

STADSBADER

KETENANALYSE BETON

2024-10

Colofon

Versie: 2024-10

Datum: 30/09/2024

Verantwoordelijken:

- Stijn Braet
- Elke Declerck

Inhoudsopgave

COLOFON	2
1 INLEIDING	5
1.1 HET BEDRIJF STADSBADER	5
1.2 DUURZAAMHEIDSTRATEGIE	5
1.3 MEEST MATERIËLE SCOPE 3-EMISSIONS.....	5
1.4 GRENZEN	7
1.5 ACTIVITEITEN	7
2 IDENTIFICEREN VAN SCHAKELS IN DE KETEN	8
2.1 SCOPE KETENANALYSE	8
2.2 KETENSTAPPEN	9
2.3 OVERZICHT VAN DE BETONKETEN PER FASE MET KETENPARTNERS	11
2.4 KETENPARTNERS	12
3 HOEVEELHEDEN	15
4 CO₂-EMISSIONS	15
4.1 GRONDSTOFFEN (A1)	16
4.2 AANVOER GRONDSTOFFEN (A2)	19
4.3 PRODUCTIE (A3).....	22
4.4 DISTRIBUTIE PRODUCT (A4)	25
4.5 INSTALLATIE (A5)	27
4.6 GEBRUIKSFASE (B).....	27
4.7 AFBRAAK (C1)	28
4.8 AFVOER RESTSTROMEN (C2).....	31
4.9 VERWERKING RESTSTROMEN (C3)	32
4.10 STORTEN/RECYCLAGE (C4).....	33
5 BESPARING	33
6 OVERZICHT	34

6.1	STORTKLAAR BETON 2023	34
6.2	PREFAB BETON 2023	35
6.3	STORTKLAAR VS. PREFAB BETON	36
7	REDUCTIEMOGELIJKHEDEN	37
7.1	ALGEMEEN	37
7.2	BETONKETEN.....	37
7.3	DUURZAAM BETON.....	38
8	BRONVERMELDING.....	39
	BIJLAGE 1 – 17 VERDUURZAMINGSOPTIES VOOR BETON	41
	BIJLAGE 2 – CO ₂ -EMISSIONFACTOREN	42

1 Inleiding

1.1 Het bedrijf Stadsbader

Het familiebedrijf Stadsbader werd in 1946 opgericht in Harelbeke. Op vandaag is de groep dagelijks actief op zo'n 150 werven in België en buurlanden.

Het portfolio van Stadsbader beslaat diverse domeinen van de bouwsector: wegenwerken en infrastructuuraanleg, industriebouw en commerciële bouwprojecten, burgerlijke bouwkunde, afbraakwerken, waterbehandeling, sportinfrastructuur, kunstgrasvelden, onderhoudsdiensten, signalisatie, productie van prefabbeton en technieken, zowel voor overheids- als voor private werken.

Meer informatie over de grenzen van de onderneming waarop deze ketenanalyse van toepassing is, kan gevonden worden op <https://www.stadsbader.com/nl/co2-prestatieladder>.

1.2 Duurzaamheidsstrategie

Stadsbader heeft de ambitie om de CO₂-uitstoot drastisch te verlagen. Deze inspanningen kunnen worden gekwantificeerd door middel van de CO₂-Prestatieladder. Dit is een certificeerbaar managementsysteem dat bedrijven stimuleert om CO₂ te reduceren op zowel structurele wijze, binnen de bedrijfsvoering als op projecten én in de toeleveringsketen. Bedrijven die goed scoren op de ladder kunnen bij aanbestedingen een gunningsvoordeel krijgen. Sinds begin 2023 beschikt Stadsbader over het CO₂-bewust certificaat niveau 5, het hoogste niveau op de CO₂-prestatieladder.

In een ketenanalyse wordt de CO₂-uitstoot van de volledige keten (upstream en downstream) van een product of service berekend en geëvalueerd. Voorliggend rapport betreft een ketenanalyse voor de productie van Beton.

1.3 Meest materiële Scope 3-emissies

Om het onderwerp van de ketenanalyses te bepalen moet er een kwalitatieve analyse gebeuren van de Scope 3-emissies. Conform de voorgeschreven werkwijze uit handboek 3.1 van de CO₂-prestatieladder wordt er voor deze kwalitatieve analyse gekeken naar de Product-Marktcombinaties (PMC's) en bijhorende relevante scope 3-emissiecategorieën voor Stadsbader.

In onderstaande tabel worden de relevante PMC's voor Stadsbader opgelijst:

PMC's Stadsbader

PMC	Korte toelichting
Infrastructuurwerken	Infrastructuurwerken (grond-, asfalt-, beton- of rioleringswerken) voor zowel openbare als privé klanten.
Bouwprojecten	Civiele constructies voor zowel openbare als privé klanten.
(Prefab)beton/asfalt productie	Productie van (prefab)beton of asfalt voor derden (geen installatie op de bouwwerf).
Technische installaties	Installeren van technische installaties zoals HVAC systemen
Transport	Transport van beton, asfalt, grond en prefabelementen van en naar de eigen werven.
Slopen	Afbraakwerken, breken van fracties en recyclage.

Op basis van de kwalitatieve analyse van de CO₂-emissies werd onderstaande top 6 bekomen van BKG- (Broeikasgas-) genererende activiteiten.

Top 6 BKG-genererende activiteiten

Activiteit	Score
Aankoop, productie en plaatsing van Asfalt	20
Aankoop, productie en plaatsing van Stortbeton	20
Aankoop, productie en plaatsing van Prefabbeton	20
Aankoop en verwerking van Kalk	19
Aankoop en verwerking van Staal	19
Aankoop en verwerking van isolatiematerialen	17

De impact van de activiteiten wordt steeds kwalitatief (van zeer klein = 1 tot groot = 4) gescoord op

- Belang Sector,
- Uitstoot,
- Reductiepotentieel,
- Marktaandeel,
- Omzet.

De maximale kwalitatieve beoordeling bedraagt aldus een score van 20 punten.

Uit de analyse blijkt dat de **Aankoop, productie en plaatsing van beton** (stortbeton + prefabbeton) voor Stadsbader in deze combinaties één van de belangrijkste BKG-genererende activiteiten is met een maximale score. Het gebruik van beton is een kernactiviteit van Stadsbader, en dus is er ook een bepaalde mate van invloed mogelijk om in te grijpen op BKG-generende processen in de keten.

Omwille van de consistentie van data, focust deze ketenanalyse op het **intern geproduceerde beton**.

1.4 Grenzen

Volgende ondernemingen en locaties worden opgenomen in de scope van deze ketenanalyse. De locaties betreffen de vaste locaties met activiteiten relevant voor de betonketen (excl. werven, maar inclusief de mobiele betoncentrales).

Ondernemingen	Vaste locaties
Stadsbader NV	Harelbeke
MDV	Kallo
STV trans	Puurs
Staroute	Zedelgem
IB-Mat	Kluisbergen
ACAP	Asse (mobiel)
Deckx algemene ondernemingen	Zaventem (mobiel)
Van Maercke Prefab	Oosterweel (mobiel)
Recydem West	
RTS Depot	
Top-Off	
Gama	

In dit rapport wordt naar het geheel van deze ondernemingen en locaties verwezen als 'Stadsbader Groep' of 'Stadsbader'.

1.5 Activiteiten

Stadsbader Groep heeft de scope 3-emissies van haar activiteiten in kaart gebracht van de voorbije jaren. In dit document worden de CO₂-emissies van de betonketen vanuit een levenscyclusbenadering in kaart gebracht. Dit omvat de CO₂-uitstoot van de winning van de grondstoffen tot en met de afvalverwerking of de recycling. Op deze manier verschuift de focus naar de up- en de downstream-emissies bij de ketenpartners in de betonketen.

In deze ketenanalyse worden de voor de betonketen relevante activiteiten van de Stadsbader Groep in België en buurlanden beschreven. Deze worden zowel in opdracht van overheden als privé uitgevoerd en bestaan uit:

- wegenwerken en infrastructuraanleg
- industriebouw en commerciële bouwprojecten
- burgerlijke bouwkunde
- afbraakwerken
- productie van (prefab) beton

Deze ketenanalyse 'beton' heeft tot doel een globaal inzicht te geven in de betonketen van Stadsbader Groep, door de emissies te identificeren en reductiemogelijkheden te formuleren. Om dit te bereiken wordt het document als volgt opgebouwd:

- een beschrijving van de keten en identificatie van de belangrijkste ketenpartners;
- bepalen van de CO₂-emissies in de betonketen;
- overzicht van de reductiemogelijkheden en hun potentiële CO₂-besparing.

2 Identificeren van schakels in de keten

2.1 Scope ketenanalyse

Beton is een veelgebruikt bouw materiaal binnen Stadsbader Groep. Het beton neemt verschillende vormen en consistenties aan en wordt zowel door Stadsbader zelf geproduceerd als op de werven geleverd door diverse leveranciers. Er wordt binnen Stadsbader Groep een onderscheid gemaakt tussen:

- Stortklaar beton
- Prefab beton

Daarnaast zijn onder andere ook asfaltbeton en zandcement meegenomen in deze ketenanalyse in de categorie 'stortklaar' beton voor zover deze door Stadsbader zelf zijn geproduceerd. Voor producten geleverd door externen (en door Stadsbader gebruikt op de werven) werd enkel rekening gehouden met stortklaar beton en prefab beton. Het staal dat in het (prefab) beton wordt verwerkt, wordt voor deze ketenanalyse buiten beschouwing gelaten.

De meeste betonelementen kunnen zowel op basis van stortklaar als prefab beton gebouwd worden.

Binnen de prefab beton worden volgende producten onderscheiden:

- balken en kolommen
- architectonisch beton
- beton voor welfsels
- beton voor predallen en prémuren
- beton voor trappen
- beton voor rioleringen

Qua samenstelling zijn deze betonproducten vergelijkbaar met stortklaar beton, en ook onderling zijn de prefab elementen qua samenstelling gelijkaardig.

Stadsbader Groep is zich ervan bewust dat een belangrijk deel van de CO₂-emissies toe te schrijven is aan het energie-intensieve productieproces van cement. Door onderstaande ketenanalyse beoogt Stadsbader Groep inzicht te verwerven in de betonketen en reductiemogelijkheden te formuleren.

