de raming is januari 2021 op basis van de huidige stand van zaken en wet- en regelgeving. De ramingen zijn bedrijfseconomisch opgesteld (er is geen rekening gehouden met marktwerking). Wel is rekening gehouden met gangbare kortingen vanuit een leverancier voor aannemers en is de werksnelheid afgestemd op de situatie en projectgrootte.

De kosten zijn bepaald op basis van de kostendatabase van TAUW (prijspeil 1 januari 2021), prijzen/prijslijsten van leveranciers en recente inschrijfstaten van aannemers. De raming betreft investerings- en levensduurkosten, opgebouwd volgens de SSK2010-systematiek (CROW-publicatie 137, herzien rekenmodel versie 3.05a).

SSK staat voor Standaard Systematiek Kostenramingen. De SSK-systematiek is een uniforme ramingsmethodiek welke is ontwikkeld door het CROW. Het voordeel van het hanteren van de SSK-systematiek is dat deze methodiek bruikbaar is in alle projectfasen. Hierdoor zijn de kostenramingen te volgen in de tijd. Een tweede voordeel is dat met de SSK-systematiek een uniform gebruik van de begrippen, onzekerheden en risico's worden aangeduid.

Voor verdere beschrijving van deze methodiek wordt verwezen naar CROW publicatie 137.

## 2.1 Doel en Scope

Het doel van de raming is het inzichtelijk maken van de benodigde aanleg (bouwkosten) en levensduurkosten voor het aanbrengen van een verharding van straatbakstenen (SBS) of betonstraatbakstenen (BSS), voor zowel 'standaard' stenen en een alternatief of 'luxe' variant, over een levensduur van 50, 75 of 100 jaar.

De LCC omvat vier verschillende producten en houdt rekening met hun levenscycluskosten over drie levensduren van 50 jaar, 75 jaar en 100 jaar. Er zijn dus 12 kostenberekeningen gemaakt. Tabel 2.1 is een overzichtsschema van de alternatieve producten en levensduur.

*Tabel 2.1 Het overzichtsschema toont twee alternatieve producttypen (straatbakstenen en betonstraatstenen), de productvarianten binnen elk en de alternatieve beschouwde levensduren*

| Product           | Type stenen                                                  | Beschouwde levensduur /<br>instandhoudingsperiode [jaar] |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Straatbakstenen   | Standaard - Keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin              | 50                                                       |
|                   |                                                              | 75                                                       |
|                   |                                                              | 100                                                      |
|                   | Alternatief - Dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin            | 50                                                       |
|                   |                                                              | 75                                                       |
|                   |                                                              | 100                                                      |
| Betonstraatstenen | Standaard - Klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs               | 50                                                       |
|                   |                                                              | 75                                                       |
|                   |                                                              | 100                                                      |
|                   | Luxe - Klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin | 50                                                       |
|                   |                                                              | 75                                                       |
|                   |                                                              | 100                                                      |

De kosten zijn voor 1 m<sup>2</sup> bestrating bepaald. Voor het bepalen van de eenheidsprijs (en de daarbij behorende werksnelheid en aankoopkosten) is echter rekening gehouden met een totale aan te brengen hoeveelheid van 1.000 m<sup>2</sup>. Uitgangspunt is bijvoorbeeld een nieuwe rijbaan, met een breedte van 3,00 m of groter (conform standaard omschrijvingen vanuit de RAW-systematiek).

Het uitgangspunt voor de raming is dat hierin de kosten, die een koper van straatbakstenen of betonstraatstenen moet maken om de betreffende verharding aan te leggen en in stand te houden, inzichtelijk worden gemaakt. De resultaten zijn gericht op de zakelijke markt, waarbij vooral vanuit het perspectief van de aannemer is gerekend.

De fasen in de levenscyclus van de straatbakstenen zijn als volgt:

- De productie van de straatbakstenen
- Het transport van de straatbakstenen naar de bouwplaats
- Het aanbrengen van de straatbakstenen
- Periodiek onderhoud
- Klein onderhoud weg en groot onderhoud weg
- De eventuele vervanging van straatbakstenen
- De uiteindelijke verwijdering en afvoer van de verharding

De LCC bestaat uit twee hoofdcomponenten:

1. Initiële investeringskosten: de initiële investering weerspiegeld in de aankoop- en aanlegkosten van het product
2. Levensduurkosten: de kosten voor het instandhouden (beheer en onderhoud) en vervangen van het product binnen een vooraf bepaalde periode (levensduur)

## 2.2 Initiële investeringskosten

In de investeringskosten zijn uitsluitend de kosten opgenomen voor het leveren (dus verkoopprijs, inclusief transport naar locatie) en aanbrengen van de elementenverharding.

