

## Projectplan

### Recell<sup>®</sup> vanuit de rwzi als grondstof voor de industrie



**Gebaseerd op methodedocument:** Tertiaire cellulose, grondstof voor bouw, infra en chemie

**Indiener:** Recell Group B.V.

**Datum:** 7-7-2023

## Inhoud

Informatieblad.....	3
1 Beschrijving project .....	4
1.1 Inleiding .....	4
1.2 Beschrijving projecttype.....	4
2 Additionaliteit van de emissiereductie.....	5
3 Bepaling van de projectgrens.....	6
3.1 Structuur methodedocument .....	8
4 Vaststelling van de baseline voor het project .....	9
4.1 Levenscyclusfase 1: Afvalverwerkingsproces reststroom cellulose (1A) .....	10
4.1.1 Onderdeel 1A: Afvalverwerking .....	10
4.2 Levenscyclusfase 2: Cellulose voor de cellulosemarkt .....	11
4.3 Totale impact baseline .....	12
5 Bepaling van de emissies vanwege het project.....	13
5.1 Onderdeel 1B: Tertiaire cellulose productieproces .....	14
5.2 Totale impact project .....	15
6 Bepaling van de emissiereductie door het project .....	16
7 Plan voor monitoring van de projectvoortgang en emissiereductie.....	17
8 Omgaan met risico's dat emissiereductie niet wordt behaald .....	20
9 Literatuur.....	21
10 Bijlagen .....	22
10.1 Bijlage 1: Bronnen en broeikasgassen uit methodedocument. ....	22
10.2 Bijlage 2: Baseline Onderdeel 1: Verbranding.....	24

## Informatieblad

<b>Naam Project</b>	Recell <sup>®</sup> als grondstof voor de industrie
<b>Projectpartijen</b>	Recell Group B.V. Agora 4, 8934 CJ Leeuwarden <a href="https://recell.eu/nl/">https://recell.eu/nl/</a>
<b>Penvoerder</b> Contactgegevens:	Recell Group B.V. Yme Flapper <a href="mailto:Y.flapper@recell.eu">Y.flapper@recell.eu</a> 0850 711 925
<b>Datum indienen Projectplan</b>	7-7-2023 (27-10-2022 project geregistreerd)
<b>Datum start Project</b>	13-7-2022
<b>Validator</b>	Arthers Energieadvies (Chris Arthers)
<b>Validatiedatum</b>	.....
<b>Versie methodedocument</b>	3-1-2023 V13
<b>Projectlocatie</b>	Nederland
<b>Looptijd Project</b>	10 jaar
<b>Verwachte Project CO<sub>2</sub>-emissiereductie</b>	<b>3.465</b> ton (productie*CO <sub>2</sub> *jaar=700*0,49*10)

## 1 Beschrijving project

### 1.1 Inleiding

Cellulose is een belangrijke grondstof in onze economie. Het is het meest bekend als vezels in papier, maar het wordt ook in allerlei andere producten verwerkt, waaronder verf, gipsplaten, composieten, asfalt, incontinentiemateriaal en cosmetica.

Tertiaire cellulose is een hoogwaardig celluloseproduct dat wordt geproduceerd uit afval- en reststromen en dat in de plaats van nieuwe geproduceerde (primaire) cellulose kan worden gebruikt. Dit leidt tot reductie van broeikasgasemissies die gepaard gaan met productie van primaire cellulose. Dit methodedocument beschrijft voor verschillende stadia in de productie en toepassing van tertiaire cellulose als tussenproduct hoe de emissiereductie uit te rekenen en vast te stellen.

### 1.2 Beschrijving projecttype

Cellulose is afkomstig van bomen (primaire bron). Het hout wordt door de pulpindustrie ontdaan van lignine en hemicellulose, waarna cellulosepulp resteert voor de productie van bijvoorbeeld papier. Na gebruik wordt cellulose (papier) vaak gerecycled (secundaire bron, secundaire cellulose); in Nederland wordt zo'n 80% van het papier opnieuw gebruikt. In de rest van Europa ligt dat cijfer lager. Het resterende deel komt terecht in communaal en industrieel afval, zoals luiers, tissues, toiletpapier, drankenkartons en restanten van andere recyclingprocessen (bijvangst bij inzameling van o.a. plastics, glas, bouwmaterialen). Deze fractie wordt aangeduid als Tertiaire Cellulose en heeft in Nederland een omvang van meer dan één miljoen ton droge stof per jaar.