2.2 Ketenstappen

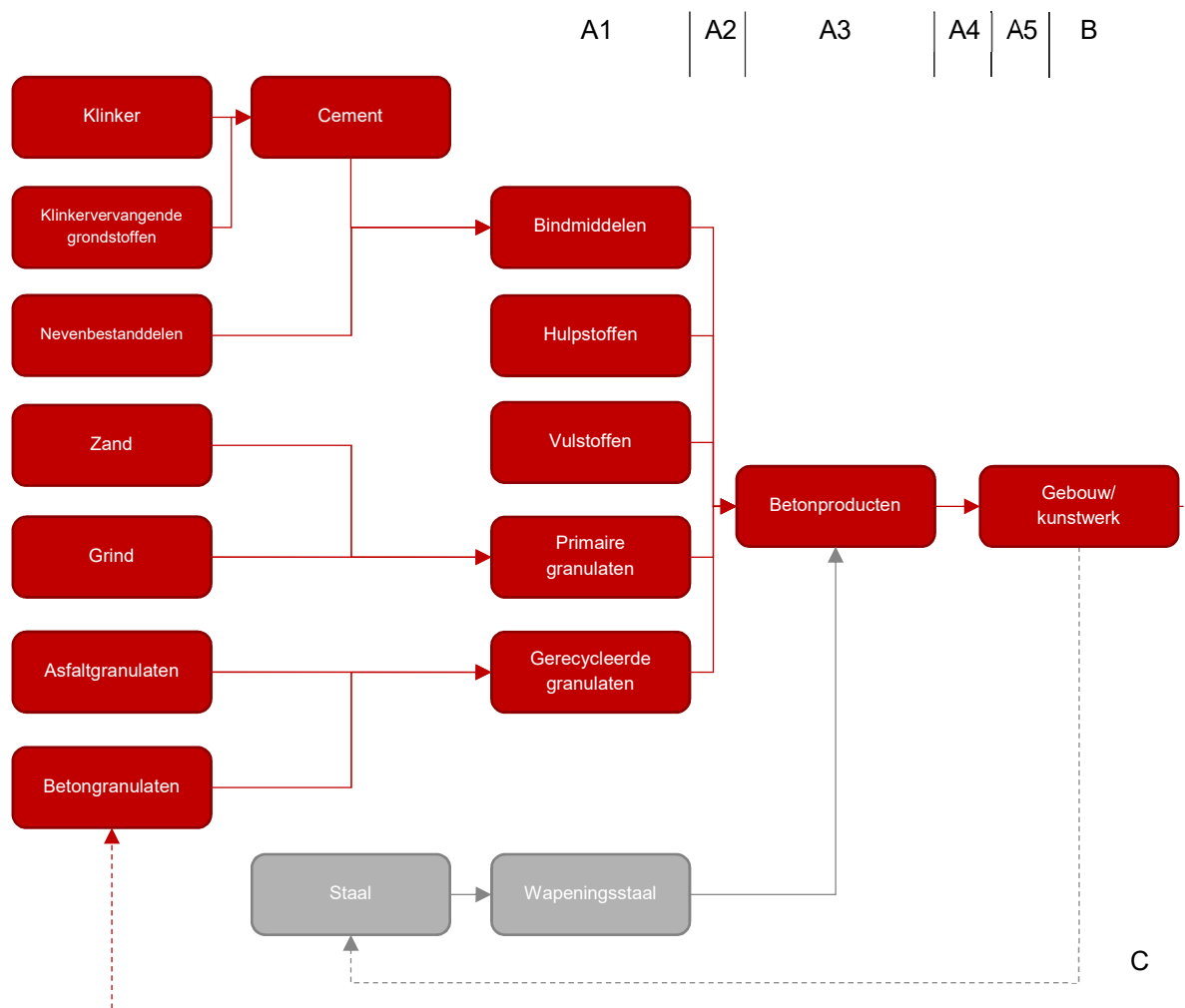
In onderstaande tabel worden de scope 3-emissies van de betonketen onderverdeeld in een up- en downstream deel. Dit overzicht werd overgenomen uit het 'GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard'.

Overzicht van de scope 3 emissies in het upstream en downstream deel van de betonketen.

Upstream	Downstream
01. Aangekochte grondstoffen en beton(producten).	09. Downstream transport en distributie.
02. Kapitaalgoederen van de aannemer en de transportbedrijven.	10. Ver- of bewerken van verkochte producten.
03. Brandstof en energie gerelateerde activiteiten (buiten de scope 1 en 2 emissies).	11. Gebruik van verkochte producten.
04. Upstream transport en distributie.	12. End-of-life verwerking van verkochte producten.
05. Afval afkomstig van de operaties.	13. Downstream geleasete activa.
06. Zakenreizen	14. Franchisehouders.
07. Woon-werkverkeer.	15. Investerings.
08. Upstream geleasete activa	

In lijn met de CO₂-prestatieladder wordt 'Business Travel' en 'Personenvervoer onder werktijd' (waarbij Business Travel = 'Business air Travel', 'Personal Cars for business travel' en 'Business travel via public transport') niet in de product-marktcombinatie opgenomen, omdat deze uitstoot hoe dan ook in detail wordt berekend. Voor de betonketen is dit ook van weinig belang.

Beton wordt samengesteld uit cement, toeslagmaterialen, zoals zand en grind, water en eventuele hulpstoffen of restproducten en gerecycleerde materialen. Cement is het hoofdbestanddeel, het bindende element. Voor wapeningen wordt staal gebruikt, maar staal wordt voor het doel van de ketenanalyse voor beton buiten beschouwing gelaten. De samenstelling van de verschillende bestandsdelen bepaalt de sterkte van het beton. Onderstaande figuur geeft een globaal overzicht van de samenstelling van beton weer, gevisualiseerd per ketenstap.



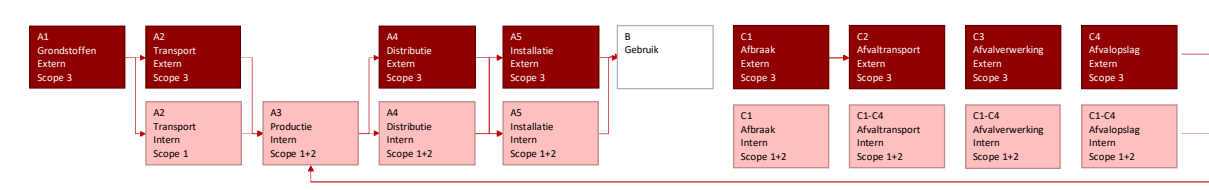
Figuur 1 schematisch overzicht van de samenstelling en levenscyclus van beton

We maken een onderscheid tussen volgende ketenfases, in lijn met de conventies voor een levenscyclusanalyse (LCA):

- A1 Grondstoffase
- A2 Aanvoer grondstoffen
- A3 Productiefase
- A4 Distributie beton
- A5 Plaatsing van het beton
- B Gebruiksfase
- C Afbraak, Afvoer reststromen, Verwerking, Recycling, Afval of Hergebruik

Deze worden in hoofdstuk 3 specifiek voor de betonketen van Stadsbader beschreven.

Elke fase wordt in onderstaande ketenganalyse opgesplitst per scope, zijnde uitgevoerd intern of extern.



2.3 Overzicht van de betonketen per fase met ketenpartners

In onderstaande tabel wordt het ketenmodel voor beton op rudimentaire wijze weergegeven.

Overzicht ketenfases en -partners

Fase	Activiteit	Ketenpartners
A1 Grondstoffase	Cementproductie	- Derden
	Winning zand	- Derden
	Winning grind	- Derden
	Additieven	- Derden
	Waterwinning	- Drinkwatermaatschappij (gebruik leidingwater) - Eigen waterwinning
	Betongranulering	- Eigen beheer
A2 Aanvoer grondstoffen	Aanvoer cement	- Eigen beheer
	Aanvoer zand	- Grondstofleveranciers
	Aanvoer grind	- Derden
	Aanvoer betongranulaat	- Derden
A3 Productie	Productie stortklaar beton	- Eigen beheer - Derden
	Productie prefab beton	- Eigen beheer - Derden
A4 Distributie	Transport stortklaar beton naar werf	- Eigen beheer
	Transport prefab beton naar werf	- Betonleveranciers - Derden
A5 Plaatsing	Storten van beton of montage prefab tijdens bouwwerkzaamheden	- Eigen beheer - Derden
B Gebruiksfase	Gebruik en onderhoud van de bconstructies	- Derden
C1	Sloop na de levensduur van de objecten	- Eigen beheer
C2	Afvoer van betongranulaten	- Eigen beheer - Derden
C3	Verwerken van restromen (bv. breken)	- Eigen beheer
C4	Opslag of recyclage	- Eigen beheer - Derden

2.4 Ketenpartners

In onderstaande paragrafen volgt een beschrijving van de verschillende ketenpartners en hun aandeel in de keten. In de eigen activiteiten neemt Stadsbader Groep onder meer de rol van op van:

- Betonproducent
- Aannemer
- Transportbedrijf

Elke van deze rollen wordt ook door andere partners binnen de keten opgenomen.

Van de meest relevante ketenpartners is een opsomming opgenomen van de belangrijkste betrokken partijen. Ze zijn als belangrijk beschouwd in die zin dat zij instaan voor het grootste deel van de betreffende activiteit binnen de keten (naar grondstof, product of transportkilometers), en aldus representatief zijn voor de volledige keten.

2.4.1 GRONDSTOFFENPRODUCENT/-LEVERANCIER

De samenstelling van beton is afhankelijk van de toepassing en de omgevingscondities. Beton kan typisch de volgende bestanddelen bevatten: cement, grind, gerecycleerde granulaten, zand, water en eventuele additieven. De productie van bepaalde componenten en dan voornamelijk van cement vergt veel energie.

Grondstoffenproducenten hebben invloed door de keuze van productielocatie, door hun energieverbruik, de gekozen energiebronnen, de wijze waarop ze de grondstoffen en eventuele afvalstoffen transporteren en de keuze van productieprocessen. Zo kunnen cementproducenten klinker vervangen door alternatieve grondstoffen, restproducten of afvalstoffen. Hoogovenslak uit de staalindustrie is hierbij een voorbeeld (CE Delft, 2013; CBR, 2017 & Febelcem, 2007).

2.4.2 BETONPRODUCENT/-LEVERANCIER

Net als de grondstoffenproducenten hebben betonproducenten een invloed door de keuze van productielocatie, het energieverbruik, de energiebron, het productieproces inclusief behandeling en hergebruik van de eigen afval- en bijproducten, en de wijze waarop ze het beton transporteren naar een volgende ketenpartner. Zo kunnen betonproducenten opteren voor een betoncentrale-netwerk, geografisch verspreid zodat een heel gebied met beperkte afstanden kan worden beleverd, of een specifieke ligging in de buurt van belangrijke verbindingswegen. Dit kunnen spoorlijnen, waterwegen of auto(snel)wegen zijn.

Verder bepalen betonproducenten mede het aanbod. Zo kunnen ze duurzame betonsoorten produceren en promoten om zo de CO₂-emissies te beperken.

2.4.3 AANNEMERS

Aannemers veroorzaken tijdens het storten of monteren van beton CO₂-emissies op de werf. Dit onder meer door het brandstofverbruik van machines. Zo wordt bijvoorbeeld een torenkraan gebruikt, aangedreven door een generator of aangesloten op het elektriciteitsnet, om geprefabriceerde

betonproducten te installeren. Voor Stadsbader Groep worden deze emissies toegewezen aan respectievelijk scope 1 en scope 2.

Stadsbader Groep kan wel invloed uitoefenen op de scope 3-emissies die ontstaan bij het transport van en naar de projecten, door in dialoog te gaan met de betonproducent en/of de klant. Daarnaast kan Stadsbader Groep ook in dialoog gaan met andere ketenpartners om kansen voor mogelijke CO₂-emissie-reducties in de keten te onderzoeken en (helpen) deze te realiseren.

In Design, Build, Finance and Maintenance (DBFM) projecten, kan de aannemer invloed uitoefenen om binnen de klijtlijnen die de klant uitzet, duurzame keuzes te maken op vlak van betonconstructie, betonsamenstelling en dergelijke meer.

2.4.4 EINDKLANTEN

Een klant kan verschillende eisen opleggen aan de aannemer. Dit met betrekking tot de betonsoort en het transport. Het is uiteindelijk de aannemer die deze eisen dient te beantwoorden.

2.4.5 ENERGIELEVERANCIERS EN -PRODUCENTEN

Energieleveranciers hebben net als de overheid een invloed op alle fases in de betonketen. Het energieaanbod en bijgevolg de prijzen sturen de energiekeuze van alle ketenpartners. Hoe groter de vraag naar hernieuwbare energie, hoe meer druk er op de energieleveranciers wordt uitgeoefend om hierop in te gaan, hetzij door zelf hernieuwbare energie te produceren, hetzij door deze zelf aan te kopen. Hoe meer energieproducenten onder impuls van de vraag duurzame energie van lokale oorsprong produceren, hoe groter het aanbod. Een voldoende groot aanbod is cruciaal om in de groeiende vraag (bv. ten gevolge van elektrificatieprocessen van transport en mobiliteit) te voorzien en om een aanvaardbare energieprijis voor groene stroom te bekomen.

