

Ketenanalyse walbeschoeiing

Voor GKB REALISATIE



Boskoop, 6 januari 2014

Versie 2

opdrachtgever:	GKB REALISATIE Middelweg 1 2992 SP Barendrecht
----------------	---

Onderzoeksrapport:	2-2013
Projectnummer:	200001
Uitgevoerd in de periode:	Oktober/ december 2013
Opsteller:	Anne-Kees Jeeninga
Gelezen:	Sandra van Schooten

Uitgevoerd door:	NCOB B.V. Biezen 118 2771 CN Boskoop. Tel. 0172-232426
Contactpersoon:	Anne-Kees Jeeninga
e-mail:	a.jeeninga@ncob.nl

Inhoud

1. Inleiding.....	4
1.2 Criteria voor de ketenanalyse.....	4
1.3 Scope en afbakening van de onderzoeksvraag	6
2. Keteninventarisatie.....	9
2.1 Beschrijving van de situatie.	9
2.2 Vast te stellen CO ₂ profielen	11
2.3 Datacollectie; van houtkap tot en met plank.	16
2.5 De berekende CO ₂ profielen.....	21
2.6 invloedfactoren voor het CO ₂ profiel van oeverbescherming.....	24
3. Conclusies	25
4. Geraadpleegde literatuur	27

1. Inleiding

De CO₂ prestatieladder, beheerd door SKAO (Stichting klimaatvriendelijk aanbesteden en ondernemen), wordt door diverse overheden in Nederland toegepast als selectiecriteria voor hen aan te besteden contracten. De CO₂ prestatieladder kent niveaus van 0 tot en met 5. Hoe hoger de marktpartijen zich op de ladder bevinden des te gunstiger zij acteren bij de selectie- en gunningsafwegingen.

NCOB heeft de opdracht om voor GKB REALISATIE de ketenanalyse uit te voeren die verband houdt met walbeschoeiingen die zijn uitgevoerd met hout uit de regio.

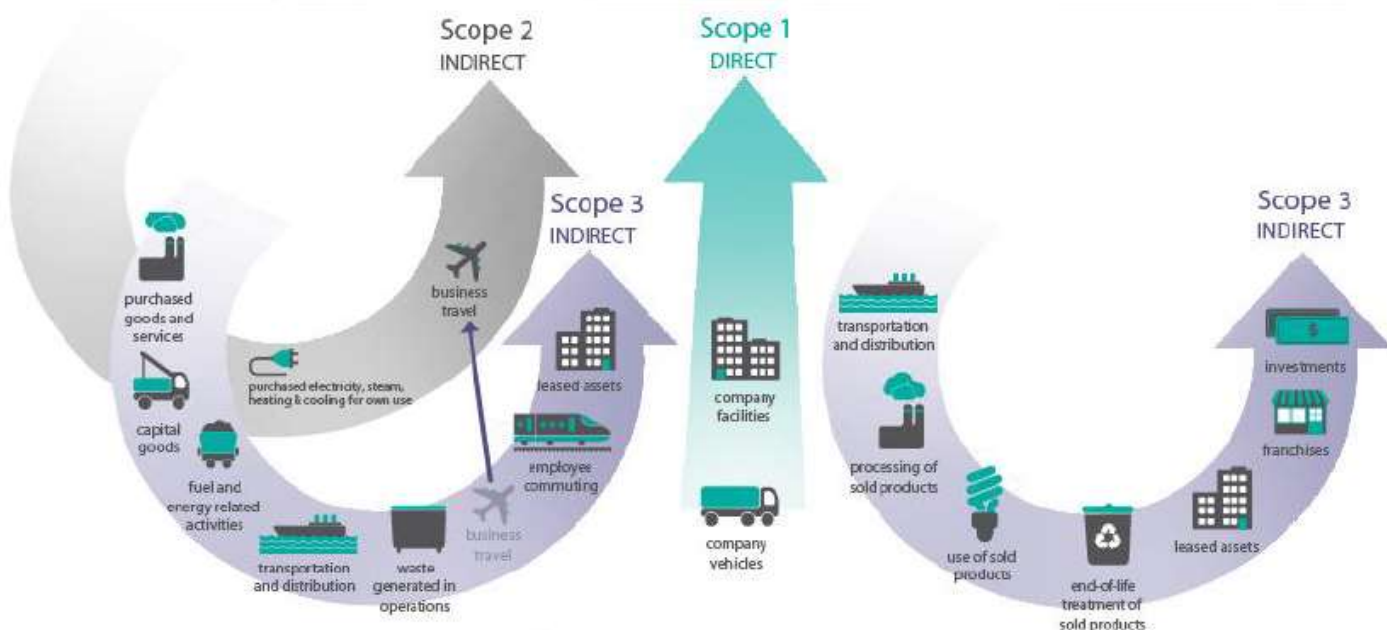
Voor niveau 4 van SKAO ladder zijn twee ketenanalyses vereist, waarvan één een review dient te ondergaan. Er is gekozen om deze ketenanalyse (walbeschoeiing) ter review aan te bieden. De reden voor deze keus is vanwege het gebruik van hout. Natuurlijke materialen, zoals hout, zijn relatief complex te kaderen in het licht van een LCA en/of ketenanalyse. CE Delft heeft de nodige expertise op het gebied van LCA in relatie tot natuurlijke materialen en processen. Met deze reden heeft CE Delft de review uitgevoerd.

1.2 Criteria voor de ketenanalyse

De ketenanalyse dient relevant te zijn voor de activiteiten van GKB REALISATIE Een van hun hoofdactiviteiten is het plaatsen van walbeschoeiingen. Het plaatsen van walbeschoeiingen behoort tot de twee belangrijkste materiele emissies door GKB REALISATIE Hiermee wordt voldaan aan eis 4.A.1 uit het *Generiek Handboek* versie 2.1 van SKAO

In deze ketenanalyse worden de betreffende aspecten behandeld, zoals beschreven in het *Generiek Handboek* versie 2.1 van SKAO(waarbij verwezen wordt naar het gestelde in het GHG (green house gas) protocol en ISO 14064-1 betreffende bereik 3). Deze aspecten zijn:

- Relevantie
- Mogelijkheden tot kostenbesparing
- Voorhanden zijnde informatie uit betrouwbare bronnen
- Potentiele reductiebronnen
- Beïnvloedingsmogelijkheden.



(Bovenstaande afbeelding uit; *Generiek Handboek* versie 2.1 (pagina 52) SKAO)

De activiteiten rondom het realiseren van oeverbeschermingen door GKB REALISATIE sluiten het meest aan bij de categorie “purchased goods and services”. Uit scope 3.

1.3 Scope en afbakening van de onderzoeksvraag

Scope

Deze ketenanalyse betreft de effecten van de inzet van geschikt kaphout uit de regio Rotterdam voor toepassing in walbeschoeiingen in de regio Rotterdam. In deze ketenanalyse worden twee verschillende toepassingen uitgewerkt, namelijk;

- Rondhout (boomstammen) uit de regio in natuurvriendelijke oevers als alternatief voor traditionele (planken) oeverbescherming.
- Schotten die bestaan uit hardhout voor het waterlijn/ bovenwaterdeel en hout uit de regio voor het onderwaterdeel als alternatief voor grenen in het onderwater toepassing.