FIGUUR 1: SAMPLE TERTIAIRE CELLULOSE VEZELS  
GEWONNEN UIT EEN RIOOLWATERZUIVERING

De tertiaire cellulose gebruikt in dit project is afkomstig uit een rioolwaterzuivering (rwzi). De pulpindustrie heeft het hout ontdaan van lignine en hemicellulose, waarna cellulosepulp resteert voor de productie van wc-papier. Dit wc-papier komt in het rioolwater terecht en wordt d.m.v. het Cellvation proces opgewerkt tot een functionele grondstof genaamd Recell®. Het opwerken van deze bron naar een gestandaardiseerd cellulose product is operationeel op rioolwaterzuivering (rwzi) Leidsche Rijn in Utrecht. Recell® kan worden toegepast in de sectoren bouw, infra en chemie. In dit project wordt Recell® toegepast in de infra sector. Met het aanwenden van tertiaire cellulose voor productie van goederen en chemicaliën wordt een significante duurzaamheidsbijdrage gerealiseerd:

1. De restanten worden niet verbrand, waardoor broeikasgasemissie i.v.m. verbranding wordt vermeden. Tijdens het verbranden wordt er weliswaar energie opgewekt, maar doordat de reststromen veel vocht bevatten is de netto energieopbrengst nihil.
2. Toepassing van tertiaire cellulose vermindert de vraag naar primaire en secundaire cellulose grondstoffen (vanuit bosbouw en reguliere recycling). Bij het gebruik van tertiaire cellulose in de bouw- en infrasector wordt inzet van primaire en secundaire cellulose voor dat deel vermeden. In al deze toepassingen worden emissies i.v.m. primaire en secundaire processen gereduceerd.

## 2 Additionaliteit van de emissiereductie

Het methodedocument is zeer recent, op 7-7-2023, vastgesteld en daarbij is ook de additionaliteit getoetst. De conclusie is dat het positieve koolstofeffect van tertiaire cellulose binnen het huidige beleidsregime als additioneel mag worden aangemerkt. Omdat de beleidscontext voor tertiaire cellulose aan verandering onderhevig kan zijn, moet een periodieke evaluatie op additionaliteit worden gedaan.

Naast beleidsadditionaliteit wordt additionaliteit ook getoetst aan de common practice, dat wil zeggen de mate waarin de maatregel al gangbare praktijk is in Nederland. Er draait momenteel een pilotinstallatie waarbij zo'n 8 ton per jaar wordt geproduceerd (SMART-Plant 2022). In 2022 is er nog geen sprake van grotere productieschaal, waarmee ruimschoots aan de gestelde marktaandeelgrens (SNK) van 20% wordt voldaan. Uitgaande van waterzuiveringsinstallaties als bron van tertiaire cellulose zou deze grens van 20% bij zo'n 30 tot 35 projecten worden bereikt (STOWA 2020-01).

Projectplannen ontwikkeld volgens het methodedocument 'tertiaire cellulose' kunnen uitgaan van een projectduur van 10 jaar. Deze kan mogelijk verkort worden n.a.v. ontwikkelingen in vigerend beleid (zie de regel "Additionaliteit van emissiereducties").