Kosten die voor de aanleg van een dergelijke verharding wel benodigd zijn binnen een project, maar normaliter niet onderling verschillen tussen de diverse type elementenverhardingen, zijn hierin niet meegenomen. Denk dan aan een funderingslaag en/of een straatlaag. Werkzaamheden die echt onderdeel zijn van het aanbrengen van een elementenverharding, inclusief aantrillen en inwegen, zijn wel meegenomen (conform de RAW-filosofie).

## 2.3 Levensduurkosten (instandhoudingskosten)

**Bij de levensduurkosten worden de kosten voor het instandhouden, inclusief eventuele vervangingen, binnen een gekozen periode / duur inzichtelijk gemaakt.** De term 'levensduurkosten' (conform de SSK-2010) dekt niet helemaal de lading van hetgeen wat berekend wordt. Mede daarom is in de SSK-2018 methodiek de term 'levensduurkosten' ook vervangen voor 'instandhoudingskosten'. **De gekozen levensduurperiode staat los van de (functionele) levensduur van een product bij een LCC-berekening.** Er wordt een periode / horizon gekozen, bijvoorbeeld 50, 75 of 100 jaar, waarbinnen alle kosten worden geraamd die een koper moet maken om het aangebrachte product bij aanleg (investering) in stand te houden.

Voor alle verschillende verhardingstypes is rekening gehouden met gelijke maatregelen en frequenties voor het beheer, onderhoud en vervanging. Er is uitsluitend onderscheid gemaakt bij vervanging ten aanzien van potentieel hergebruik. De onderhoudsmaatregelen betreffen onder meer periodiek onderhoud (onkruidbestrijding), klein onderhoud (herstraten) en groot onderhoud (rehabilitatie). Bij de berekening is rekening gehouden met de onderhoudsmaatregelen waarnaar wordt verwezen in de CROW (publicatie 145).

Bij het onderhoud is rekening gehouden met een percentage breuk en doorverkoop, waarbij bij doorverkoop de restwaarde of opbrengst van deze materialen ook als zodanig is opgenomen in de raming. Bij breuk of einde levensduur, is gerekend met afvoer naar een verwerker, inclusief de bijbehorende stort-/acceptatiekosten.

In de LCC-berekening is tevens een netto contante waarde berekend, waarbij is berekend welk bedrag nu gereserveerd zou moeten worden om de beheer en onderhoudskosten binnen de levensduur te kunnen bekostigen. Bij deze reservering van kosten wordt rekening gehouden met een discontovoet van 3,00 % (op basis van een besluit van het Kabinet op 23 november 2015, waarin is bepaald dat de discontovoet voor MKBA's 3,00 % wordt). Dit betreft een combi van rente en inflatie.

## 2.4 Niet opgenomen kostenaspecten

In de raming zijn voor de aanleg en levensduurkosten uitsluitend de directe bouwkosten opgenomen. Eventuele aanvullende kosten die wel in een project (conform de SSK methodiek) kunnen voorkomen, maar niet van belang zijn voor deze kostenbepaling, zijn geen onderdeel van de raming. Kosten die niet zijn opgenomen betreffen onder andere de indirecte bouwkosten (zoals 'nader te detailleren bouwkosten', eenmalige kosten, algemene kosten, uitvoeringskosten, winst en risico en objectrisico's), engineeringskosten, vastgoedkosten, overige bijkomende kosten (zoals verzekeringen, leges vanuit vergunningen, verleggingskosten kabels en leidingen en maatregelen ten aanzien van archeologie, niet-gesprongen explosieven, ecologie) en overstijgende risicoreserveringen.

# 3 Uitgangspunten

## 3.1 Initiële investeringskosten

Elk van de vier beschouwde producten (de twee soorten straatbakstenen en de twee soorten betonstraatstenen) hebben verschillende aankoopkosten. Elk van de vier producten en bijbehorende prijs zijn hieronder beschreven.