In 2021 kocht de Stadsbader Groep nog grijze stroom aan bij een zelfde leverancier. Vanaf januari 2023 heeft Stadsbader voor alle vaste sites een contract afgesloten bij een nieuwe leverancier met 100% groene elektriciteit.

Daarnaast wordt binnen de betonketen ook gebruik gemaakt van diesel voor transport en distributie en voor het plaatsen, afwerken, slopen en recycleren.

2.4.6 TRANSPORTBEDRIJVEN

Transportbedrijven maken onderdeel uit van de distributiefase en dit voor het transport tussen de grondstoffenproducent en de betonproducent, het transport van de betonproducent naar de aannemer en het vervoer van het gesloopte materiaal naar de grondstoffenproducent voor recyclage of naar de afvalbeheerder. Bovendien worden transportbedrijven ingezet voor het aanleveren van brandstoffen. Het kiezen voor binnenvaart in plaats van wegtransport verlaagt bij gelijke afstand de klimaatimpact en het primair energieverbruik met een factor vier per km (CE Delft, 2013). Naast het type transport, heeft de afstand en bijgevolg het brandstofverbruik een belangrijke invloed op de CO₂-emissies van de transportbedrijven. Hieraan kan aandacht besteed worden tijdens het selecteren van een leverancier. Tot slot is het belangrijk een duidelijke planning op te stellen. Door het vermijden van de spitsuren met de bijhorende files, kan een brandstofreductie bekomen worden.

Enkele bedrijven in de Stadsbader groep zijn transportbedrijven, zoals STV Trans en Staroute. Daarnaast werkt Stadsbader samen met verschillende andere transportbedrijven voor transport per as. Verder leveren sommige leveranciers hun grondstoffen per schip, en werkt Stadsbader ook samen met verschillende vaste schippers.

2.4.7 OVERHEDEN

De overheid, met inbegrip van de Europese, de nationale en de regionale overheden, heeft een invloed op alle fases in de betonketen, zoals weergegeven in Figuur 1.

- Overheidsorganen zoals accreditatiecentra (Belac, RVA, ...) ontwerpen normen voor beton en cement of zetelen in technische comités van supranationale organisaties (zoals International Organization for Standardization). Deze normen worden overgenomen door de lidstaten. NBN B 15-001:2018 bijvoorbeeld, heeft betrekking op de specificaties, de eigenschappen, de vervaardiging en de conformiteit van beton.
- Hoewel deze normen op zich geen wetgeving betreffen maar louter technische specificaties die (in zekere zin) vrijwillig kunnen worden gevolgd, kan het volgen van deze normen een voordeel opleveren bij certificering van een breed gamma aan betonproducten. Normen bevatten ook informatie over meer duurzame alternatieve samenstellingen door het gebruik van toegelaten hoeveelheden gerecycleerde betongranulaten en menggranulaten in gewapend en ongewapend beton.
- Een andere wijze waarop de overheid een rol speelt, is haar invloed op het energiebeleid en op de bouwvoorschriften. Zo bevat de strategische visie van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen de doelstelling om harde ruimtefuncties voornamelijk een plaats te geven binnen het bestaand ruimtebeslag. Dit om de druk op de open ruimten te doen dalen. Verwacht wordt dat dit ook tot minder infrastructuur (en dus betonproductie) zal leiden.
- Daarnaast leggen de overheden beperkingen op aan energie-intensieve sectoren, waaronder de cementindustrie.

Voorgaande punten leveren een positieve bijdrage tot het reduceren van de CO₂-uitstoot.

Daarnaast zijn de cementindustrie en aanverwante sectoren een belangrijke bron van tewerkstelling in België en andere Europese lidstaten. In België gaat het over zo'n 14.000 werknemers. Deze economische factor wordt door overheden in acht genomen bij beslissingen in het kader van CO₂-reductie (Febelcem, s.d.).

3 Hoeveelheden

Voor het intern geproduceerde beton, werden afgelopen jaren volgende hoeveelheden geregistreerd:

Jaar	Prefab beton m ³	Stortklaar beton m ³
2021	47.615	334.217
2022	48.382	265.351
2023	53.690	266.532

Dit beton werd zowel intern verbruikt voor de verschillende projecten, ofwel verkocht aan derden.

Opgelet: deze volumes zijn inclusief staal (prefab beton), terwijl staal als grondstof NIET wordt meegerekend in deze ketenanalyse.

4 CO₂-emissies

Zoals eerder beschreven, maakt Stadsbader Groep een onderscheid tussen stortklaar beton en prefab beton/betonproducten, met een verdeling tussen eigen productie (intern) of aangekocht beton (extern), of tussen eigen gebruik (intern) of verkocht beton (extern).

Het bepalen van de CO₂-emissies in de betonketen vereist data. Hierbij wordt primaire data aangeleverd door verschillende departementen van de Stadsbader Groep. De secundaire gegevens zijn afkomstig uit de literatuur, de lijst CO₂-emissiefactoren (BE en NL) en informatie die ter beschikking wordt gesteld door SKAO.

Een overzicht van alle gebruikte CO₂-emissiefactoren is terug te vinden in BIJLAGE 2 – CO₂-emissiefactoren.

4.1 GRONDSTOFFEN (A1)

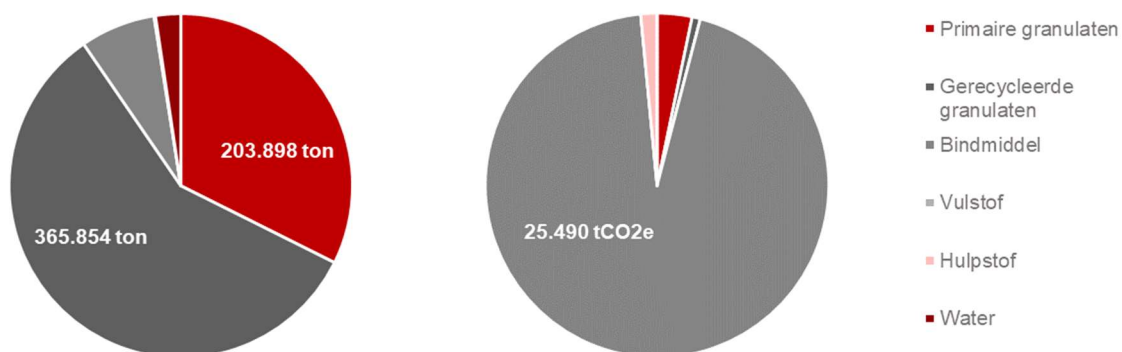
De CO₂-equivalente emissies in de grondstoffenfase van het intern geproduceerd beton worden berekend op basis van gegevens met betrekking tot de aan Stadsbader geleverde grondstoffen voor betonproductie.

4.1.1 Stortklaar beton

Tonnage grondstoffen en emissies voor intern geproduceerd, stortklaar beton in grondstoffase

Grondstof 1	Grondstof 2	Scope	Jaar	EF	Tonnage	CO ₂ -Emissie
Primaire granulaten	Grind	3	2021	4,350 kgCO ₂ e/x	137.385 ton	598 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	3	2022	4,350 kgCO ₂ e/x	108.109 ton	470 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	92.188 ton	401 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2021	4,350 kgCO ₂ e/x	140.605 ton	612 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2022	4,350 kgCO ₂ e/x	169.188 ton	736 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	111.710 ton	486 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	3	2021	0,000 kgCO ₂ e/x	140.684 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	3	2022	0,000 kgCO ₂ e/x	98.862 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	72.290 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	3	2021	0,000 kgCO ₂ e/x	124.421 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	3	2022	0,000 kgCO ₂ e/x	190.522 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	245.600 ton	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Zand	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	47.965 ton	209 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2021	818,000 kgCO ₂ e/x	1.250 ton	1.023 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2022	818,000 kgCO ₂ e/x	1.298 ton	1.062 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2023	818,000 kgCO ₂ e/x	2.054 ton	1.680 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM II B	3	2023	634,000 kgCO ₂ e/x	653 ton	414 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III A	3	2021	570,000 kgCO ₂ e/x	57.853 ton	32.976 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III A	3	2022	570,000 kgCO ₂ e/x	46.266 ton	26.371 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III A	3	2023	570,000 kgCO ₂ e/x	40.173 ton	22.898 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III B	3	2021	296,000 kgCO ₂ e/x	2.283 ton	676 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III B	3	2022	296,000 kgCO ₂ e/x	4.198 ton	1.243 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM III B	3	2023	296,000 kgCO ₂ e/x	1.681 ton	498 tCO ₂ e
Vulstof	Vliegas	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	610 ton	0 tCO ₂ e
Vulstof	Vulstof	3	2021	21,600 kgCO ₂ e/x	805 ton	17 tCO ₂ e
Vulstof	Vulstof	3	2022	21,600 kgCO ₂ e/x	835 ton	18 tCO ₂ e
Vulstof	Vulstof	3	2023	21,600 kgCO ₂ e/x	13 ton	0 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2021	1.530,000 kgCO ₂ e/x	278 ton	425 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2022	1.530,000 kgCO ₂ e/x	291 ton	446 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2023	1.530,000 kgCO ₂ e/x	270 ton	413 tCO ₂ e
Hulpstof	Kleurstof	3	2021	1.520,000 kgCO ₂ e/x	37 ton	57 tCO ₂ e
Water	Water	3	2021	0,000 kgCO ₂ e/x	22.558 ton	0 tCO ₂ e
Water	Water	3	2022	0,000 kgCO ₂ e/x	18.746 ton	0 tCO ₂ e
Water	Water	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	14.942 ton	0 tCO ₂ e

2023:



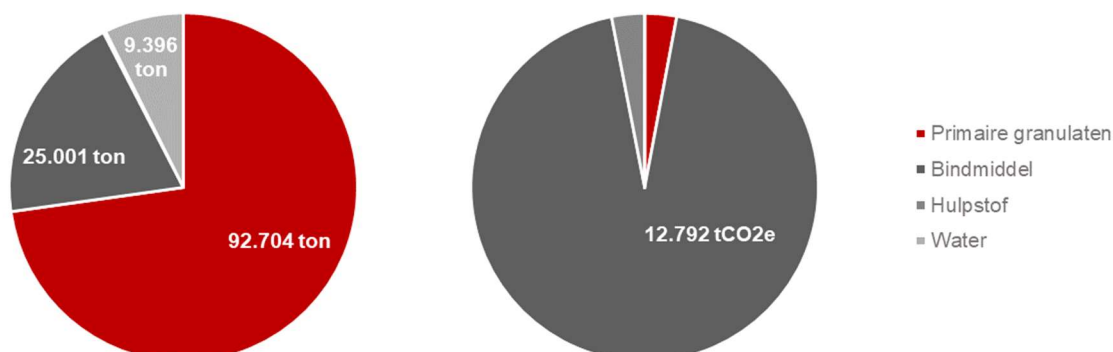
Product	Scope	Jaar	Tonnage	CO ₂ -Emissie
Stortklaar beton	3	2021	628.160 ton	36.383 tCO ₂ e
Stortklaar beton	3	2022	638.313 ton	30.346 tCO ₂ e
Stortklaar beton	3	2023	630.147 ton	26.998 tCO ₂ e

4.1.2 Prefab beton

Tonnage grondstoffen en emissies voor intern geproduceerd, prefab beton in grondstoffase