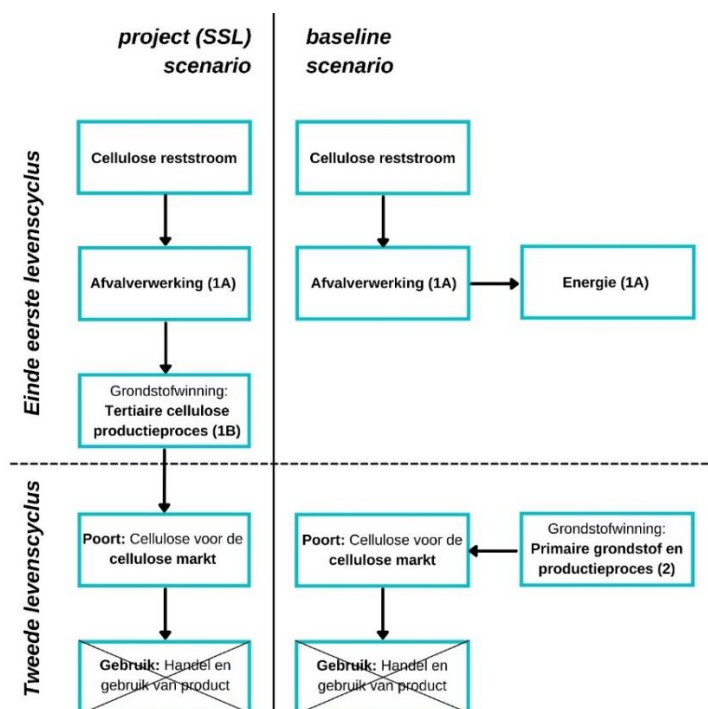
### 3 Bepaling van de projectgrens

Tertiaire cellulose heeft zowel aan de bronzijde als aan de toepassingszijde van de beoogde keten impact op broeikasgasemissies. Om de CO<sub>2</sub> prestatie van maatregelen o.b.v. tertiaire cellulose te kunnen vaststellen wordt de impact over de gehele keten beschouwd. Als leidraad wordt in het methodedocument gebruik gemaakt van het RIVM-model uit het (SSML) rapport 'Creating Safe and Sustainable Material Loops in a Circular Economy' (RIVM 2019).

De functionele eenheid in dit project is: 1 ton cellulose(pulp) in de Europese papier- en pulpindustrie. De bronnen en broeikasgassen zoals vermeld in tabel 1 van het methodedocument (zie bijlage 1) worden gehanteerd.

Het enige verschil met het methodedocument is dat in het methodedocument is aangegeven dat transport van cellulosegrondstoffen buiten de scope worden gehouden. Cellulosegrondstoffen voor de bouw en infrasector zoals Project deze produceert, worden bij de Baseline voor de Nederlandse markt vooral vanuit het buitenland (o.a. Duitsland) geïmporteerd, en dit is lastig te kwantificeren. Echter is het in dit project erg overzichtelijk waar het materiaal vandaan komt en wordt dit wel meegenomen.

In dit project gaat het om de reststroom cellulose(i), wordt regulier cellulose vervangen (ii) en loopt de systeemgrens van grondstofwinning tot gebruiksfase, aangezien deze opvolgende fasen gebruiks- en eindgebruiksfase<sup>1</sup> voor beide celluloseketens vergelijkbaar zijn (iii), (zie figuur 2).



FIGUUR 2: SYSTEEMOVERZICHT INCLUSIEF PROJECTGRENZEN OP BASIS VAN VEREENVOUDIGING VAN DE SSML METHODE VAN HET RIVM. LINKS HET PROJECT EN RECHTS DE BASELINE BEIDEN VOOR DE EERSTE EN TWEDE LEVENSCYCLUS [RIVM, 2019]

<sup>1</sup> De gebruiksfase is de fase waarin het product verhandelt en gebruikt wordt en eindgebruiksfase is de verwijdering, zoals storten of verbranden, van het product

Dit betekent dat er in het methodedocument zowel in de baseline als in het project wordt gestart met dezelfde cellulose reststroom afkomstig uit de rioolwaterzuivering Leidsche Rijn. Deze tertiaire cellulose gaat in de baseline richting de afvalverwerking in de vorm van verbranding. In het project gaat de tertiaire cellulose naar het tertiaire cellulose productieproces in de vorm van het Cellvation proces (einde eerste levenscyclus). Hierbij wordt alleen het cellulose dat uiteindelijk opgewerkt wordt tot tertiaire cellulose in de reststroom meegenomen.