- Straatbakstenen, standaard steen:
  - Keiformaat (200x100 mm), dik 80 mm, kleur rood-bruin. Uitgangspunt is een vormbaksteen, bezand en kwaliteit A4/12. De stenen worden als mechanisch pakket geleverd, franco werk
  - Kosten EUR 28,00 per m<sup>2</sup> (48 stenen per m<sup>2</sup>)
- Straatbakstenen, alternatief:
  - Dikformaat, dik 85 mm, kleur rood-bruin. Uitgangspunt is een vormbaksteen, bezand en kwaliteit A4/12. De stenen worden als mechanisch pakket geleverd, franco werk
  - Kosten EUR 32,50 per m<sup>2</sup> (71 stenen per m<sup>2</sup>)
- Betonstraatstenen, standaard steen:
  - Klinkerformaat (210x105 mm), dik 80 mm, kleur grijs, voorzien van een deklaag steen, met facet en splintervrije kop. De stenen worden als mechanisch pakket geleverd, franco werk
  - Kosten EUR 12,00 per m<sup>2</sup> (45 stenen per m<sup>2</sup>)
- Betonstraatstenen, 'luxe' steen:
  - Klinkerformaat (210 x 105 mm), dik 80 mm, kleur rood-bruin, voorzien van kleurvaste gesloten deklaag met keramische uitstraling. De stenen worden als mechanisch pakket geleverd, franco werk
  - Kosten EUR 21,00 per m<sup>2</sup> (45 stenen per m<sup>2</sup>)

Aanvullend worden voor alle bovengenoemde type stenen een levensduur-/instandhoudingsperiode van 50, 75 en 100 jaar beschouwd.

De aanlegkosten zijn opgesplitst in twee werkzaamheden, namelijk:

1. Leverantie van de stenen (inclusief transport naar de projectlocatie)
2. Het aanbrengen van de stenen:
  - Aanbrengen stenen middels stenenlegklem (machinaal straten) in elleboogverband
  - Aftrillen stenen met trilplaat (handbediend)
  - Invegen zand (brekerzand)

### 3.2 Levensduurkosten

Binnen de levensduurkosten zijn onderstaande werkzaamheden, inclusief frequentie, opgenomen:

- Onkruidbeheersing → 3x per jaar
- Plaatselijk herstraten (klein onderhoud) → 1x per 11 jaar, voor 15 % van de aangebrachte verharding
- Rehabilitatie (groot onderhoud) → 1x per 30 jaar

De onderhoudsfrequenties zijn bepaald op basis van referentiewerken en de CROW, publicatie 145. Er is daarbij gebruik gemaakt van onderhoudsniveau A.

Bij het toepassen van de frequenties is er rekening mee gehouden dat het klein onderhoud (herstraten) en groot onderhoud (rehabilitatie) niet ongeveer gelijktijdig optreden. In de praktijk zal bijvoorbeeld niet in jaar 50 groot onderhoud plaatsvinden en dan twee jaar later weer klein onderhoud. Daarom is nu 2x klein onderhoud gevolgd door 1x groot onderhoud gerekend (waarbij 1x klein onderhoud komt te vervallen) en daarna weer dezelfde werkvolgorde wordt gehanteerd. Dat ziet er dan tot en met jaar 100 uit zoals in onderstaande tabel. Tabel 3.1 toont de frequentie van de onderhoudsintervallen gedurende de levensduur van de straatbakstenen en betonstraatstenen.

Tabel 3.1: onderhoudsintervallen gedurende de levensduur van de straatbakstenen en betonstraatstenen

| Type onderhoud               | In jaar                                                                                                        |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 12                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 23                                                                                                             |
| Groot onderhoud (na 30 jaar) | 31                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 42                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 53                                                                                                             |
| Groot onderhoud (na 30 jaar) | 61                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 72                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 83                                                                                                             |
| Groot onderhoud (na 30 jaar) | 91                                                                                                             |
| Klein onderhoud (na 11 jaar) | 102 (deze valt echter buiten de max. levensduur van 100 jaar en wordt daarom niet meegenomen in de berekening) |

Beheer en onderhoudsposten die waarschijnlijk wel door een gemeente worden gerekend, maar los staan van het type verharding, zoals het schoonvegen van verharding of gladheidsbestrijding (strooien van zout) zijn niet opgenomen in deze berekening.

### 3.3 Functionele levensduur / hergebruik / restwaarde

Een groot verschil tussen straatbakstenen en betonstraatstenen zijn de functionele levensduur en de hergebruiksmogelijkheden. Voor deze berekening wordt gebruik gemaakt van hedendaagse en gebruikelijke werkwijzen. Dat wordt benadrukt omdat op het moment veel ontwikkelingen lopen ten aanzien van circulariteit en duurzaamheid. Deze ontwikkelingen kunnen mogelijk leiden tot andere uitgangspunten voor hergebruik van materialen.