Als referentiekader wordt gehanteerd een walbeschoeiing welke is opgebouwd uit schotten die bestaan uit (FSC) naaldhout voor het onderwaterdeel, en uit tropisch hardhout (FSC) voor het deel op- en boven de waterlijn.

Natuurvriendelijke oevers kunnen alleen worden toegepast bij oevers met hoogte van maximaal ca. 60 cm. De natuurvriendelijke oever wordt in deze studie vergeleken met een traditionele (planken) walbeschoeiing van 60 cm hoog.

Het effect van het vervangen van grenen voor regiohout in het onderwater deel van traditionele (lichte) oeverbeschermingen wordt in deze rapportage uiteengezet in een 100 cm hoge constructie.

De levensduur van de traditionele constructie is 30 jaar. De levenscyclus wordt daarmee beschouwd over 30 jaar.

De in deze scope beschreven varianten aan oeverbeschermingen zijn gangbaar voor de situaties waarmee GKB REALISATIE te maken heeft.

Kader

- De ketenanalyse is uitgevoerd in navolging van eis 4.A.1 van de SKAO ladder.
- Om de processen in de beschreven keten helder te krijgen is deze ketenanalyse gebaseerd op de LCA benadering, zoals beschreven in ISO 14040. De toepassing van ISO 14040 is in dit onderzoek bedoeld om de invloed factoren voor GKB REALISATIE in de keten van activiteiten rondom het realiseren van walbeschoeiingen helder te krijgen. De LCA wijkt in zekere mate af van ISO 14040. Zo is de gevoeligheidsanalyse indirect verwoord in paragraaf 2.6, invloed factoren.

Eenheid

In deze ketenanalyse worden de emissies uitgedrukt aan de hand van 1 m¹ walbeschoeiing, gebaseerd op een project waarbij 100 meter oeverbescherming wordt aangelegd. Het betreft in deze ketenanalyse een generiek project welke is gebaseerd op gegevens van GKB Realisatie uit gerealiseerde projecten.

- de natuurlijke oeverbescherming 60 cm hoog
- de oeverbescherming bestaande uit planken en palen, hoogte 100 cm en 60 cm.

Datakwaliteit/ reproductie van dit onderzoek

Voor de berekening van de CO₂ emissies zijn voornamelijk vier bronnen gebruikt:

- Milieudata voor Azobé en naaldhout zijn betrokken uit de Ecoinvent database. Deze database is toegepast in de levenscyclus analyse (LCA) software Sima Pro 7.3.3
- Gegevens aangeleverd door GKB REALISATIE
- CO₂ emissiefactoren volgens bijlage C van de SKAO ladder
- Algemene bronnen vanaf internet

In hoofdstuk 4 zijn de geraadpleegde bronnen weergegeven.

Representativiteit

Deze ketenanalyse is uitgevoerd op basis van situaties die voor GKB REALISATIE van toepassing zijn.

Geografisch bereik

Regio Rotterdam (werkgebied van G.K.B.)

Eenduidigheid

De berekening van CO₂ emissies is gebaseerd op het IPCC 2007 Green House Gas (GHG) protocol.

Technologie

De studie is uitgevoerd met gegevens vanaf 2010.

Systeemgrenzen

In deze ketenanalyse worden de te onderzoeken ketens beschouwd vanaf bouwstofwinning tot en met einde levensduur van de walbeschoeiing.

Processchema's

De processchema's zijn opgenomen in hoofdstuk 2.

Allocatie

Op het proces 'regionaal gewonnen hout' is allocatie van toepassing. In paragraaf 2.3 wordt de allocatie van regionaal hout uitgewerkt.

Onzekerheid van de resultaten

- Er is zoveel mogelijk gewerkt met actuele gegevens om de werkelijkheid zo goed als mogelijk te benaderen. Er is gerekend met een gemiddeld geachte situatie voor GKB REALISATIE Op basis van de verstrekte gegevens van GKB REALISATIE oeverbeschermingsconstructies zijn project specifiek en wijken af van de in dit onderzoek toegepaste archetypen.
- De transportafstanden van hout vanaf het bos naar de zeehaven zijn op een aanname gebaseerd, deze is voor naaldhout en voor Azobé gelijkgesteld op 100 kilometer. Dit is niet geheel in overeenstemming met de werkelijkheid, maar actuele gegevens hieromtrent zijn niet voor handen. Bovendien is dit voor iedere levering anders (de winlocaties variëren). Voor dit onderzoek is de genoemde aanname voldoende om een gelijkmatig vergelijk te maken.

Betrokkenen

NCOB B.V. is voor deze ketenanalyse geïnformeerd door de volgende personen:

- Dhr. A. Kraaijeveld, directeur GKB REALISATIE
- Dhr. M. van Rietschoten, KAM coördinator GKB REALISATIE
- Mw. S. van Schooten, organisatie adviseur TOP B.V.

Review

De review is uitgevoerd door:

Mw. M. Head van:
CE Delft
Oude Delft 180
2611 HH Delft

2. Keteninventarisatie

2.1 Beschrijving van de situatie.

Een belangrijk werkgebied voor GKB REALISATIE is de regio Rotterdam. Zo wil de gemeente Rotterdam het hergebruik van kaphout binnen de gemeente stimuleren (natuurvriendelijke oever).

Vrijkomend kaphout komt van diverse boomsoorten en is van diverse kwaliteit. Momenteel zijn er drie bestemmingen mogelijk voor het vrijkomende kaphout

- Het hout is van voldoende kwaliteit voor de houtverwerkende industrie (papier, timmer- of meubel industrie)
- Het hout is ongeschikt voor de houtverwerkende industrie en wordt versnipperd.
- Het hout is ongeschikt voor de houtverwerkende industrie en wordt gebruikt voor verwarming (voor in de kachel).

Alle soorten hout zijn in principe geschikt voor toepassing onderwater in walbeschoeiingen. In de gangbare situatie wordt voor de onderwatertoepassing naaldhout gebruikt, dat afkomstig is uit de bosbouw en bestemd voor de houtverwerkende industrie.

De traditionele planken oeverbescherming

De huidige walbeschoeiingen bestaan uit twee soorten (FSC) hout:

- Tropisch hardhout voor toepassing boven- en in de waterlijn. Dit hout is veelal afkomstig uit West Afrika en betreft doorgaans de houtsoort Azobé.
- Naaldhout voor toepassing onder de waterlijn. Dit hout is veelal afkomstig uit Europa. Zweden en Finland zijn hierin grote leveranciers.

De delen voor de walbeschoeiing worden bij GKB REALISATIE te Barendrecht op maat gemaakt, waarna deze naar de verwerkingslocatie worden getransporteerd.

De planken oeverbescherming met deels regionaal hout

De oeverbescherming met deels regionaal hout bestaat uit twee soorten hout:

- Tropisch hardhout voor toepassing boven- en in de waterlijn. Dit hout is veelal afkomstig uit West Afrika en betreft veelal de houtsoort Azobé.
- Hout uit de regio voor toepassing onder de waterlijn.

Natuurlijke oeverbescherming als alternatief voor de traditionele planken oeverbescherming.