In de tweede levenscyclus wordt er in de baseline en het project geëindigd met een cellulose grondstof geschikt voor de cellulosemarkt op locatie van toepassing. Vanuit de baseline wordt deze cellulose grondstof geproduceerd uit houtige biomassa en getransporteerd vanuit Zuid-Duitsland. Vanuit het project wordt deze cellulose geproduceerd d.m.v. het Cellvation proces en getransporteerd vanuit Noord-Nederland. De tertiaire cellulose grondstof vervangt hiermee 100% een primaire grondstof in dit geval cellulose. Hierbij wordt de vraag naar primaire grondstoffen verlaagd. Hierbij geldt de Europese cellulosemarkt als basis.

In dit projectplan wordt de levenscyclus van tertiaire cellulose in twee fasen onderscheiden:

**1. Afvalverwerkingsproces (eerste levenscyclus)**

- A. Afvalverwerkingsproces: emissies i.v.m. afvalverwerking (impact baseline)
- B. Tertiaire cellulose productieproces: emissies i.v.m. opwerking reststroom tot tertiaire cellulose (impact project)

**2. Cellulose voor toepassing in de cellulosemarkt (tweede levenscyclus)**

- Primaire cellulose productieproces: emissies i.v.m. opwerking van houtige biomassa tot cellulose (impact baseline)

Zoals hierboven aangegeven bestaat de baseline uit 2 componenten (1A en 2). Het project bestaat uit 1 component (1B). In de baseline is er namelijk geen tertiaire cellulose productieproces, aangezien hier geen tertiaire cellulose wordt opgewerkt. Daarnaast zijn in de baseline primaire grondstoffen nodig om de grondstoffenbalans gelijk te houden. Het project bestaat alleen uit het tertiaire cellulose productieproces, aangezien het tertiaire cellulose hier opgewerkt wordt tot cellulose, is er geen afvalverwerkingsproces, primaire grondstoffen of productieprocessen nodig.

De startdatum van dit project is het moment waarop de overeenkomst, voor het bouwen van de installatie, is getekend (13-7-2022). Er is een misverstand geweest over de startdatum aangezien voorheen de datum van de oplevering van de installatie werd aangehouden, omdat dat destijds de strekking van het methodedocument was. Daarom is het projectplan abusievelijk te laat bij SNK geregistreerd. Echter is een aantal jaren geleden gestart met het verkrijgen van de koolstofcertificaten via SNK voor dit project, voordat de overeenkomst voor het bouwen van de installatie was ondertekend. Het proces van het methodedocument was om die reden ook al eerder gestart. Voor regels over de start van het project wordt verwezen naar de SNK-regel "Proces van projectplan tot uitgifte van certificaten".

### 3.1 Structuur methodedocument

Voor het baseline-scenario worden deze cycli ook onderscheiden met bepaling van emissies, waardoor per onderdeel twee waarden voor de CO<sub>2</sub>-emissies worden gevonden: bijvoorbeeld 1A<sub>baseline</sub> en een 1A<sub>project</sub>. Het verschil tussen de waarden door de keten heen bepaalt de emissiereductie als gevolg van het project. In de tabel hieronder zijn de te verkrijgen onderdelen weergegeven.

TABEL 1. TE VERKRIJGEN CO<sub>2</sub>-IMPACT WAARDES PER ONDERDEEL 1 EN 2

Onderdeel	Baseline-emissies	Project-emissies	Vershil = netto emissiereductie
<b>1 Verwerkingsproces (Einde eerste levenscyclus)</b>			
1A Afvalverwerkingsproces		NVT	
1B Tertiaire cellulose productieproces	NVT		
<b>2 Cellulose voor de cellulosemarkt (Tweede levenscyclus)</b>			
Productieprocessen		NVT	
<b>Totaal</b>			

De gedefinieerde onderdelen worden in dit methodedocument verder aangeduid zoals hierboven weergegeven. In hoofdlijnen zijn de verschillen tussen Baseline en Project te duiden zoals beschreven in tabel 2.