#### 3.3.1 Straatbakstenen

De volgende aannames zijn van toepassing op het levensduur van straatbakstenen:

- De levensduur van straatbakstenen kan erg lang zijn, in sommige gevallen tot meer dan 250 jaar. Op basis van het rapport van CE-delft, is een gemiddelde functionele levensduur aangehouden van 135 jaar.
- Bij klein onderhoud (herstraten) gaat 8 % verloren als gevolg van breuk en worden de gebroken stenen afgevoerd naar een erkende verwerker. De verloren stenen worden nieuw bijgeleverd.
- Hergebruikpercentage bij groot onderhoud (rehabilitatie) binnen functionele levensduur van 80 % (conform rapport CE-delft), waarbij de verloren 20 % bestaat uit:
  - 12 % breuk bij groot onderhoud, waarbij de materialen worden afgevoerd naar een erkende verwerker, en er menggranulaat of metselpuinggranulaat van kan worden gemaakt
  - 8 % doorverkocht aan een handelaar als gevolg van een andere verhardingskeuze / inrichting, waarbij de verkopende aannemer circa 50 % van de nieuwwaarde ontvangtDe verloren stenen worden nieuw bijgeleverd.

#### 3.3.2 Betonstraatstenen:

De volgende aannames zijn van toepassing op de levensduur van betonstraatstenen:

- Functionele levensduur betonstraatstenen 40 jaar
- Bij klein onderhoud (herstraten) gaat 10 % verloren als gevolg van breuk en worden de gebroken stenen afgevoerd naar een erkende verwerker. De verloren stenen worden nieuw bijgeleverd
- Bij groot onderhoud (rehabilitatie) na 30 jaar wordt 100 % afgevoerd naar een erkende verwerker (vanwege beperkte restlevensduur), waarna het wordt hergebruikt als menggranulaat of betongranulaat (of geschikt gemaakt voor nieuw beton). De verloren stenen worden nieuw bijgeleverd

## 4 Resultaten en conclusie

### 4.1 Investeringskosten

Voor de initiële aanlegkosten is het duidelijk dat straatbakstenen per m<sup>2</sup> doorgaans duurder is ten opzichte van betonstraatstenen. Tabel 4.1 toont de initiële kosten voor elke variant. Elke variant heeft een andere prijs per vierkante meter. De levensduur heeft geen invloed op de initiële investering en zijn daarom in onderstaande tabel niet benoemd. Zowel de standaard als de alternatieve straatbakstenenvariant zijn duurder dan de betonvarianten. Uiteraard is de luxe betonstraatstenen variant duurder dan de standaard / sobere variant. Vanaf dit startpunt zullen de levensduurkosten laten zien of de kosten die gedurende de levensduur van elk product zijn opgebouwd, de uiteindelijke totale levenscycluskosten veranderen.

Tabel 4.1 Initiële investeringskosten per vierkante meter voor twee soorten stenen met elk één alternatief

| Product           | Type stenen                                                  | Kosten per m <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Straatbakstenen   | Standaard - Keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin              | EUR 37,42                 |
|                   | Alternatief - Dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin            | EUR 41,92                 |
| Betonstraatstenen | Standaard - Klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs               | EUR 21,42                 |
|                   | Luxe - Klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin | EUR 30,42                 |

### 4.2 Levensduur-/instandhoudingskosten

Uit de resultaten wordt duidelijk dat hoe langer de gerekende levensduurperiode wordt, de gunstiger straatbakstenen worden ten opzichte van betonstraatstenen. De oorzaak zijn de goede hergebruiksmogelijkheden binnen de functionele levensduur van straatbakstenen.

Waar straatbakstenen binnen 100 jaar grotendeels twee maal hergebruikt kunnen worden bij groot onderhoud, zijn betonstraatstenen na de eerste maal al afgeschreven en moeten worden vervangen.

Ook wordt duidelijk dat straatbakstenen, vanwege de goede hergebruiksmogelijkheden, qua levensduurkosten maar een geringe verhoging aan levensduurkosten geeft. Bij betonstraatstenen is dit verschil veel groter, omdat na elk groot onderhoud nieuwe stenen gekocht moeten worden.