De natuurlijke oeverbescherming bestaat uit (regionaal verkregen) boomstammen. Deze boomstammen worden ontdaan van takken en worden geplaatst onder, op en boven de waterlijn. Het betreft hier vaak oevers die in een relatief flauwe helling liggen en waarbij +/- 30-50 cm waterlijn dient te worden overbrugd.

In de traditionele situatie worden planken toegepast. De levensduur van het tropische hardhout voor een planken beschoeiing is ongeveer 30 jaar. Zoals het nu lijkt is de levensduur van boomstammen in deze toepassing ongeveer 10 jaar.



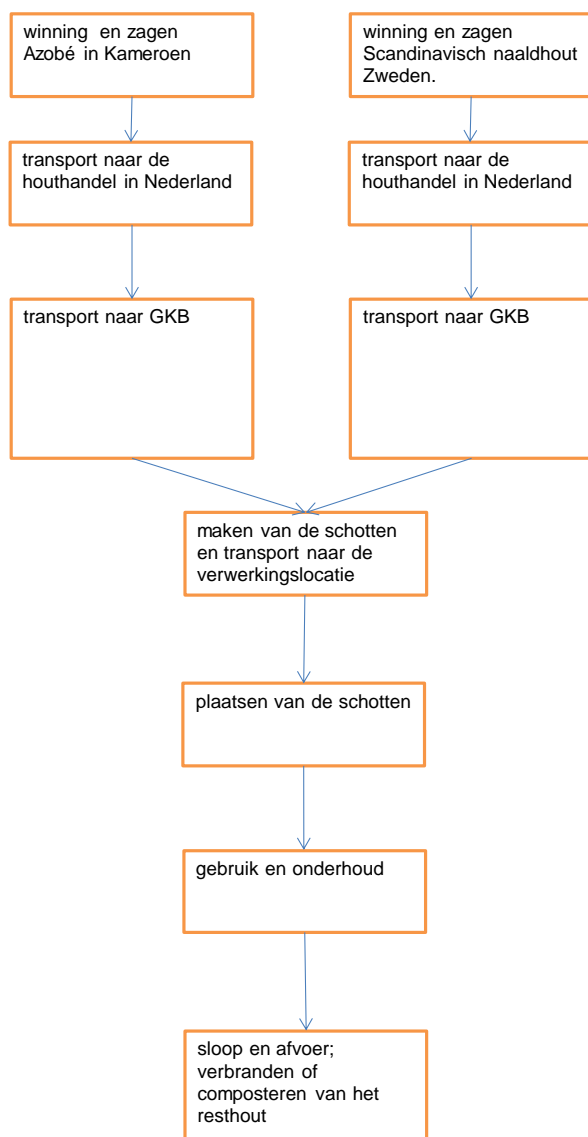
Bovenstaand een voorbeeld van een natuurlijke oeverbescherming (links het plaatsen, rechts de gereede oever). Te zien valt dat de boomstammen met een paal worden gefixeerd.

2.2 Vast te stellen CO₂ profielen

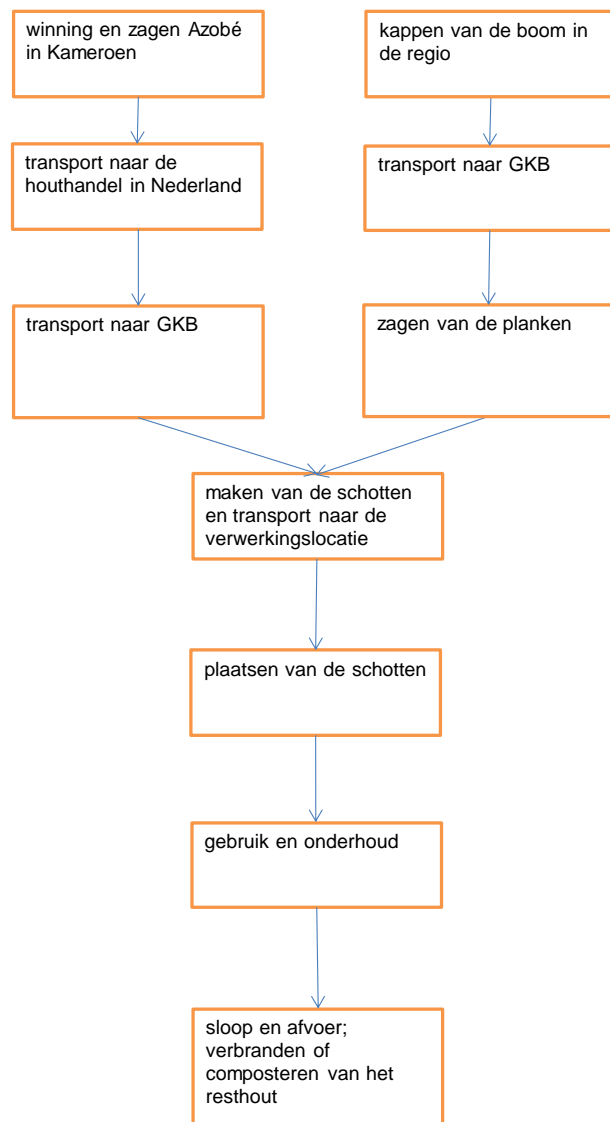
Zoals al in de inleiding is geschreven, is deze ketenanalyse uitgevoerd op basis van de LCA methodiek. Op deze wijze wordt inzichtelijk uit welke processtappen de gehele keten vanaf houtwinning tot en met einde levensduur (cradle to grave) bestaat. In deze paragraaf worden de processtappen weergegeven. Paragraaf 2.3 behandelt de daarbij benodigde datacollectie. In paragraaf 2.4 worden de optredende CO₂ emissies per processtap gekwantificeerd. Dit leidt tot de volgende processtappen (respectievelijk schema's en beschrijving).

Processchema's

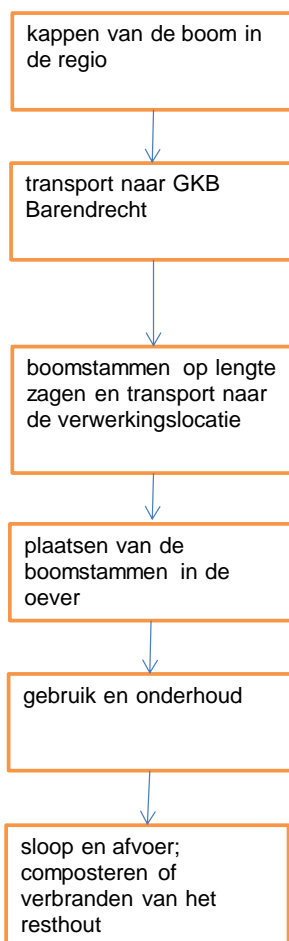
Schema 1: Oeverbescherming 100cm en 60cm hoog bestaande uit Azobé en naaldhout



Schema 2; Oeverbescherming 100cm hoog, opgebouwd uit Azobé en regionaal verkregen hout.



Schema 3; natuurlijke oeverbescherming



Houtwinning; van houtkap tot en met plank

- Planken en palen van tropisch hardhout uit West Afrika
- Planken van Europees naaldhout (grenen)
- Planken van hout uit Rotterdam

Houtwinning; rondhout (boomstammen) voor de natuurlijke oeverbescherming.