De groene delen worden voor de baseline ingevuld in H4 en voor het project in hoofdstuk H5. De witte delen zijn niet van toepassing (NVT). In H6 wordt de netto emissiereductie (=verschil) uitgewerkt.



## 4 Vaststelling van de baseline voor het project

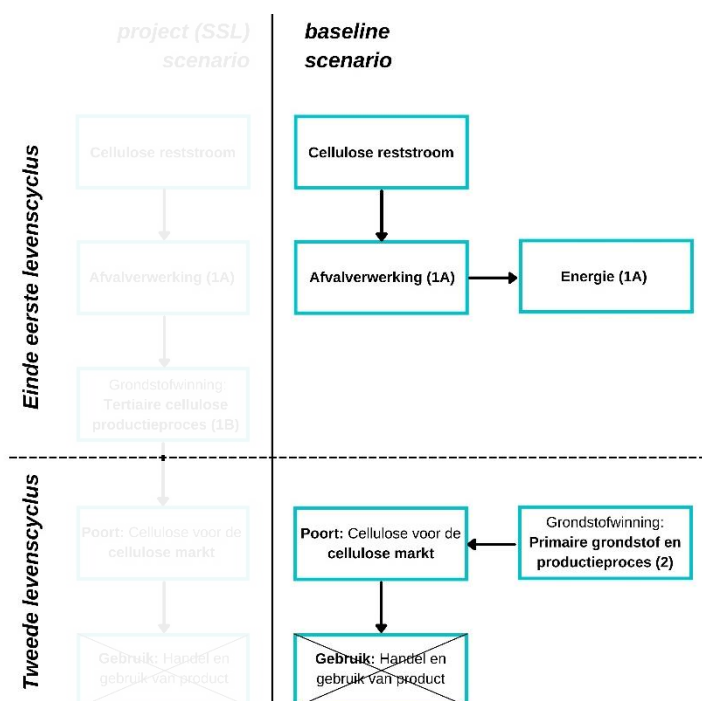
Recell Group B.V. is de projecteigenaar van het project. De baseline wordt in de hoofdstuk voor de eerste en tweede levenscyclus beschreven. De baseline bestaat uit de volgende onderdelen:

### 1. Afvalverwerkingsproces (eerste levenscyclus)

- A. Afvalverwerkingsproces: emissies i.v.m. afvalverwerking (impact baseline)
- B. N.V.T.

### 2. Cellulose voor toepassing in de cellulosemarkt (tweede levenscyclus)

- Primaire cellulose productieproces: emissies i.v.m. opwerking van houtige biomassa tot cellulose (impact baseline)



FIGUUR 3: SYSTEEMOVERZICHT BASELINE SCENARIO [SSML RAPPORT RIVM, 2019]

#### 4.1 Levenscyclusfase 1: Afvalverwerkingsproces reststroom cellulose (1A)

De huidige situatie bij rioolwaterzuivering (rwzi) Leidsche Rijn is de terugwinning van tertiaire cellulose uit het influent van de rwzi. Dit wordt gedaan om de belasting van de zuivering te verlagen en daarmee haar capaciteit te verhogen. Er is in de baseline al tertiaire cellulose in ruwe vorm aanwezig, dit wordt momenteel nog als afval gezien. Deze tertiaire cellulose wordt via een trommelzeef uit het influent gefilterd en daarna wordt dit ontwaterd tot een droge stof van ~23%. Dit materiaal wordt over de weg getransporteerd naar een afvalverwerker in Nederland. Op de eerste locatie wordt het materiaal gedroogd waarna het naar de energiecentrale wordt getransporteerd. De energiecentrale betreft verbranding met energiewinning, echter door de natte reststroom is de netto energieopbrengst 0.