Grondstof 1	Grondstof 2	Scope	Jaar	EF	Tonnage	CO ₂ -Emissie
Primaire granulaten	Grind	3	2021	4,350 kgCO ₂ e/x	43.578 ton	190 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	3	2022	4,350 kgCO ₂ e/x	43.723 ton	190 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	48.086 ton	209 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2021	4,350 kgCO ₂ e/x	35.574 ton	155 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2022	4,350 kgCO ₂ e/x	41.608 ton	181 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Zand	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	44.617 ton	194 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2021	818,000 kgCO ₂ e/x	14.164 ton	11.586 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2022	818,000 kgCO ₂ e/x	14.613 ton	11.954 tCO ₂ e
Bindmiddel	CEM I	3	2023	818,000 kgCO ₂ e/x	15.607 ton	12.767 tCO ₂ e
Bindmiddel	Hoogovenslak	3	2021	0,000 kgCO ₂ e/x	3.640 ton	0 tCO ₂ e
Bindmiddel	Hoogovenslak	3	2022	0,000 kgCO ₂ e/x	3.488 ton	0 tCO ₂ e
Bindmiddel	Hoogovenslak	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	3.549 ton	0 tCO ₂ e
Bindmiddel	Kalksteenmeel	3	2021	4,350 kgCO ₂ e/x	6.266 ton	27 tCO ₂ e
Bindmiddel	Kalksteenmeel	3	2022	4,350 kgCO ₂ e/x	5.959 ton	26 tCO ₂ e
Bindmiddel	Kalksteenmeel	3	2023	4,350 kgCO ₂ e/x	5.844 ton	25 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2021	1.530,000 kgCO ₂ e/x	43 ton	66 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2022	1.530,000 kgCO ₂ e/x	206 ton	315 tCO ₂ e
Hulpstof	Hulpstof	3	2023	1.530,000 kgCO ₂ e/x	273 ton	417 tCO ₂ e
Water	Water	3	2021	0,000 kgCO ₂ e/x	3.749 ton	0 tCO ₂ e
Water	Water	3	2022	0,000 kgCO ₂ e/x	6.337 ton	0 tCO ₂ e
Water	Water	3	2023	0,000 kgCO ₂ e/x	9.396 ton	0 tCO ₂ e

2023:



Scope	Jaar	Tonnage	CO2-Emissie
3	2021	107.014 ton	12.023 tCO2e
3	2022	115.935 ton	12.666 tCO2e
3	2023	127.373 ton	13.613 tCO2e

Cement III wordt op basis van de verhouding hoogovenslak en portlandcementklinker onderverdeeld in CEM III/A, CEM III/ B en CEM III/C (Cement&BetonCentrum, 2010). CEM III bestaat uit een mengsel van hoogovenslak en portlandcementklinkers en heeft daardoor een lagere CO₂-impact dan CEM I. Hoogovenslak is een latent hydraulisch bindmiddel.

Andere cementsoorten zoals CEM II, CEM III/C (90% hoogovenslakken), CEM IV (puzzolaancementsoorten) en CEM V (composietcementen) worden in deze ketenanalyse niet nader beschouwd gezien Stadsbader deze cementsoorten niet gebruikt.

De emissiefactoren van beton- en asfaltgranulaten, water, hoogovenslak en vliegashoudstof worden gelijkgesteld aan nul.

- Voor beton- en asfaltgranulaten is dit zo omdat Stadsbader hier gebruik maakt van reststromen van haar eigen werven. De enige emissies zijn in dit geval ten gevolge van het slopen, breken en transport. Deze emissies worden meegenomen in de eindelevensfase.
- Voor de betonproductie gebruikt Stadsbader uitsluitend regen- en grondwater. Eventuele emissies zijn ten gevolge van elektriciteitsgebruik voor het oppompen van water, en worden meegenomen in de productiefase.
- Hoogovenslak is een reststroom uit de staalindustrie en vliegashoudstof is een reststroom uit de verbranding van steenkool. De enige emissies zijn ten gevolge van transport.
- De categorie 'Hulpstof' bevat onder andere kleurstof, vulstof en luchtbelvormer.

4.2 AANVOER GRONDSTOFFEN (A2)

De grondstoffen zijn afkomstig van verschillende locaties. Soms wordt een soort grondstof van meerdere locaties aangevoerd. Wanneer grondstoffen per schip aangevoerd worden, werd aangenomen dat het schip na levering een andere vracht vervoert. Enkel de heenweg wordt dus in rekening gebracht voor het berekenen van de uitstoot. Wanneer grondstoffen per vrachtwagen aangevoerd worden, werd aangenomen dat de vrachtwagen na levering geen andere vracht vervoerde. Voor vrachtwagens werd dus zowel de heen- als de terugweg in rekening gebracht voor het berekenen van de uitstoot.

De uitstoot van broeikasgassen geassocieerd met de aanvoer van grondstoffen staat per grondstof en per transportmiddel weergegeven in onderstaande tabellen (stortklaar beton en prefab beton) voor de 5 voornaamste grondstoffen: cement, zand, grind, asfalt en hoogovenslak. Ook betongranulaat (betonpuin) en water zijn belangrijke grondstoffen. Betonpuin wordt aangevoerd van de eigen werven en gebroken in de eigen betoncentrales. **Deze emissies worden meegenomen in de afvoer van reststromen en de eindelevensfase.** Stadsbader gebruikt voornamelijk hemelwater en grondwater. Beiden leiden niet tot transportemissies. (Het elektriciteitsverbruik op de site uitgezonderd, maar dit is opgenomen in de productiefase.)

4.2.1 Stortklaar beton

4.2.1.1 Afstand

De afstanden van de leveranciers tot de verschillende depots worden maximaal in rekening gebracht. Indien de locatie van de leveranciers niet gekend is, wordt met een gewogen gemiddelde gewerkt.

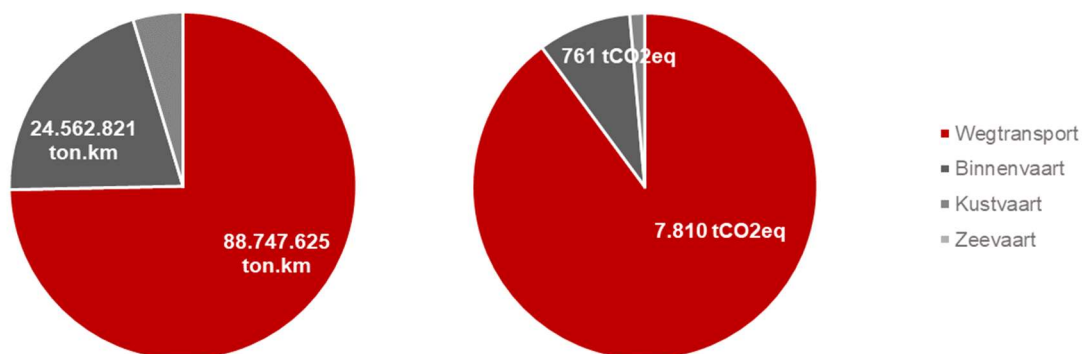
Beton- en asfaltgranulaten zijn reststromen van de eigen werven. Er wordt aangenomen dat dit reeds tijdens de downstream fase afgevoerd werd naar de depots. Hier wordt dus gerekend met afstand 0 km.

Grondstof 1	Jaar	Wegtransport	Binnenvaart	Kustvaart	Zeevaart
Bindmiddel	2021	72 km	0 km	0 km	0 km
Bindmiddel	2022	70 km	0 km	0 km	0 km
Bindmiddel	2023	62 km	0 km	0 km	0 km
Gerecycleerde granulaten	2021	0 km	0 km	0 km	0 km
Gerecycleerde granulaten	2022	0 km	0 km	0 km	0 km
Gerecycleerde granulaten	2023	0 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2021	91 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2022	91 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2023	54 km	0 km	0 km	0 km
Primaire granulaten	2021	64 km	49 km	12 km	0 km
Primaire granulaten	2022	72 km	43 km	10 km	0 km
Primaire granulaten	2023	52 km	92 km	21 km	0 km
Vulstof	2021	97 km	0 km	0 km	0 km
Vulstof	2022	101 km	0 km	0 km	0 km
Vulstof	2023	141 km	0 km	0 km	0 km

4.2.1.2 Emissie

Jaar	Waarden	Extern	Intern	Extern	Intern
2021	Wegtransport	54.232.892 ton.km	4.094.155 ton.km	524 tCO ₂ eq	512 tCO ₂ eq
2021	Binnenvaart	22.356.200 ton.km	0 ton.km	264 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2021	Kustvaart	5.342.991 ton.km	0 ton.km	40 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2021	Zeevaart	0 ton.km	0 ton.km	187 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Wegtransport	65.719.237 ton.km	5.128.618 ton.km	472 tCO ₂ eq	433 tCO ₂ eq
2022	Binnenvaart	26.914.930 ton.km	0 ton.km	308 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Kustvaart	6.432.140 ton.km	0 ton.km	47 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Zeevaart	0 ton.km	0 ton.km	200 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Wegtransport	86.191.475 ton.km	2.556.150 ton.km	538 tCO ₂ eq	452 tCO ₂ eq
2023	Binnenvaart	24.562.821 ton.km	0 ton.km	331 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Kustvaart	5.529.462 ton.km	0 ton.km	50 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Zeevaart	0 ton.km	0 ton.km	0 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq

2023:



4.2.2 Prefab beton

4.2.2.1 Afstand

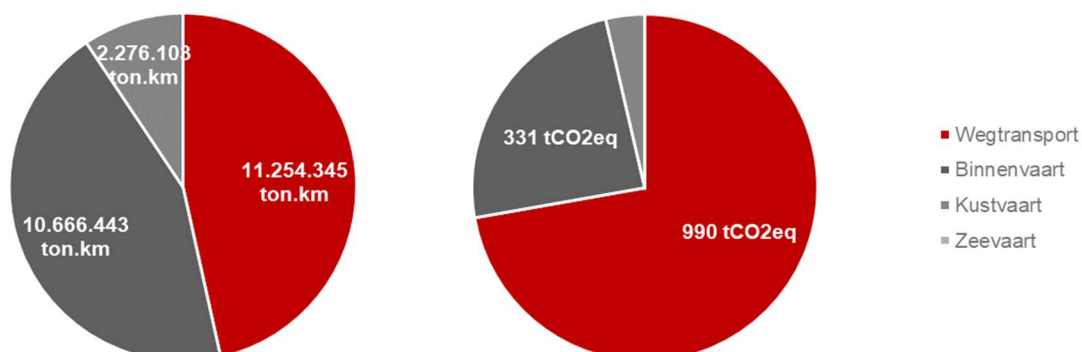
Voor de prefabcentrale te Kluisbergen komt het grootste aandeel van het cement per schip van Portugal en wordt vanuit een Nederlandse haven met de vrachtwagen naar de centrale gevoerd. Het resterende cement komt uit Nederland.