- Rondhout uit Rotterdam

Transport naar G.K.B.

- Tropisch hardhout en grenen; per as uit het binnenland, dan per schip naar Nederland waarna per as naar G.K.B.
- Hout uit Rotterdam per as naar G.K.B.

Het maken van de houtdelen voor de planken oeverbescherming

- Schotten maken/ boomstammen op lengte zagen te GKB REALISATIE Barendrecht. Transport per as naar de verwerkingslocatie.

Het plaatsen van walbeschoeiingen

- Walbeschoeiing met planken
- Natuurlijke walbeschoeiing met boomstammen

Onderhoud van walbeschoeiingen

- *Planken oeverbescherming:* De in deze ketenanalyse behandelde varianten van walbeschoeiingen kennen naar verwachting geen onderscheid in onderhoud gedurende de gebruikslevensduur. In principe zijn de constructies tijdens de gebruikslevensduur onderhoudsarm.
- *Natuurlijke oeverbescherming:* Over een levensduur van 30 jaar zijn twee tussentijdse vervangingen nodig.

Einde levensduur

- *Planken walbeschoeiing:* houten walbeschoeiingen hebben een gebruikslevensduur van naar schatting 30 jaar. De in deze ketenanalyse behandelde varianten kennen geen onderscheid in gebruikslevensduur. Het lokaal gewonnen hout wordt voor onderwater toepassing gebruikt. Hout rot niet of nauwelijks onder water. De duurzaamheidsklasse is daarmee van ondergeschikt belang. De oeverbescherming wordt gesloopt en afgevoerd. Planken kunnen dan of worden verbrand, of worden gecomposteerd.
- *Natuurlijke oeverbescherming:* De boomstammen uit de regio kennen een kortere levensduur dan tropisch hardhout, daar de boomstammen ook op- en boven de waterlijn worden toegapast. Dit type oeverbescherming wordt de laatste 3-5 jaar in Rotterdam toegepast. En hoe het zich nu laat aanzien is de verwachting dat een functionele levensduur van tenminste 10 jaar behaald zal worden. Ten aanzien van de levensduur van de traditionele oeverbescherming zijn daarmee tenminste 3 vervangingen gemoeid. De toepassing van natuurlijke oeverbescherming kan zowel door opdrachtgevers gevraagd worden, als ook door GKB REALISATIE worden aangeboden. De oeverbescherming die het einde van de levensduur heeft bereikt wordt gesloopt en afgevoerd, waarna deze worden gecomposteerd of verbrand.

Afvalbehandeling na einde levensduur

Bij einde levensduur van de oeverbescherming wordt deze tot op heden afgevoerd naar een stortplaats ter compostering. Echter vindt er tijdens het composteringsproces emissie plaats van o.a. methaan. Methaan is een zeer sterk broeikasgas, en weegt daardoor zwaar door in de bepaling van de CO₂ emissie.

De resten van de oeverbescherming zouden ook kunnen worden verbrand voor bijvoorbeeld verwarming. Hierdoor wordt de inzet van fossiele brandstoffen vermeden. In de berekening van het afvalscenario verbranding is de vermeden inzet van fossiele brandstof meegewogen. Er is gekozen een vergelijk te maken met aardgas t.b.v. verwarming.

CO₂ opslag in hout.

In Azobé ligt 1562 kg CO₂ per m³ opgeslagen. In grenen is dit 766 kg CO₂ per m³ (www.co2opslag.nbvt.nl). Echter maakt het veel verschil of deze kort cyclisch of lang cyclisch wordt vastgelegd. De SBK Bepalingsmethode gaat daar als volgt mee om (citaat):

Biogeen CO₂, kort cyclisch CO₂ en sequestratie (vastlegging koolstof)

Biogeen wil zeggen dat het materiaal van biologische of organische oorsprong is. Zo bezien zijn ook fossiele brandstoffen (ooit) uit biogeen CO₂ ontstaan en is er geen onderscheid tussen hout uit oerbos en hout uit duurzaam beheerde bossen. De SimaPro interpretatie van de CML2 methode is (sinds november 2009, versie 2.05) om al het biogeen CO₂ en CO buiten beschouwing te laten, mede omdat dit het best aansluit bij de Ecoinvent processen. Biogeen methaan kreeg een verschilfactor: een lagere factor dan fossiel methaan waarin werd gecorrigeerd voor opname van CO₂.

Binnen de bepalingmethode zien we biogeen CO₂ als kort cyclisch CO₂, waarbij de grens tussen kort en

lang cyclisch (arbitrair) op 100 jaar is gesteld. Wanneer hout er langer dan 100 jaar over deed om te groeien dan wordt de CO₂ opname niet gewaardeerd en de emissie aan het einde van de levenscyclus wel.

Wanneer opname van kort cyclisch CO₂ in een product is gewaardeerd, dan dient ook het einde van de levenscyclus van dat product (emissie van kort cyclisch CO₂) te worden beschouwd.

De levensduur van een walbeschoeiing is 30 jaar, dit is beduidend korter dan 100 jaar. Hout afkomstig van bomen die meer dan 100 jaar gegroeid zijn geven dus na einde levensduur van de oeverbescherming CO₂ af. Voor hout dat korter dan 100 jaar is gegroeid is de CO₂ balans van opname en emissie als neutraal te beschouwen.

1 plank van 20*2*100 cm (0,004 m³) geeft daarmee:

- Azobé: 6248 gram CO₂
- Grenen: 3064 gram CO₂

Regionaal hout wordt om andere reden dan houtwinning verkregen, daardoor is de vraag of dit hout ouder dan 100 jaar betreft in dit geval niet van toepassing.

Het hout wordt betrokken uit FSC beheerde productiebossen. Het wordt waarschijnlijk geacht dat hout uit FSC beheerde bossen een groeitijd heeft van korter dan 100 jaar (bron: CE Delft). In geval van niet- FSC hout is het zeer goed mogelijk dat het wel hout betreft dat van bomen afkomstig is die ouder dan 100 jaar zijn.

Omdat het toegepaste hout uit FSC beheerde productiebossen afkomstig is, kan er van uit worden gegaan dat het hout betreft wat afkomstig is van bomen die korter dan 100 jaar zijn gegroeid.

2.3 Datacollectie; van houtkap tot en met plank.

In deze paragraaf worden de processen uitgewerkt die benoemd zijn in paragraaf 2.2.