*Tabel 4.2 Levensduurkosten per vierkante meter voor twee soorten stenen met elk één alternatief en drie verschillende levensduren*

| Product           | Type stenen                                                  | Levensduur/instandhoudings-periode [jaar] | Kosten per m <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| Straatbakstenen   | Standaard - Keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin              | 50                                        | EUR 28,78                 |
|                   |                                                              | 75                                        | EUR 51,63                 |
|                   |                                                              | 100                                       | EUR 72,56                 |
|                   | Alternatief - Dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin            | 50                                        | EUR 29,66                 |
|                   |                                                              | 75                                        | EUR 53,68                 |
|                   |                                                              | 100                                       | EUR 75,05                 |
| Betonstraatstenen | Standaard - Klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs               | 50                                        | EUR 35,16                 |
|                   |                                                              | 75                                        | EUR 64,87                 |
|                   |                                                              | 100                                       | EUR 92,13                 |
|                   | Luxe - Klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin | 50                                        | EUR 44,56                 |
|                   |                                                              | 75                                        | EUR 83,54                 |
|                   |                                                              | 100                                       | EUR 119,94                |

### 4.3 Totale kosten

De totale kosten bestaat uit de som van initiële investering en de levensduur-/instandhoudingskosten. Over een totale periode van 50 jaar (inclusief initiële aanleg) zijn standaard betonstraatstenen nog steeds de goedkoopste oplossing, in vergelijking met een straatbakstenen. Na 100 jaar zijn de kosten voor standaard betonstraatstenen echter iets duurder dan een (doorgaans als luxer beschouwde) verharding van straatbakstenen. Duidelijk wordt ook dat standaard of alternatieve straatbakstenen, onafhankelijk van de levensduur 50, 75 of 100 jaar, goedkoper zijn dan betonstraatstenen met vergelijkbare uitstraling.

*Tabel 4.3 Totale kosten per vierkante meter voor twee soorten stenen met elk één alternatief en drie verschillende levensduren*

| Product           | Type stenen                                                  | Levensduur/ instandhoudings-periode [jaar] | Kosten per m <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| Straatbakstenen   | Standaard - Keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin              | 50                                         | EUR 66,20                 |
|                   |                                                              | 75                                         | EUR 89,05                 |
|                   |                                                              | 100                                        | EUR 109,98                |
|                   | Alternatief - Dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin            | 50                                         | EUR 71,58                 |
|                   |                                                              | 75                                         | EUR 95,60                 |
|                   |                                                              | 100                                        | EUR 116,97                |
| Betonstraatstenen | Standaard - Klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs               | 50                                         | EUR 56,58                 |
|                   |                                                              | 75                                         | EUR 86,29                 |
|                   |                                                              | 100                                        | EUR 113,55                |
|                   | Luxe - Klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin | 50                                         | EUR 74,98                 |
|                   |                                                              | 75                                         | EUR 113,96                |
|                   |                                                              | 100                                        | EUR 150,36                |

#### 4.4 Eindconclusie

Op basis van deze LCC-berekening blijkt dat wanneer voor een korte periode een sober en doelmatige verharding is benodigd, standaard grijze betonstraatstenen vanuit financieel oogpunt de beste oplossing zijn. Echter zullen in alle andere gevallen, straatbakstenen de voordeligere oplossing zijn, wanneer ook de levenscycluskosten worden beschouwd.

Ter vergelijking:

- Standaard straatbakstenen (keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 50 jaar, circa 17 % duurder ten opzichte van standaard betonstraatstenen (klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs)
- Standaard straatbakstenen (keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 100 jaar, circa 3 % goedkoper ten opzichte van standaard betonstraatstenen (klinkerformaat, 80 mm, kleur grijs)
- Standaard straatbakstenen (keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 50 jaar, circa 12 % goedkoper ten opzichte van luxe betonstraatstenen met een gelijkwaardige uitstraling (klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin)
- Standaard straatbakstenen (keiformaat, 80 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 100 jaar, circa 27 % goedkoper ten opzichte van luxe betonstraatstenen met gelijkwaardige uitstraling (klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin)
- Alternatieve straatbakstenen (dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 50 jaar, circa 4,5 % goedkoper ten opzichte van luxe betonstraatstenen met gelijkwaardige uitstraling (klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin)
- Alternatieve straatbakstenen (dikformaat, 85 mm, kleur rood-bruin) zijn na een levensduurperiode van 100 jaar, circa 22 % goedkoper ten opzichte van luxe betonstraatstenen met gelijkwaardige uitstraling (klinkerformaat, (210x105 mm), 80 mm, kleur rood-bruin)

## 5 Referenties

- CE Delft (2020), Hergebruik straatbakstenen, Publicatienummer: 20.190404.090a, Delft