Grondstof 1	Jaar	Wegtransport	Binnenvaart	Kustvaart	Zeevaart
Bindmiddel	2021	161 km	0 km	0 km	402 km
Bindmiddel	2022	184 km	0 km	0 km	502 km
Bindmiddel	2023	87 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2021	91 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2022	47 km	0 km	0 km	0 km
Hulpstof	2023	122 km	0 km	0 km	0 km
Primaire granulaten	2021	50 km	80 km	17 km	0 km
Primaire granulaten	2022	29 km	120 km	26 km	0 km
Primaire granulaten	2023	81 km	70 km	15 km	0 km

4.2.2.2 Emissie

Jaar	Waarden	Extern	Intern	Extern	Intern
2021	Wegtransport	5.958.167 ton.km	5.814.908 ton.km	524 tCO ₂ eq	512 tCO ₂ eq
2021	Binnenvaart	8.502.119 ton.km	0 ton.km	264 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2021	Kustvaart	1.814.260 ton.km	0 ton.km	40 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2021	Zeevaart	26.784.712 ton.km	0 ton.km	187 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Wegtransport	5.358.809 ton.km	4.921.509 ton.km	472 tCO ₂ eq	433 tCO ₂ eq
2022	Binnenvaart	9.944.288 ton.km	0 ton.km	308 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Kustvaart	2.122.003 ton.km	0 ton.km	47 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2022	Zeevaart	28.579.109 ton.km	0 ton.km	200 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Wegtransport	6.115.159 ton.km	5.139.186 ton.km	538 tCO ₂ eq	452 tCO ₂ eq
2023	Binnenvaart	10.666.443 ton.km	0 ton.km	331 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Kustvaart	2.276.103 ton.km	0 ton.km	50 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq
2023	Zeevaart	0 ton.km	0 ton.km	0 tCO ₂ eq	0 tCO ₂ eq

2023:



4.3 PRODUCTIE (A3)

Om beton te produceren worden de verschillende grondstoffen in de juiste verhouding gemengd. Dit proces vindt plaats in een betoncentrale.

De CO₂-emissies van de betonproductie zijn in essentie deze van het energieverbruik van de betoncentrale (inclusief aardgas en of stookolie/diesel voor de opwarming van het aanmaakwater, en het gebruik van machines zoals een laadschop en walkraan). Voor de prefab centrale is er ook nog verbruik van machines die niet op andere betoncentrales aanwezig zijn (bv. plooiemachines voor staal om in het prefab beton te verwerken).

Voor een aantal sites is het energieverbruik van kantoren, werkplaatsen of productie-installaties niet apart gemeten – zo ook voor de centrales in Kallo en Puurs waar eveneens een asfaltcentrale aanwezig is. Ze hebben een gemeenschappelijke teller voor elektriciteit en/of aardgas, of een gemeenschappelijke mazouttank. Voor andere is een zeker onderscheid wel mogelijk. Het weergegeven verbruik is het verbruik dat uitsluitend toe te wijzen is aan de betonproductie op basis van de beschikbare meetgegevens in combinatie met inschatting op basis van expertise van Stadsbader.

Het energieverbruik van de betoncentrales die onderdeel zijn van de Stadsbader Groep is hieronder weergegeven.

4.3.1 Stortklaar beton

4.3.1.1 Elektriciteit

Scope	Commodity	EF	Eenheid	Jaar	Hoeveelheid	CO2-Emissie
2	Grijze stroom België	2019	0,2300	kWh	301.210	69 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2020	0,2300	kWh	588.856	135 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2021	0,2050	kWh	589.431	121 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2022	0,2050	kWh	584.320	120 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2019	0,0000	kWh	11.790	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2020	0,0000	kWh	8.693	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2021	0,0000	kWh	10.272	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2022	0,0000	kWh	9.107	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2023	0,0000	kWh	28.852	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom wind	2023	0,0080	kWh	627.169	5 tCO ₂ e

4.3.1.2 Brandstoffen

Jaar	Scope	Commodity	EF	Eenheid	Hoeveelheid	CO2-Emissie
2023*	1	Rode diesel	3,4680	l	83.625	290 tCO ₂ e
2021	1	Rode diesel	3,4680	l	13.167	42 tCO ₂ e
2022	1	Rode diesel	3,4680	l	26.984	86 tCO ₂ e
2023	1	Rode diesel	3,4680	l	9.781	31 tCO ₂ e

* Dit brandstofverbruik gaat gepaard met algemene machines die vanaf 2023 op de centrales werden ingezet. De overige verbruiken gaan gepaard met specifieke machines voor betoncentrales.

4.3.2 Prefab beton

4.3.2.1 Elektriciteit en stookolie

Scope	Commodity	Jaar	EF	Eenheid	Hoeveelheid	CO2-Emissie
1	Stookolie	2019	3,4680	l	65.975	229 tCO ₂ e
1	Stookolie	2020	3,4680	l	106.013	368 tCO ₂ e
1	Stookolie	2021	3,4680	l	72.540	252 tCO ₂ e
1	Stookolie	2022	3,4680	l	89.616	311 tCO ₂ e
1	Stookolie	2023	3,4680	l	187.720	651 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2019	0,2300	kWh	1.055.631	243 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2020	0,2300	kWh	763.549	176 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2021	0,2050	kWh	894.171	183 tCO ₂ e
2	Grijze stroom België	2022	0,2050	kWh	934.172	192 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2019	0,0000	kWh	0	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2020	0,0000	kWh	327.235	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2021	0,0000	kWh	312.330	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2022	0,0000	kWh	289.588	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom verbruik eigen zonnepanelen	2023	0,0000	kWh	703.084	0 tCO ₂ e
2	Groene stroom wind	2023	0,0080	kWh	1.906.878	15 tCO ₂ e

4.3.2.2 Andere brandstoffen (machines)

Jaar	Scope	Commodity	EF	Eenheid	Hoeveelheid	CO2-Emissie
2023*	1	Rode diesel	3,4680	L	58.748	204 tCO ₂ e

* Dit brandstofverbruik gaat gepaard met algemene machines die vanaf 2023 op de centrales werden ingezet.

Uit onderstaande figuur is duidelijk dat de prefab centrale verantwoordelijk is voor het grootste deel van het verbruik.

4.4 DISTRIBUTIE PRODUCT (A4)

4.4.1 Stortklaar beton

4.4.1.1 Afstanden

Om een inschatting te maken van de afstanden voor het transport van beton naar werven, identificeren we volgende categorieën:

Voor elke centrale wordt een top 5 van de belangrijkste werven opgesteld, waarvan telkens de afstand gekend is. Men gaat uit van wegtransport. Op deze manier kan een gewogen gemiddelde berekend worden van de gereden afstand.

Men onderscheidt de vaste centrales (Harelbeke, Kallo, Puurs en Zedelgem) van de mobiele centrales (Asse, Oosterweel, Zaventem).

Mobiel/vast	Jaar	m ³	m ³ .km	Afstand (enkel)
mobiel	2022	79.208	860.239	10,9 km
vast	2021	76.973	1.424.148	18,5 km
vast	2022	32.556	809.640	24,9 km
vast	2023	115.708	1.732.438	15,0 km

Dankzij deze afstanden kan voor elke van deze categorieën het totaal aantal ton.km worden berekend.

4.4.1.2 Intern/extern transport

Er wordt zowel intern als extern transport uitgevoerd (Scope 1+2+3). Het percentage van het volume dat door de eigen centrales wordt geproduceerd en door eigen transport wordt verdeeld naar de werven of de eindklant, is in onderstaande tabel weergegeven. Dit is beschikbaar uit de weegsystemen.

4.4.1.3 Emissies

Stortklaar beton wordt getransporteerd per mixer. Voor het berekenen van de emissies benaderen we de emissiefactor voor mixers als zijnde gelijk aan die van vrachtwagens (0,088 kg CO₂eq per ton.km). Er wordt aangenomen dat deze op de terugweg geen andere vracht vervoeren, en dus wordt zowel de heen- als terugrit meegerekend.

Jaar	% Intern	Ritten	ton.km	EF	CO ₂ -Emissie
2021	55,47%	2	17.314.547 ton.km	0,088	1.524 tCO ₂ e
2022	36,79%	2	20.342.454 ton.km	0,088	1.790 tCO ₂ e
2023	38,13%	2	15.948.865 ton.km	0,088	1.404 tCO ₂ e

4.4.2 Prefab beton

4.4.2.1 Afstanden

Er wordt een top 10 van de belangrijkste werven opgesteld, waarvan telkens de afstand gekend is. Men gaat uit van wegtransport. Op deze manier kan een gewogen gemiddelde berekend worden van de gereden afstand.

Mobiel/vast	Jaar	m ³	m ³ .km	Afstand (enkel)
vast	2021	20	1.466	73,3 km
vast	2022	17.017	1.006.682	59,2 km
vast	2023	20.159	1.949.185	96,7 km

Dankzij deze afstanden kan voor elke van deze categorieën het totaal aantal ton.km worden berekend.

4.4.2.2 Intern/extern transport

Er wordt zowel intern als extern transport uitgevoerd (Scope 1+2+3). Het percentage van het volume dat door de eigen centrale wordt geproduceerd en door eigen transport wordt verdeeld naar de werven of de eindklant, wordt ingeschat op 70%.

4.4.2.3 Emissies

Prefab beton wordt getransporteerd per vrachtwagen. Er wordt aangenomen dat deze op de terugweg geen andere vracht vervoeren, en dus wordt zowel de heen- als terugrit meegerekend.

Jaar	% Intern	Ritten	Ton.km	EF	CO ₂ -Emissie
2021	70,00%	2	15.682.832 ton.km	0,088	1.380 tCO ₂ e
2022	70,00%	2	13.717.075 ton.km	0,088	1.207 tCO ₂ e
2023	70,00%	2	24.631.988 ton.km	0,088	2.168 tCO ₂ e

4.5 INSTALLATIE (A5)

Deze fase omvat alle bewerkingen voor het storten van beton, montage van prefab beton en het afwerken tot aan de ingebruikname van het gebouw of de infrastructuur.

Enkel de Scope 1-emissies van machines die rechtstreeks kunnen worden toegeschreven aan het plaatsen van beton (bv. glijbekisting, polierder), worden hier in rekening gebracht.

4.5.1 Stortklaar beton

Jaar	Commodity	Eenheid	Hoeveelheid	CO ₂ -Emissie
2021	Benzine	l	501	1 tCO ₂ e
2021	Rode diesel	l	19.701	63 tCO ₂ e
2022	Benzine	l	2.340	6 tCO ₂ e
2022	Rode diesel	l	15.279	49 tCO ₂ e
2023	Rode diesel	l	12.746	41 tCO ₂ e

4.5.2 Prefab beton

Voor prefab beton worden de verbruiken van alle machines toegewezen de montage in rekening gebracht. Dit kan voorsnog enkel voor 2023:

Jaar	Commodity	Emissiefactor	Emissie-eenheid	Hoeveelheid	CO ₂ -Emissie
2023	Rode diesel	3,4680	l	45.849	159 tCO ₂ eq

4.6 GEBRUIK EN ONDERHOUD (B)

Stadsbader Groep heeft geen impact op het energieverbruik en de CO₂-emissies tijdens het gebruik of onderhoud van betonnen constructies (CE Delft, 2013). De milieu-impact van beton tijdens de gebruiksfase is te verwaarlozen t.o.v. de andere activiteiten en wordt in het kader van deze ketenanalyse buiten beschouwing gelaten.