Voor de duidelijkheid zijn in de onderstaande tabel beknopt de constructies en randvoorwaarden weergegeven waarop de datacollectie betrekking heeft.

eenheid: 1 strekkende meter oeverbescherming met een tijdshorizon van 30 jaar	constructie	levensduur	beheer en onderhoud	Bijzonderheden
oeverbescherming 100 cm hoog;				
traditioneel:				
<u>60 cm Azobé en 40 cm Naalhout</u>	planken á 20 cm breed, 1 verticaal verbindingsdeel van 10 cm breed en 1 paal van 0,1*0,1*3 meter	30 jaar	nihil	FSC hout, kortcyclisch CO2
alternatief:				
<u>60 cm Azobé en 40 cm regionaal gewonnen hout</u>	planken á 20 cm breed, 1 verticaal verbindingsdeel van 10 cm breed en 1 paal van 0,1*0,1*3 meter	30 jaar	nihil	FSC hout, kortcyclisch CO2. en regiohout: allocatie
oeverbescherming 60 cm hoog;				
traditioneel:				
<u>40 cm Azobé en 20 cm Naalhout</u>	planken á 20 cm breed, 1 verticaal verbindingsdeel van 10 cm breed en 1 paal van 0,1*0,1*1,80 meter	30 jaar	nihil	FSC hout, kortcyclisch CO2
alternatief:				
<u>natuurlijke oever: boomstam van regionaal verkregen hout met een diameter van 60 cm en Azobé palen van 0,1*0,1*1,8 meter.</u>	boomstam rond 60 cm 0,5 paal per m1 (h.o.h. afstand palen is 2 m)	10 jaar	2 tussentijdse vervangingen	FSC hout, kortcyclisch CO2. en regiohout: allocatie

Azobé

Azobé voor de Nederlandse markt is voornamelijk afkomstig uit Kameroen. De bomen worden in het land van herkomst gezaagd. (Voorheen werden boomstammen Azobé in Nederland gezaagd, maar het steeds vaker het geval dat dit in het land van herkomst). De planken worden per zeeschip naar Nederland getransporteerd. Vanuit de haven worden de planken per as naar de groothandel en klant vervoerd.

- Ecoinvent process: Sawn timber (SFM), azobe, planed, air dried, u=15%, CM, at sawmill/RER U . Een plank van 20*2*100cm weegt 4.1 kg, bij een dichtheid van 1020 kg/m3.
- Transport per as vanaf de zagerij naar de haven: 100km (aanneme, forfaitair)
- Zeetransport Kameroen- Rotterdam: 8504 km schip
- Transport per as vanaf Maasvlakte 1 naar GKB REALISATIE te Barendrecht: 45 km

Europees naaldhout

Europees naaldhout wordt betrokken uit centraal- en noord Europa. Vaak is dit Zweden of Finland. De bomen worden in het land van herkomst gezaagd. De planken worden per zeeschip naar Nederland getransporteerd (in geval van Zweden/ Finland). Vanuit de haven worden de planken per as naar de groothandel en klant vervoerd.

- Ecoinvent proces: Sawn timber, Scandinavian softwood, raw, plant-debarked, u=70%, at plant/NORDEL U: plank van 20*2*100 cm weegt 2.16 kg, bij een dichtheid van 540 kg/m³.
- Transport per as vanaf de zagerij naar de haven: 100km (aanneme, forfaitair)
- Zeetransport Malmö- Rotterdam: 875 km schip
- Transport per as vanaf Maasvlakte 1 naar GKB REALISATIE te Barendrecht: 45 km

Hout uit Rotterdam

Bomen worden waar nodig gerooid of gesnoeid. Ook de voldoende dikke takken van bomen kunnen voor dit doel worden toegepast. De bomen worden gerooid met behulp van een kettingzaag en mobiele kraan. De bomen worden op een vrachtauto opgeladen en naar gelang de situatie naar het terrein van GKB REALISATIE in Barendrecht -, of rechtstreeks naar de verwerkingslocatie gebracht. Het zagen gebeurt dan op het eigen terrein.

De bomen uit de regio Rotterdam worden gerooid of gesnoeid omdat deze ziek, onderhouden of verwijderd moeten worden wegens herinrichting van de locatie. Geschikte exemplaren worden aan de houtverwerkende industrie verkocht, en het overige wordt versnipperd en verbrand t.b.v. verwarming. Vrijkomend hout wat niet kan worden aangeboden aan de houtverwerkende industrie zijn doorgaans geschikt voor oeverbescherming. Naar gelang de kwaliteit van het hout kunnen deze worden geselecteerd voor planken voor onderwater gebruik of als complete boomstammen voor natuurlijke oevers. De activiteiten die nodig zijn voor het rooien en afvoeren van de bomen moeten dus om andere redenen plaatsvinden dan houtwinning voor oeverbescherming.

Allocatie:

Dit houdt in dat het bepalen van de CO₂ emissies door het toepassen van regionaal hout gebaseerd zijn op allocatie processen. In dit geval is dat betrekkelijk eenvoudig:

- Het kappen van de bomen gebeurt niet voor versnipperen of oeverbescherming.
- Het toepassen van vrijkomend hout voor oeverbescherming is hoogwaardiger dan het verbranden van snippers (materiaalvervanging i.p.v. alternatieve brandstof).

Bovenstaande argumenten resulteren in de volgende verdeling:

- Alle processen die nodig zijn voor het rooien en afvoeren van de boom, worden voor de winning van regionaal hout niet meegerekend. Immers wordt de boom niet met dat doel gerooid.
- Alle processen vanaf het bewerken van de stammen tot planken worden toegekend aan oeverbeschermingen met regionaal hout.
- Voor natuurlijke oevers betekent dit vanaf transport (en eventueel op lengte zagen van de stammen) naar de verwerkingslocatie.

- Einde levensduur; Vrijkomende bomen worden (indien ongeschikt voor andere toepassing) versnipperd en gebruikt voor verwarming. Maar in geval van toepassing in een oeverbescherming wordt na einde levensduur het hout veelal gecomposteerd. De allocatie van regiohout ten aanzien van einde levensduur is gebaseerd op het verschil in CO₂ emissies door verbranding (incl. compensatie door het vermijden van fossiele brandstoffen) en CO₂ emissies door composteren.

Dit levert de volgende processen:

- Natuurlijke oevers: Gewicht van de bruikbare stam gebaseerd op 540kg/m³, (dichtheid grenen), lengte 4 meter en diameter 60cm. Gewicht; 151 kg per m¹.
- Planken: 20*2*100 cm, dichtheid 540 kg/m³ (generiek)
- Zagen planken met diesel aangedreven mobiele zaaginrichting ('Woodmizer'): 0,9 liter diesel per 30 meter zaagsnede.
- Hydraulische kraan voor plaatsen boomstammen: 60 meter oeverbescherming per dag.
- Transport naar de verwerkingslocatie: 14,5 km (Middelweg Barendrecht- Rotterdam Kralingen (als centrale locatie in regio Rotterdam)).

Planken van regionaal verkregen hout

Een mobiele zaagopstelling verbruikt 0,9 liter diesel per uur. Per uur kan er gemiddeld 30 meter worden gezaagd (Woodmizer Lt15). De stammen dienen eerst recht te worden gezaagd (vierkant/ rechthoekig), alvorens de stammen tot planken kunnen worden verzaagd. Het hangt van de dikte van de stam af hoeveel planken er uit kunnen worden gezaagd. De bomen worden niet zoals in een productiebos op geschiktheid geselecteerd. Dit betekent dat het aantal planken per boom bijzonder variabel is. In deze case wordt uitgegaan van:

- Een boomstam met een diameter van 0,80 meter dient eerst vierkant te worden gezaagd. plank 20 cm hoog 2 cm dik 10% zaagverlies. Stam rond 80 cm vierkantzagen; 50 planken 20 cm hoog en 25 planken 14 cm hoog. Stam 4 m¹ 693 kg planken en 392 kg afval dichtheid 540 kg.m³, 14 cm hoog planken worden ook in oever gebruikt. Uitgangspunt: 75 planken van 4 m¹

Het maken van de delen

De planken worden op lengte gezaagd en, afhankelijk van de constructie op draagplanken vastgeschroefd, of per plank in de oever gemonteerd. Dit kan zowel op het terrein van GKB REALISATIE te Barendrecht gebeuren, als op locatie. In deze case worden de delen in Barendrecht samengesteld.

- Alle planken worden op lengte gezaagd en geschroefd of gespijkerd op verticaal geplaatste planken. In dit geval wordt er uit gegaan van planken van 10 cm breed Azobé.
- Een schot van 100 cm hoog met 40 cm onder de waterlijn en 60 cm boven de waterlijn zijn er drie planken Azobé á 20 cm breed, en twee planken regionaal hout voor onder de waterlijn. Zacht hout dient tenminste 10 cm onder de waterlijn te zijn geprojecteerd.

Het plaatsen van de schotten.

De palen en de delen worden met behulp van een hydraulische kraan geplaatst. Na plaatsing worden de schotten verankerd. Bovendien verricht de kraan ook allerlei andere werkzaamheden t.b.v. het realiseren van een oeverbescherming.

- Hydraulische kraan; 20% van het verbruik bij volle belasting (load and carry). Uitgangspunt is 60 meter oeverbescherming per werkdag.
- De oeverbescherming wordt op zijn plek gehouden door palen. Er is uitgegaan van palen van 10*10*300 cm Azobé. De hart op hart afstand van de palen is 100 cm

Natuurvriendelijke oever.

Voor de natuurvriendelijke oever worden hele boomstammen gebruikt. De bomen zijn afkomstig uit Rotterdam. De bomen worden met behulp van een hydraulische kraan geplaatst, waarna deze verankerd worden middels houten palen..

- Zagen boom in Rotterdam: Voor deze case worden een boom met een diameter van 60 cm geplaatst in de oever. Dit geeft een totaal hoogte van 60cm, en is daarmee te vergelijken met een schot met een hoogte van 60cm. Verder wordt uitgegaan van 40 cm onder de waterlijn en 20cm boven de waterlijn. Bovendien worden er palen van 1,80 meter gebruikt (Azobé 10*10*180 cm).
- Gatens boren t.b.v het doorsteken van de palen in de boomstam (zie onderstaande afbeelding). Hart op hart afstand van de palen is 2 meter.
- Transport in Rotterdam: 14,5 km
- Plaatsen boom in de oever (inclusief voorbereiding en afwerking) met hydraulische kraan: 60 meter per dag en 20% van het verbruik bij volle belasting (load and carry).

Beheer en onderhoud Natuurvriendelijke oever

- Twee tussentijdse vervangingen: plaatsen- en verwijderen met hydraulische kraan en afvoer van de verwijderde boom.
- Hydraulische kraan; 20% van het verbruik bij volle belasting (load and carry). Uitgangspunt is 60 meter oeverbescherming per werkdag.



Einde levensduur

Voor het verwijderen van de planken oeverbescherming of de natuurlijke oeverbescherming worden dezelfde processen gehanteerd.

- Hydraulische kraan; 20% van het verbruik bij volle belasting (load and carry). Uitgangspunt is 60 meter oeverbescherming per werkdag.
- Naar composteerinrichting; geen kilometers. Deze zitten in het Econinvent proces “compost at plant” CH/U opgenomen.
- Voor verbranding: transport naar GKB REALISATIE te Barendrecht.

In geval van composteren

- Econinvent proces: Compost, at plant/CH U.

In geval van verbranden

- Econinvent proces: Heat, wood pellets, at furnace 50kW/CH U en voor de vermeden fossiele brandstof: Heat, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW/RER U.

2.5 De berekende CO₂ profielen

De inventarisatie uit paragraaf 2.3 en 2.4 leidt tot de volgende kwantificering aan CO₂ emissies:

CO₂ emissies van de houtwinning tot en met transport naar GKB REALISATIE Barendrecht.

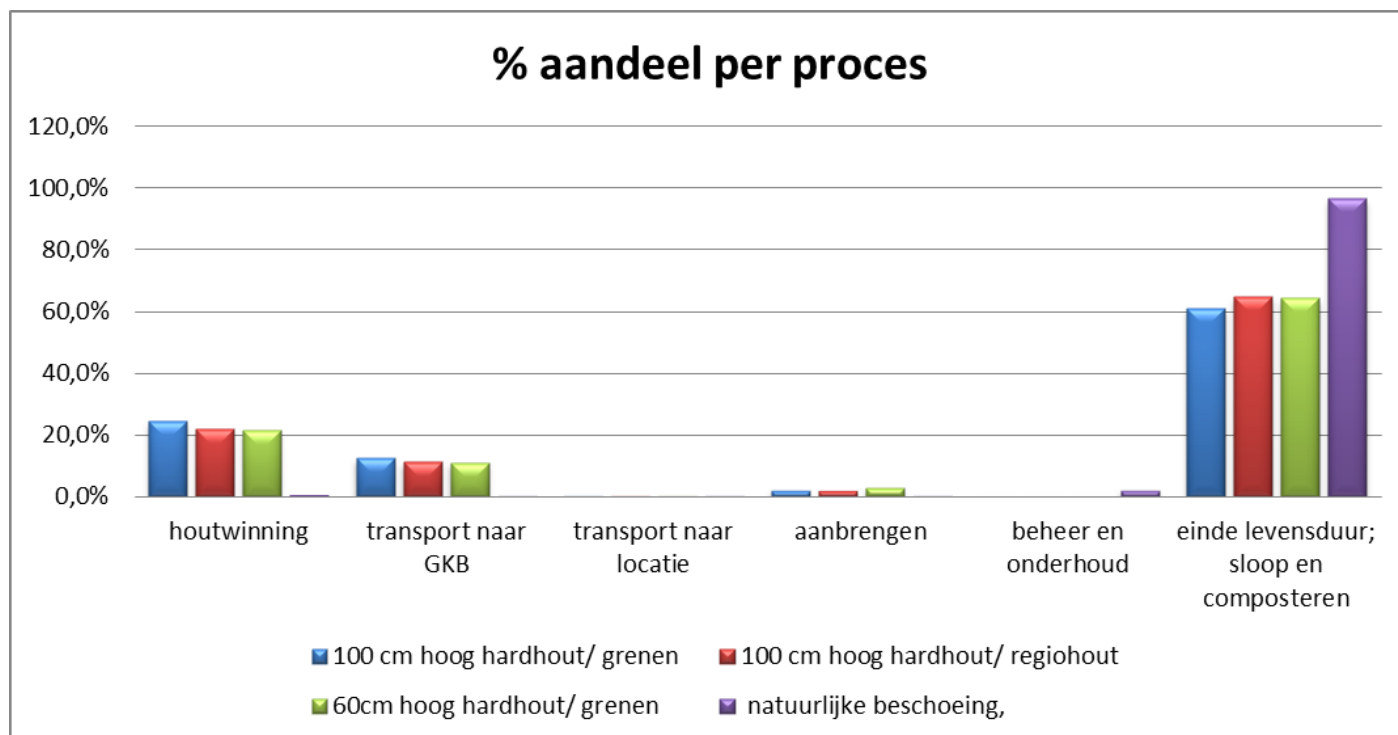
CO ₂ emissies per levenscyclusfase	houtwinning	transport naar GKB	transport naar locatie	aanbrengen	
gram CO₂					
100 cm hoog hardhout/ grenen	18019	9214	214	1531	
100 cm hoog hardhout/ regiohout	17517	9052	214	1531	
60cm hoog hardhout/ grenen	10972	5677	130	1531	
natuurlijke beschoeiing, 60cm hoog.	3597	1851	704	1531	
CO ₂ emissies per levenscyclusfase	beheer en onderhoud	einde levensduur; sloop en composteren	einde levensduur; sloop en verbranden	totale levencyclus inclusief composteren	totale levencyclus inclusief verbranden
gram CO₂					
100 cm hoog hardhout/ grenen	0	44995	-7987	73973	20991
100 cm hoog hardhout/ regiohout	0	51792	-8652	80106	19663
60cm hoog hardhout/ grenen	0	32834	-3087	51144	15222
natuurlijke beschoeiing, 60cm hoog.	12306	579224	-341330	599213	-321340