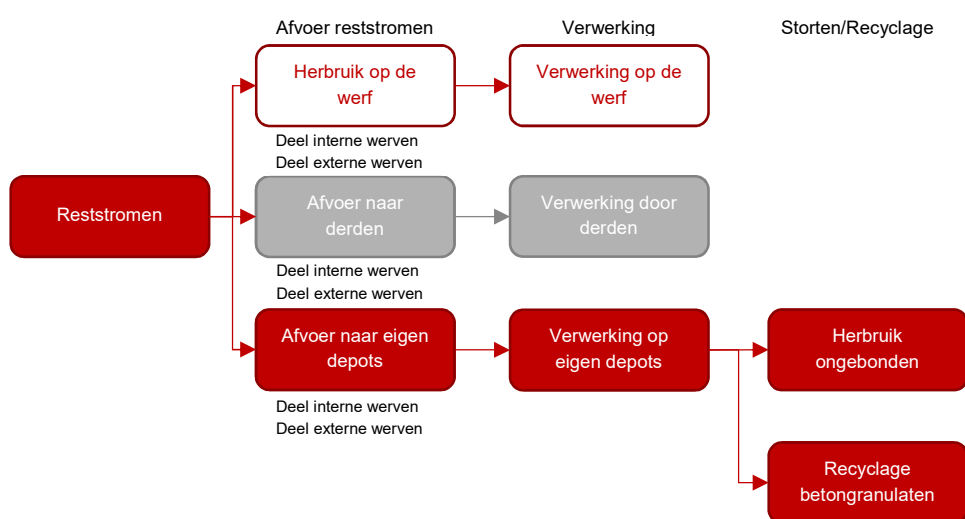
4.7 AFBRAAK (C1)

Deze eerste fase in de downstream omvat het slopen van betonnen constructies.

4.7.1 Verdeling

Uit de weegbonnen van de depots kent men het tonnage aan gebonden en ongebonden puin dat werd afgevoerd naar de eigen depots. Dit betreft slechts een deel van het totale betonpuin dat werd gesloopt. Het resterende deel wordt voor een deel hergebruikt op de werf zelf, of afgevoerd naar derden. Men neemt aan dat dit samen 20% betreft van het puin. De hoeveelheid dat verwerkt zal worden op de eigen depots, is de afvoer vanuit eigen werven, vermeerderd met de aanvoer vanuit externe werven. Dit laatste aandeel wordt in deze keten echter verwaarloosd.

Schema voor afvoer van betonpuin



We veronderstellen dat van het totale betonpuin een zelfde verhouding als van bij de productiefase afkomstig is van stortklaar dan wel prefab beton. De densiteiten (excl. staal) kunnen worden berekend uit de totale massa grondstoffen gedeeld door het geproduceerd volume beton.

Product	Jaar	Aandeel	Densiteit
Prefab beton	2021	14,56%	2.247,5 kg/m ³
Prefab beton	2022	15,37%	2.396,2 kg/m ³
Prefab beton	2023	16,81%	2.372,4 kg/m ³
Stortklaar beton	2021	85,44%	1.879,5 kg/m ³
Stortklaar beton	2022	84,63%	2.405,5 kg/m ³
Stortklaar beton	2023	83,19%	2.364,2 kg/m ³

4.7.2 Stortklaar beton

Onderstaande afbraakvolumes kunnen dan worden toegeschreven aan stortklaar beton:

Jaar	Eenheid	Totaal
2021	m ³	217.934
2022	m ³	158.503
2023	m ³	186.253

Deze waarden gelden als noemer tijdens de volledige downstreamfase om de emissie per kg beton te kunnen berekenen.

Enkel de Scope 1-emissies van machines die rechtstreeks kunnen worden toegeschreven aan de afbraak worden hier in rekening gebracht. Indien de machines niet specifiek kunnen toegewezen worden aan een product, dan wordt aangenomen dat 70% werd ingezet voor het afbreken van asfalt, 25% voor gestort beton en 5% voor prefab beton.

Jaar	Commodity	Eenheid	Hoeveelheid	Emissie
2021	Rode diesel	l	136.001	462 tCO ₂ e
2022	Rode diesel	l	131.499	447 tCO ₂ e
2023	Rode diesel	l	123.255	427 tCO ₂ e

4.7.3 Prefab beton

Onderstaande afbraakvolumes kunnen worden toegeschreven aan prefab beton:

Jaar	Eenheid	Totaal
2021	m ³	31.048
2022	m ³	28.900
2023	m ³	37.519

Deze waarden gelden als noemer tijdens de volledige downstreamfase om de emissie per kg beton te kunnen berekenen.

Enkel de Scope 1-emissies van machines die rechtstreeks kunnen worden toegeschreven aan de afbraak worden hier in rekening gebracht. Indien de machines niet specifiek kunnen toegewezen worden aan een product, dan wordt aangenomen dat 70% werd ingezet voor het afbreken van asfalt, 25% voor gestort beton en 5% voor prefab beton.

Jaar	Commodity	Eenheid	Hoeveelheid	Emissie
2021	Rode diesel	l	27.200	92 tCO ₂ e
2022	Rode diesel	l	26.300	89 tCO ₂ e
2023	Rode diesel	l	24.651	85 tCO ₂ e

4.8 AFVOER RESTSTROMEN (C2)

Voor de afvoer van het puin (al dan niet eerst ter plaatse op de werf gebroken – zie C3) doet men opnieuw beroep op zowel intern (scope 1+2) als extern transport (scope 3).

De uitstoot in deze fase is proportioneel met de afstand tussen de werf en de eigen centrales enerzijds en de werf en externe centrales/de stortplaats anderzijds. Deze afstanden worden ingeschat als zijnde gelijk aan de gemiddelde afstand van Stadsbader betoncentrales naar de werf (zie Distributie) via Wegtransport.

Jaar	Afstand (enkel)
2021	18,5 km
2022	24,9 km
2023	15,0 km

4.8.1 Stortklaar beton

Jaar	Ritten	Afstand depot (enkel)	% Intern	ton.km	CO ₂ -Emissie
2021	2	18,5 km	55,47%	12.630.893 ton.km	1.112 tCO ₂ e
2022	2	24,9 km	36,79%	15.803.923 ton.km	1.391 tCO ₂ e
2023	2	15,0 km	38,13%	10.988.509 ton.km	967 tCO ₂ e

4.8.2 Prefab beton

Jaar	Ritten	Afstand depot (enkel)	% Intern	ton.km	CO ₂ -Emissie
2021	2	18,5 km	70,00%	2.151.803 ton.km	189 tCO ₂ e
2022	2	24,9 km	70,00%	2.870.413 ton.km	253 tCO ₂ e
2023	2	15,0 km	70,00%	2.221.126 ton.km	195 tCO ₂ e

4.9 VERWERKING RESTSTROMEN (C3)

Indien een betonnen constructie dient verwijderd te worden, is er afhankelijk van de samenstelling en conditie van het beton de mogelijkheid tot recycling, hergebruik, of het storten op een daarvoor bestemde stortplaats. Het puin dat aangeboden wordt om te verwerken, wordt ofwel gebruikt als bestanddeel voor beton, ofwel als bestanddeel voor niet-gecementeerde toepassingen.

Het overige betonpuin wordt afgevoerd naar derden, eveneens om te recyclen, te hergebruiken of te storten. Restafval (mengsels van plastic, hout, isomo, isolatie...) wordt niet hergebruikt en valt buiten de beschouwing van deze ketenanalyse.

In het geval van storten dient enkel een impact voor transport naar de stortplaats ingeschat te worden (meegenomen in Afvoer Reststromen). Wanneer ook recycling/hergebruik wordt toegepast moet een extra impact voor verwerking berekend worden.

Voor hergebruik of recycling is het noodzakelijk om het beton in kleine fracties te breken. Op basis van het onderzoek van de CE Delft (2013) en het Copernicus Instituut (2010) is voor het breekproces 0,7 kWh per ton nodig. Stadsbader voert betongranulaten zelf aan en breekt het grotendeels op de eigen betoncentrales in herbruikbare fracties.

De fractie aan betongranulaten dat intern gerecycleerd wordt als grondstof voor het beton, is ook opgenomen in de tabel met de grondstoffen (zie Grondstoffase). Daarnaast zijn er ook niet gecementeerde toepassingen voor betongranulaat die voor deze ketenanalyse buiten beschouwing gelaten worden.

In onderstaande tabel wordt berekend wat de uitstoot zou zijn onder de aanname dat al het betonpuin verwerkt zou worden. Er wordt ook aangenomen dat alles intern verwerkt wordt a.d.h.v. brekers en zeven (Scope 1).

4.9.1 Stortklaar beton

Jaar	Commodity	EF	Energie	Hoeveelheid	CO ₂ -Emissie
2021	Grijze stroom België	0,205 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	130.225	19 tCO ₂ e
2022	Grijze stroom België	0,205 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	133.300	19 tCO ₂ e
2023	Groene stroom wind	0,008 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	138.771	1 tCO ₂ e

4.9.2 Prefab beton

Jaar	Commodity	EF	Energie	Hoeveelheid	CO ₂ -Emissie
2021	Grijze stroom België	0,205 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	22.185	3 tCO ₂ e
2022	Grijze stroom België	0,205 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	24.211	3 tCO ₂ e
2023	Groene stroom wind	0,008 kgCO ₂ e/kWh	0,70 kWh/ton	28.050	0 tCO ₂ e

4.10 STORTEN/RECYCLAGE (C4)

In de vorige fase werd aangenomen dat alle reststromen die afgevoerd werden, 100% werden verwerkt tot puingranulaten. Er dient geen verdere bewerking voor recyclage of emissie voor (tijdelijk) storten in rekening te worden gebracht.

5 BESPARING

Het is belangrijk op te merken dat het gebruik van een equivalente hoeveelheid nieuw materiaal (grind) een uitstoot met zich zou meebrengen die een stuk hoger ligt.

Grondstof 1	Grondstof 2	Jaar	Tonnage	Emissie A1	Emissie A2
Primaire granulaten	Grind	2021	137.385 ton	598 tCO ₂ e	2.204 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	2022	108.109 ton	470 tCO ₂ e	1.804 tCO ₂ e
Primaire granulaten	Grind	2023	92.188 ton	401 tCO ₂ e	1.411 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	2021	140.684 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	2022	98.862 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Asfaltgranulaten	2023	72.290 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	2021	124.421 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	2022	190.522 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
Gerecycleerde granulaten	Betongranulaten	2023	245.600 ton	0 tCO ₂ e	0 tCO ₂ e
	Besparing	2021	265.105 ton	1.153 tCO ₂ e	4.252 tCO ₂ e
	Besparing	2022	289.383 ton	1.259 tCO ₂ e	4.830 tCO ₂ e
	Besparing	2023	317.890 ton	1.383 tCO ₂ e	4.867 tCO ₂ e

2021	20,391 kgCO ₂ e/ton
2022	21,041 kgCO ₂ e/ton
2023	19,660 kgCO ₂ e/ton

Voor elke ton beton- of asfaltgranulaat dat wordt gerecycleerd in plaats van het gebruik van primair grind, daalt de emissie met ongeveer 20 kgCO₂e.