*beheer en onderhoud bij natuurlijke beschoeiing zijn alleen de werkzaamheden weergegeven voor de tussentijdse vervangingen. Het composteren/ verbranden van de tussentijdse vervangingen zijn gerekend bij einde levensduur.

De diverse procesonderdelen zijn procentueel als volgt verdeeld:

Einde levensduur met composteren

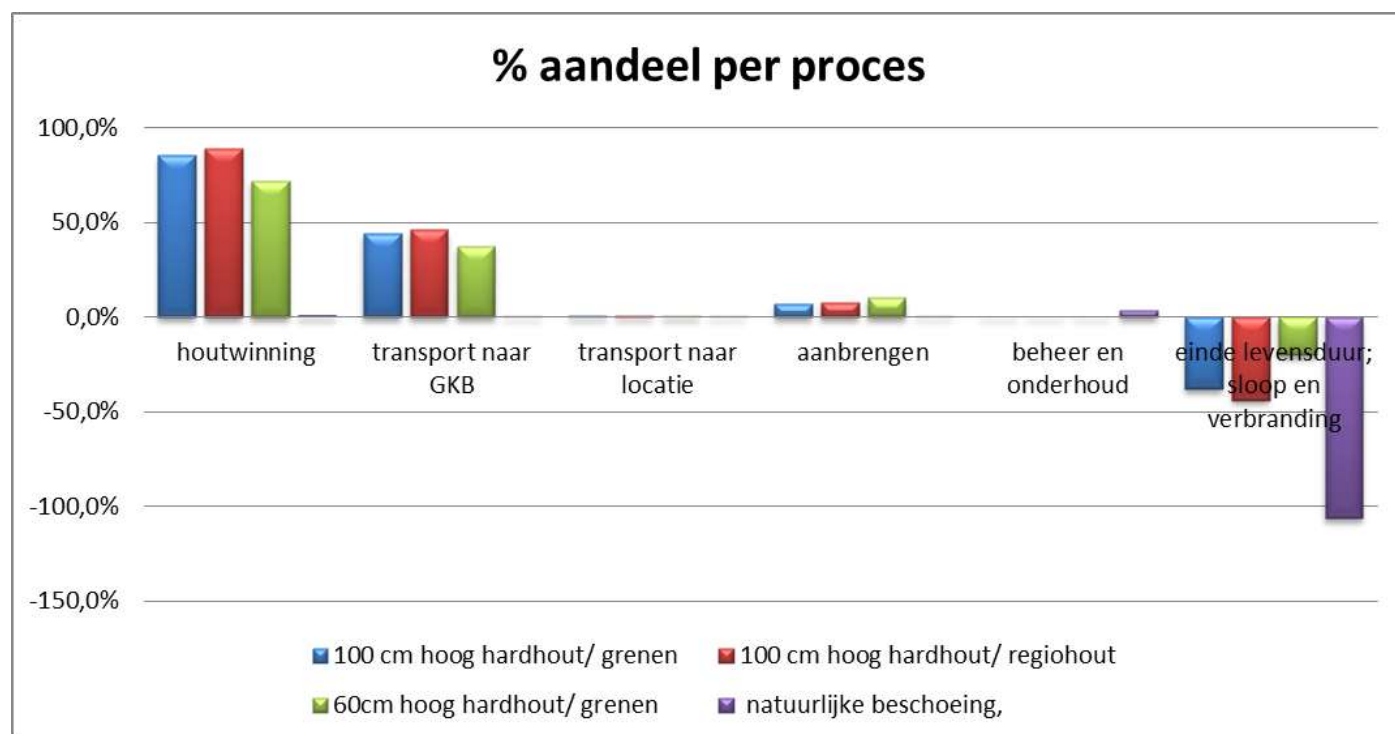
CO2 emissies per levenscyclusfase	houtwinning	transport naar GKB	transport naar locatie	aanbrengen	beheer en onderhoud	einde levensduur; sloop en composteren	totaal
gram CO2							
100 cm hoog hardhout/ grenen	24,4%	12,5%	0,3%	2,1%	0,0%	60,8%	100,0%
100 cm hoog hardhout/ regiohout	21,9%	11,3%	0,3%	1,9%	0,0%	64,7%	100,0%
60cm hoog hardhout/ grenen	21,5%	11,1%	0,3%	3,0%	0,0%	64,2%	100,0%
natuurlijke beschoeing,	0,6%	0,3%	0,1%	0,3%	2,1%	96,7%	100,0%



Einde levensduur met verbranding in verwarmingsinstallatie.

CO2 emissies per levenscyclusfase	houtwinning	transport naar GKB	transport naar locatie	aanbrengen	beheer en onderhoud	einde levensduur; sloop en verbranding	totaal
gram CO2							
100 cm hoog hardhout/ grenen	85,8%	43,9%	1,0%	7,3%	0,0%	-38,1%	100,0%
100 cm hoog hardhout/ regiohout	89,1%	46,0%	1,1%	7,8%	0,0%	-44,0%	100,0%
60cm hoog hardhout/ grenen	72,1%	37,3%	0,9%	10,1%	0,0%	-20,3%	100,0%
natuurlijke beschoeing,	1,1%	0,6%	0,2%	0,5%	3,8%	-106,2%	-100,0%

*Door de massa en aantal vervangingen van de natuurlijke oever in de cyclus van 30 jaar wordt er door verbranding veel energie geleverd, dit resulteert in een negatieve CO₂ balans.



2.6 invloedfactoren voor het CO₂ profiel van oeverbescherming

Deze ketenanalyse biedt inzicht in de processen die nodig zijn voor het realiseren van oeverbescherming constructies, zoals beschreven in dit onderzoek. Deze analyse levert daarmee de volgende dominante invloedfactoren:

- *Transportafstand van het aan te voeren hout.* Azobé komt helemaal uit Kameroen, bovendien is Azobé bijna twee maal zo zwaar als naaldhout. Afgezien van de transportafstand moet er voor hetzelfde volume bijna twee maal zoveel gewicht worden vervoerd. Naaldhout wordt betrokken uit bossen in Europa (veelal Zweden/ Finland). Regionaal gewonnen hout daar in tegen komt uit de buurt. Ter illustratie, de onderstaande tabel.