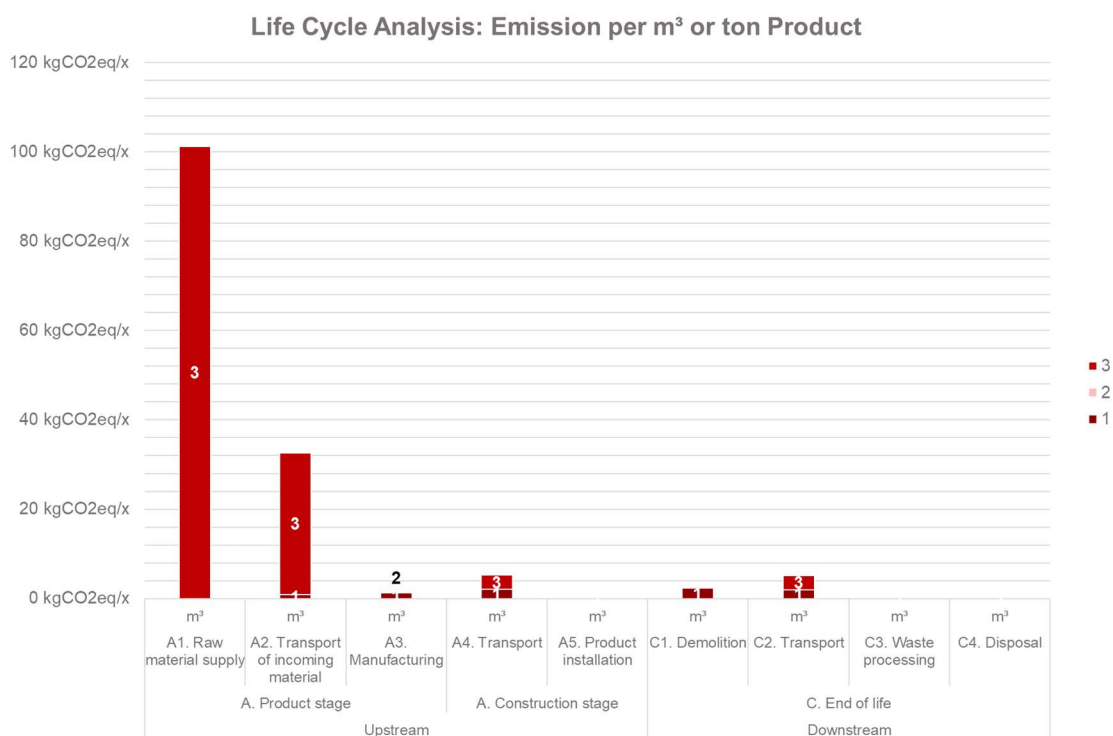
Het is niet geweten welk aandeel van de overige grondstoffen afkomstig is van recycling of hergebruik. De conservatieve aanname in de berekeningen in voorgaande hoofdstukken is dat dit allemaal nieuw materiaal betreft.

6 OVERZICHT

Door te emissies in elke fase te delen door de volumes in respectievelijk de upstream en de downstream fase, bekomt men de emissie-intensiteit voor de producten uit deze ketenanalyse.

6.1 STORTKLAAR BETON 2023

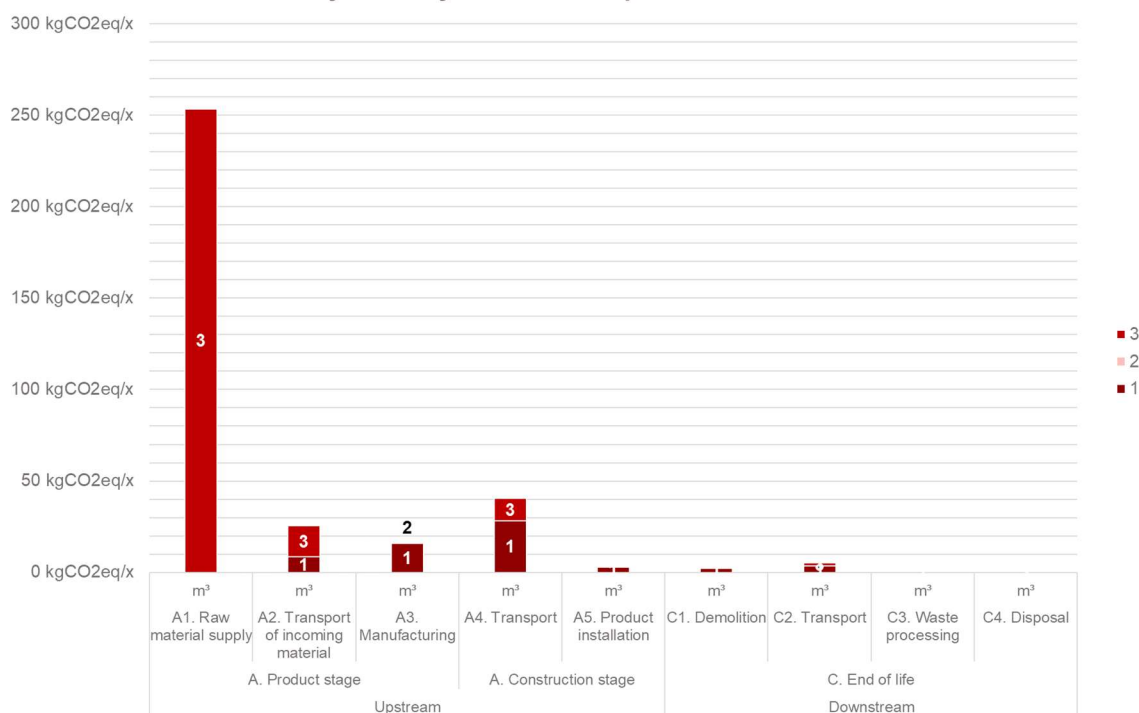
Stream	Main stage	Substage	Product Unit	1	2	3	Eindtotaal
Upstream	A. Product stage	A1. Raw material supply	m³			101,30 kgCO2e/x	101,30 kgCO2e/x
		A2. Transport of incoming material	m³	0,84 kgCO2e/x		31,77 kgCO2e/x	32,61 kgCO2e/x
		A3. Manufacturing	m³	1,21 kgCO2e/x	0,02 kgCO2e/x		1,22 kgCO2e/x
	A. Construction stage	A4. Transport	m³	2,01 kgCO2e/x		3,26 kgCO2e/x	5,27 kgCO2e/x
		A5. Product installation	m³	0,15 kgCO2e/x			0,15 kgCO2e/x
Downstream	C. End of life	C1. Demolition	m³	2,29 kgCO2e/x			2,29 kgCO2e/x
		C2. Transport	m³	1,98 kgCO2e/x		3,21 kgCO2e/x	5,19 kgCO2e/x
		C3. Waste processing	m³	0,00 kgCO2e/x			0,00 kgCO2e/x
		C4. Disposal	m³			0,00 kgCO2e/x	0,00 kgCO2e/x
Eindtotaal				8,49 kgCO2e/x	0,02 kgCO2e/x	139,54 kgCO2e/x	148,04 kgCO2e/x



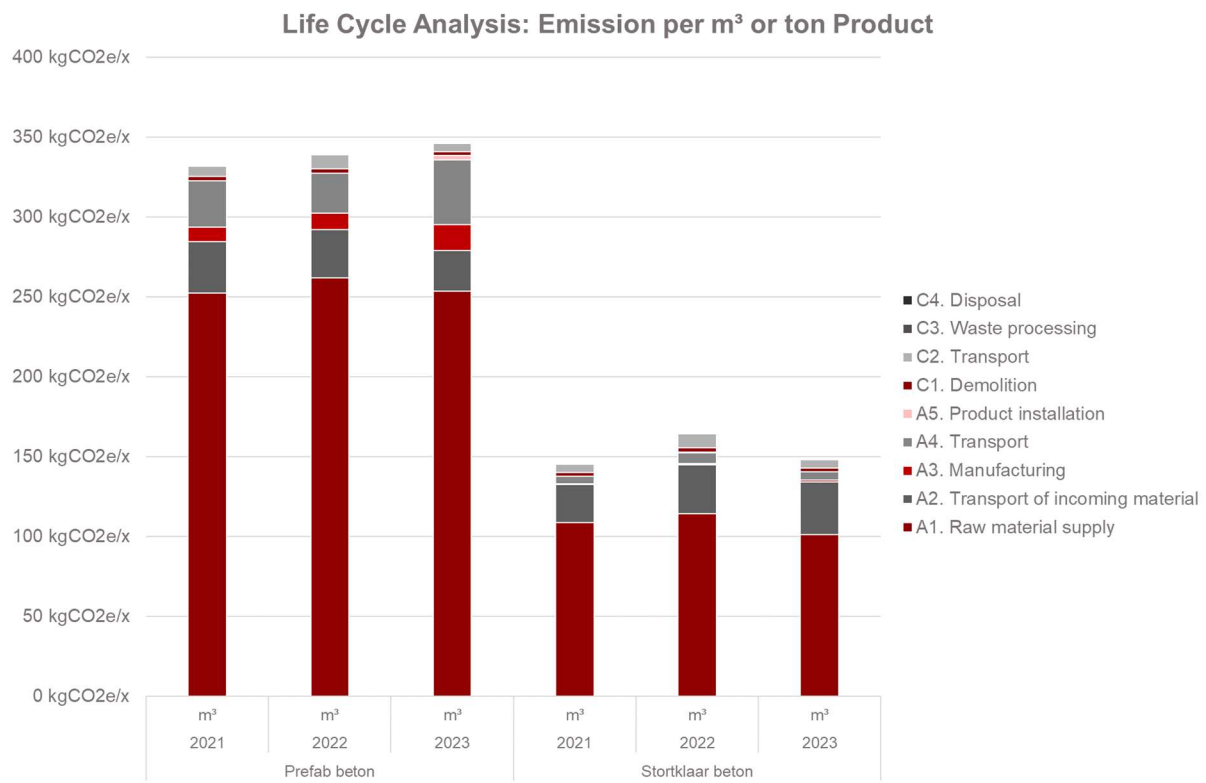
6.2 PREFAB BETON 2023

Stream	Main stage	Substage	Product Unit	1	2	3	Eindtotaal
Upstream	A. Product stage	A1. Raw material supply	m ³			253,54 kgCO ₂ e/x	253,54 kgCO ₂ e/x
		A2. Transport of incoming material	m ³	8,42 kgCO ₂ e/x		17,11 kgCO ₂ e/x	25,54 kgCO ₂ e/x
		A3. Manufacturing	m ³	15,92 kgCO ₂ e/x	0,28 kgCO ₂ e/x		16,20 kgCO ₂ e/x
	A. Construction stage	A4. Transport	m ³	28,26 kgCO ₂ e/x		12,11 kgCO ₂ e/x	40,37 kgCO ₂ e/x
		A5. Product installation	m ³	2,96 kgCO ₂ e/x			2,96 kgCO ₂ e/x
Downstream	C. End of life	C1. Demolition	m ³	2,28 kgCO ₂ e/x			2,28 kgCO ₂ e/x
		C2. Transport	m ³	3,65 kgCO ₂ e/x		1,56 kgCO ₂ e/x	5,21 kgCO ₂ e/x
		C3. Waste processing	m ³	0,00 kgCO ₂ e/x			0,00 kgCO ₂ e/x
		C4. Disposal	m ³			0,00 kgCO ₂ e/x	0,00 kgCO ₂ e/x
				61,49 kgCO ₂ e/x	0,28 kgCO ₂ e/x	284,33 kgCO ₂ e/x	346,11 kgCO ₂ e/x
Eindtotaal							

Life Cycle Analysis: Emission per m³ or ton Product



6.3 Stortklaar vs. prefab beton



7 Reductiemogelijkheden

7.1 Algemeen

Enkele algemene maatregelen werden reeds eerder in het kader van de CO₂-prestatieladder gedefinieerd. Deze zijn niet specifiek voor de betonketen, maar eerder voor het geheel van activiteiten van de Stadsbader groep. Niettemin zijn ze waardevol om in acht te nemen voor de betonketen. De concrete maatregelen zijn als volgt.

- Gebruik van efficiëntere brandstof
- Beperken van stationair draaien van machines
- Verliezen (bv. persluchtlekken) vermijden
- Gebruik van hybride kranen en stroomgroepen
- Inzetten van poolwagens
- Stimuleren van eco-driving
- Gebruik van hernieuwbare energie

7.2 Betonketen

Uit bovenstaande ketenanalyse zelf kunnen volgende reductiemogelijkheden bepaald worden die de CO₂-uitstoot van het beton verminderen.