Gram CO₂ per plank 20 x 2 x 100cm;

Scandinavisch naaldhout (Zweden)	282
Azobé uit Kameroen	1590
Zeetransport Azobé naar Rotterdam	746
Zeetransport Scandinavisch naaldhout naar Rotterdam	41

- *Regionaal hout komt vrij bij Stads- en landschapsbeheer.* Het rooien van bomen heeft in dit geval een andere oorzaak dan houtwinning, hierdoor levert het rooien geen CO₂ emissie die wordt toegekend aan de oeverbescherming.
- *Het realiseren van de oeverbescherming.* Afhankelijk van de beschouwde constructie leveren de activiteiten van GKB REALISATIE een bijdrage van ten hoogste 11% aan CO₂ emissies.
- *De levensduur van natuurvriendelijke oevers.* Natuurvriendelijke oevers kennen een kortere levensduur dan de oeverbescherming met hardhout op de waterlijn. Er zijn twee vervangingen nodig in 30 jaar, terwijl een oeverbescherming met hardhout op- en boven de waterlijn een levensduur kent van 30 jaar. Dit leidt ertoe er binnen 30 jaar nog twee exercities aan verwijderen en plaatsen benodigd zijn.
- *Afvalbehandeling.* Het maakt heel veel uit of de afgedankte oeverbeschermingen gecomposteerd worden of als energiebron worden toegepast. Dit heeft twee oorzaken: 1) door afgedankt hout als energiebron wordt de inzet van fossiele brandstof vermeden. 2) bij composteren vinden er emissies van broeikasgas plaats (o.a. methaan). Op de totale CO₂ balans is het afvalscenario zeer sterk van invloed. Bij natuurlijke oevers wordt bij verbranding zelfs meer CO₂ vermeden dan uitgestoten. Bij composteren is dit echter andersom, en levert de natuurlijke oever in dat geval de grootste CO₂ emissie. De reden voor de enorme verschillen met de planken oeververdediging zit in de tussentijdse vervangingen en bovenal door de veel grotere massa door inzet van gehele boomstammen.

3. Conclusies

Deze ketenanalyse laat zien dat er een aantal aspecten in de keten zijn die van invloed zijn op de uitstoot van CO₂, en waarop GKB REALISATIE van invloed kan zijn.

- De inzet van eigen materieel (GKB REALISATIE) draagt in alle gevallen minder dan 11% aan de CO₂ emissies bij. Hierbij opgemerkt dat dit aandeel sterk afhankelijk is van de massa aan hout die wordt ingezet (zie de natuurlijke oeverbescherming).
- Door inzet van FSC gecertificeerd hout wordt de emissie van lang cyclisch biogeen CO₂ vermeden.
- Het inzetten van afgedankte oeverbeschermingen als brandstof leidt tot sterk gereduceerde CO₂ emissies ten aanzien van composteren. Vooral de emissie van methaan (CH₄) wordt hierdoor vermeden. Vooral bij de natuurlijke oeverbescherming is deze keus van substantieel belang.
- In de oorspronkelijke situatie wordt regiohout (De kwaliteit die alleen nog geschikt is voor o.a. oeverbescherming) na rooien verbrand in verwarmingsinstallaties. De winst door inzet in oeverbeschermingen moet bij verbranding na einde levensduur daardoor wel worden genuanceerd. Maar het geeft wel aan dat, indien composteren vermeden wordt, de inzet van regiohout in oeverbeschermingen een positieve bijdrage levert in het reduceren van CO₂ uitstoot op het realiseren en in standhouden van houten oeverbescherming.

Conclusies ten aanzien van de aspecten in het GHG protocol (§1.3)

- Relevantie: Uit de analyse van de bedrijfsactiviteiten ten aanzien van CO₂ emissies komt naar voren dat het realiseren van oeverbescherming behoort tot één van de twee meest materiële emissies van GKB REALISATIE
- Mogelijkheden tot kostenbesparing: Hout uit de regio komt beschikbaar door het rooien van bomen in de regio. GKB REALISATIE kan daardoor inkoop van hout uit reguliere bronnen vermijden.
- Voorhanden zijnde informatie uit betrouwbare bronnen: Deze ketenanalyse is gebaseerd op gegevens van GKB REALISATIE en literatuur.
- Potentiele reductiebronnen:
 - 1) Door inzet van regionaal gewonnen hout wordt transport van naaldhout elders uit Europa vermeden.
 - 2) Door FSC gecertificeerd hout wordt emissie van lang cyclisch biogeen CO₂ vermeden.
 - 3) Het vermijden van composteren van afgedankte oeverbeschermingen.
- Beïnvloedingsmogelijkheden:
 - 1) GKB REALISATIE heeft de mogelijkheid het ontwerp van de constructies te beïnvloeden door het aandragen van inzet van regionaal verkregen hout.
 - 2) GKB REALISATIE kan bij sloop van oude houten oeverbeschermingen de mogelijkheden bekijken voor verbranding van het restmateriaal voor bijvoorbeeld verwarming.

Besparingsdoelstellingen

In deze ketenanalyse zijn een aantal aspecten naar voren gekomen die bijdragen aan het formuleren van CO₂ besparingsdoelstellingen voor G.K.B..

- GKB REALISATIE kan besparingsdoelstellingen vaststellen aan de hand van de mogelijkheid om het afvalscenario te beïnvloeden.
- GKB REALISATIE kan besparingsdoelstellingen vaststellen aan de hand van de mogelijkheid om de CO₂ uitstoot door het eigen materieel te verminderen. In geval van 10% CO₂ reductie door het eigen materieel resulteert dit in maximaal +/- 1% CO₂ reductie op de werkzaamheden met betrekking tot de in dit onderzoek behandelde oeverbeschermingen.

Geraadpleegde literatuur

SBK, 2011; *Bepalingsmethode milieuprestatie van gebouwen en gww werken*

ISO 14040-2006; *environmental management -lifecycle assessment- principles and framework*

SKAO, 2011; *CO₂ prestatieladder. Generiek Handboek versie 2.1*

Ecoinvent, 2010; *Ecoinvent 2.2*

Centrum Hout, 2005; *Bomen over Azobé*

Sawmill & Woodlot, ?; *review of the Woodmizer LT-15*

NEN-EN-ISO 14064-1, 2006; *Greenhouse gases- part 1:...*

Geraadpleegde internet sites:

<http://www.vanmeekeren.nl/rijplaten.html>

<http://www.soortelijkgewicht.com/vaste-stoffen/staal>

<http://www.searates.com>

<http://www.hardenzacht hout.nl/producten>

<http://www.gwwmaterialen.nl/soortelijk-gewicht-materialen/>

<http://www.bouwmachines.nl>

<http://www.co2opslag.nbvt.nl/motivatie> "TC 175 WI 001175146 - Wood and wood based products - Calculation of sequestration of atmospheric carbon dioxide - Paragraaf 5 Calculating carbon dioxide sequestration" van NEN te Delft (www.nen.nl).

vraag (e-mail) op het gebied van de levensduur van natuurlijke oevers:

Dhr. J. Verkerke Gemeente Rotterdam (Deelgebied Kralingen).