7.2.1 Alternatieve cementtypes

Zoals blijkt uit bovenstaande ketenanalyse levert de cementproductie de grootste bijdrage tot de CO₂-uitstoot van de betonketen. Stadsbader Groep heeft geen directe invloed op de grondstoffenproducent, maar kan het cementtype in beperkte mate beïnvloeden door de vraag. Hierbij zou een keuze voor duurzame beton de CO₂-impact kunnen reduceren. Stadsbader Groep kan dit bekomen door duurzame beton op te nemen in de offertes naar de klant of zelf de voorkeur te geven aan beton met een lager gehalte aan portlandklinkers. Deze reductiemaatregel start met het verwerven van inzicht in de cementtypes en communicatie daaromtrent met de leverancier. Om in een volgende fase de cement met een hoge emissiefactor te vervangen door milieuvriendelijkere cementsoort. Bijvoorbeeld door cement met een hoog aandeel aan hoogovenslak. Voor DBFM, DBM en DB-projecten (design, build, finance en maintenance projecten) kan Stadsbader Groep hier specifiek aandacht aan besteden in het ontwerp.

7.2.2 Inzet van sedimenten en gerecycleerde zand- en grindfracties

De winning van zand/grind uit passieve winning (zeebodem), of door recycling toe te passen kan een significante impact hebben in vergelijking met actieve winning (mijnbouw). Een aandachtspunt is de kwaliteit van de gerecycleerde granulaten (P. Van den Heede, N. De Belie (Cement & Concrete Composites 34 (2012) 431–442) stelt dat er op basis van de onderzochte bronnen op dat ogenblik (2012) onvoldoende kon vertrouwd worden op hun kwaliteit).

7.2.3 Optimaliseren ontwerp

Voor DBFM, DBM en DB-projecten (design, build, finance en maintenance projecten) kan Stadsbader Groep zelf betonconstructies ontwerpen die minder materiaal vereisen dan voorzien in het referentieontwerp van de klant.

7.2.4 Transport

Om de CO₂-impact van de transportfase te reduceren, is het verwerven van meer inzicht essentieel. Stadsbader Groep kan op basis van het contract of een bijlage bij de leverbon informatie opvragen bij de betonleverancier met betrekking tot het type brandstof, de afstanden tussen het project en de betoncentrale, etc. Daarnaast is het belangrijk om in de toekomst nog meer met lokale betonleveranciers en grondstoffenproducenten samen te werken.

Een exact potentieel kan momenteel niet ingeschat worden.

7.2.5 Promoten van duurzaam beton via transparante communicatie met aankoopdienst, transportdienst en operationele divisie

De keuze voor een duurzame betonsoort of milieuvriendelijker transport kan door de aankoopdienst of de transportdienst, in overleg met de operationele divisie gemaakt te worden. Hierbij is het belangrijk om informatie in te winnen bij de leveranciers en transportbedrijven met betrekking tot duurzame opties.

Daarnaast blijft het belangrijke dat bovenstaande departementen van Stadsbader Groep data blijven aanleveren om ook in de toekomst het inzicht in de CO₂-uitstoot door het gebruik van beton te behouden en verder te verbeteren.

Een exact potentieel kan momenteel niet ingeschat worden.

7.3 Duurzaam beton

In 2016 beschreef CE Delft 17 verduurzamingsopties voor beton. Deze zijn niet steeds relevant of toepasbaar voor Stadsbader en zijn ook niet noodzakelijk toegespitst op de ketenbenadering die in voorliggende analyse de focus is. De lijst wordt voor de volledigheid wel meegegeven in BIJLAGE 1.

Aanvullend zijn ook circulair cement en het gebruik van bacteriën in het stormengsel innovaties die hun ingang proberen te vinden in de dagelijkse praktijk.

8 BRONVERMELDING

CBR. (2017). Cement en beton: hoe kunnen we nog duurzamer? Answers, 10(41), 1-5.

CBR. (s.d.). Conform de norm. Opgehaald van <https://www.cbr.be/nld/conform-de-norm>

CBR, & ENCI. (2008). Eenvoudig betonwerk [Infobrochure]. Brussel: CBR.

CE Delft. (2013). Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw. Status quo en toetsing van verbeteropties [Rapport]. Delft: CE Delft.

CE Delft. (2014). Meten is weten in de Nederlandse bouw. Milieu-impacts van Nederlandse bouw- en sloopactiviteiten in 2010 [Rapport]. Delft: CE Delft.

CE Delft. (2015). Update prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2015. Kostencurve opgesteld op basis van quickscan van 16 door het MVO Netwerk Beton geselecteerde verduurzamingsopties [Rapport]. Delft: CE Delft.

CE Delft. (2016). Update prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2016. CO₂-reductiepotentieel en CO₂-reductiekosten van 17 verduurzamingsopties van beton [Rapport]. Delft: CE Delft.

CE Delft. (2020). [STREAM Goederenvervoer 2020](https://ce.nl/publicaties/stream-goederenvervoer-2020/). Opgehaald van <https://ce.nl/publicaties/stream-goederenvervoer-2020/>

Cement&BetonCentrum. (2010). Wijzer met CEM III [Brochure].

Connekt, Milieu Centraal, SKAO, Stimular, & Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (s.d.). Lijst emissiefactoren. Opgehaald van <https://www.CO2emissiefactoren.nl/gebruik/>

CO₂emissiefactoren.be. (2022). EnergielD & CO₂logic. Opgehaald van <https://co2emissiefactoren.be/>
Departement Omgeving. (2018). Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. Strategische visie. Geïllustreerde versie [Beleidsplan]. Opgehaald van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/beleidsplan-ruimte-vlaanderen-strategische-visie-geillustreerde-versie>

European Federation of Concrete Mixture Associations (EFCA) (2021). EPD Concrete admixtures – Plasticizers and Superplasticizers. Opgehaald van <http://www.efca.info/efca-publications/environmental/>

Febelcem. (2007). De bijdrage van de cementindustrie tot de beperking van de CO₂-uitstoot [Brochure]. https://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/autres-publications/nl/CO2nl.pdf

Febelcem. (s.d.). Sectorpresentatie. Opgehaald van <https://www.febelcem.be/nl/economische-gegevens/voorstelling-van-de-cementsector-van-productie-tot-verbruik-evolutie-van-de-cementmarkt/>

GHG Protocol. (2011). Corporate Value Chain (Scope 3). Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard [Standaard]. Washington: WRI.

Inter-Beton. (s.d.). FAQ. Opgehaald van <https://www.interbeton.be/nl/faq>

Milieubarometer. (2016). Openbare CO₂-footprints. Opgehaald van <https://www.milieubarometer.nl/CO2-footprints/CO2-footprint/piek-technische-service-bv-2016/>

SKAO. (2015). Handboek CO₂-Prestatieladder 3.0 [Handboek]. Utrecht: SKAO.

SKAO. (2017). Hoe maak je gebruik van de CO₂-prestatieladder? Een praktische gids voor bedrijven. Deel 1: certificeren t/m niveau 3 [Handboek]. Utrecht: SKAO.

SKAO. (s.d.1). Maatregellijst. Opgehaald van <https://www.skao.nl/maatregellijst>

SKAO. (s.d.2). Hoe maak je gebruik van de CO₂-prestatieladder? Een praktische gids voor bedrijven. Deel 2: certificeren niveau 4 en 5 [Handboek]. Utrecht: SKAO.

Van den Heede et al (2012). Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and 'green' concretes: Literature review and theoretical calculations, Cement & Concrete Composites 34 (2012) 431–442.

WTCB. (2019). Nieuwe Belgische norm over de specificatie van beton. Opgehaald van https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=posts&sub=search&post_id=1025

http://www.betonica.net/media/nuttige_links/NL_tabel_cement_27_typen_NBN_EN_197-1_BBG_Betonica.pdf

<https://escholarship.org/uc/item/5q24d64s>

<https://futureproof.community/cirkels/mvo-netwerk-beton#home>

<https://schagengroep.nl/wp-content/uploads/2014/07/Ketenanalyse.pdf>

BIJLAGE 1 – 17 verduurzamingsopties voor beton

Overzicht van verschillende categorieën maatregelen om de CO₂-footprint van beton gebruik te verminderen (CE Delft, 2016)

Categorie	Afkorting	Verduurzamingsopties
Verandering van de betonsamenstelling	Korrelpakking	Optimaliseren korrelpakking
	CEM X	Verruimen toegestane grondstoffen voor cement binnen Europese norm
	CSA-Beliet	Alternatieve binder (sulfo aluminaat beliet)
	Supergesulfateerd	Alternatieve binder (supergesulfateerd cement))
	Alternatief CSH	Alternatieve binder (alternatief CSH-cement)
	Geopolymeer	Alternatieve binder (alkalisch geactiveerde materialen)
	Solidia	Alternatieve binder (CO ₂ -geactiveerd cement)
	Carbstone	Alternatieve binder (CO ₂ -geactiveerd cement)
Gebruik gerecyclede materialen/onderdelen	Demontabel bouwen	Bouwen met demontabele standaard eenheden
	Mechanische cement-recycling	Mechanische cementrecycling via C2CA of slim breken
	Thermische cement-recycling	Thermische cementrecycling via kringbouw
	Bodemas	Inzet bodemas als vulstof met bindende eigenschappen
Aanpassen bouwproces	Bouwplanning	Langere uithardingstijd in gietbouw door bouwplanning
Verlengen levensduur	Zelfhelend beton	Zelfhelend beton met calciumcarbonaat producerende bacteriën
Energiegebruik in de gebruiksfase	Betonkernactivering	Betonkernactivering in combinatie met warmtepomp en WKO als extra boven op EPC-eis
Vastleggen CO ₂ in beton	Mineraal CO ₂	Vulmiddel waarin CO ₂ is vastgelegd
	Carbon8	Grindervanger op basis van vliegashoudend beton en CO ₂
	Solidia	CO ₂ -geactiveerd beton
	Carbstone	CO ₂ -geactiveerd beton

BIJLAGE 2 – CO₂-emissiefactoren

Overzicht emissiefactoren bestanddelen beton

Bestanddeel beton	Klinker-gehalte (in %)	CO ₂ -emissiefactor in kg CO ₂ / kg	Bron CO ₂ -emissiefactoren
CEM I (met 90% portlandcement)	95%	0,818	CE Delft (2016)
CEM III-A hoog	65%	0,570	CE Delft (2013)
CEM III-B	n/b	0,296	CE Delft (2016)
Portlandcementklinker (maximaal aandeel portlandcement)	100% ¹	0,909	CE Delft (2016)
Gemiddelde zand	n.v.t.	0,000521	CE Delft (2016)
Gemiddelde granulaat/ grind	n.v.t.	0,00105	CE Delft (2016)
Weekmakers (<i>plasticizers</i>)	n.v.t.	1,53	EFCA EPD (2021)

Overzicht emissiefactoren elektriciteit & brandstoffen

Energiebron/-drager	Eenheid	CO ₂ -emissiefactor in kg CO ₂ / eenheid	Bron CO ₂ -emissiefactoren
Grijze Elektriciteit	MWh	205	CO2emissiefactoren.be
Stookolie	Liter	3,185	CO2emissiefactoren.be
Industriële diesel	Liter	3,4	

Overzicht emissiefactoren transportmiddelen betonketen

Transportmiddel	CO ₂ -emissiefactor in kg CO ₂ / ton.km	Bron CO ₂ -emissiefactoren
Kustvaart	0,022	CE Delft (2020)
Binnenvaart (gemiddeld, 1500-3000 ton)	0,031	CE Delft (2020)
Vrachtwagen (zware trekker met oplegger)	0,088	CE Delft (2020)

¹ Merk op dat cement eigenlijk nooit 100% uit klinker bestaat. Er wordt steeds een bron van CaSO₄ toegevoegd als bindingsregelaar (om flash setting te vermijden waarbij door korte exotherme reactie snelle verharding optreedt en verwerking onmogelijk wordt).