##### 4.1.1 Onderdeel 1A: Afvalverwerking

In de baseline geldt dat de cellulose (de beoogde tertiaire cellulose bron) wordt verwerkt als afval in een afvalverwerkingsproces. De impact van de verbranding is verder uitgewerkt in bijlage 2. De impact van deze totale afvalverwerking wordt als volgt berekend per ton verwerkte cellulose; de projectberekening is hieronder opgenomen:

$$Impact_{1A} = \text{Procesenergie} * \text{emissie} + \text{Hulpstoffen} * \text{emissie} + \text{Transportgebruik} * \text{emissie} + \text{Verbranding} * \text{emissie}$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Impact_1A	tCO <sub>2</sub> -e	Totale impact voor onderdeel 1A: Afvalverwerkingsproces
Procesenergie	tCO <sub>2</sub> -e	Aangezien het proces om tertiaire terug te winnen uit de rwzi al is geplaatst en daarmee het tertiaire cellulose niet het traditionele afvalwerkingsproces doorloopt is de impact hiervan 0.
Hulpstoffen	tCO <sub>2</sub> -e	Aangezien het proces om tertiaire terug te winnen uit de rwzi al is geplaatst en daarmee het tertiaire cellulose niet het traditionele afvalwerkingsproces doorloopt is de impact hiervan 0. Er worden tevens in het proces geen hulpstoffen toegevoegd.
Transportgebruik	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de energie/grondstof die het kost om de cellulose te transporteren naar de verdere verwerkingslocatie. In dit project is dit het transport van Leidsche Rijn naar Zutphen. Het gaat hierbij om een afstand van 101 km per enkele reis en een volume van 3.182 ton per jaar. Dit volume is vooral water (700 ton/22% drogestof). De container is 30 m <sup>3</sup> en bevat 12 ton. De container wordt leeg terug geleverd (hier wordt niet mee gerekend, aangezien dit al in de EcoInvent database wordt meegenomen). In Zutphen wordt het materiaal gedroogd tot 65% ds en naar een energiecentrale getransporteerd voor verbranding. Dit betreft zo'n 100 km transport afstand. Emissie van transportgebruik is te vinden in EcoInvent database v3.6: Euro6 vrachtauto (7,5-16 ton) met 0,21 kg CO <sub>2</sub> /t*km.
Verbranding	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de emissie voor de verbranding van de tertiaire cellulose in de afvalstroom. Belangrijke parameters zijn de thermische energie voor het drogen, de emissies die vrijkomen bij de verbranding en de energie opbrengst van de verbranding. Dit is verder uitgewerkt in bijlage 2.

De waardes en bronnen voor deze berekening dienen tot stand te komen op basis van erkende LCA-software (Ecochain) en actuele databases/bronnen, denk aan EcoInvent, PBL en IPCC.

Dit resulteert in een impact voor onderdeel 1A van:

$$Impact_{1A} = 0 + 0 + (101 * 0,21/1000/22\% + 100 * 0,21/1000/65\%) + 0,06 = 0,19 \text{ ton } CO_2$$

## 4.2 Levenscyclusfase 2: Cellulose voor de cellulosemarkt

In de baselinesituatie moet er een reguliere cellulose beschikbaar worden gemaakt voor de cellulosemarkt. Reguliere cellulose wordt door de pulpindustrie geproduceerd uit houtige biomassa afkomstig van bosbouw en uit houtige reststromen. De Nederlandse gebruikte cellulose wordt vrijwel geheel geïmporteerd (CBS, 2018), (CEPI, 2020). Voor berekening van de impact van onderdeel 2 wordt daarom gekeken naar de Europese cellulosemarkt. Hierbij wordt alleen de impact van de productieprocessen meegenomen, waarbij cellulose voor de markt vanuit houtige biomassa wordt geproduceerd. De impact van het gebruik van de grondstoffen (houtige biomassa) wordt buiten beschouwing gelaten. Redenen hiervoor zijn dat 1) niet aantoonbaar gemaakt kan worden dat de houtachtige biomassa specifiek aangewend wordt voor de productie van cellulose en 2) dat een dergelijke aanwending voor koolstof als kort cyclisch beschouwd wordt.

De cellulose-industrie gebruikt primaire grondstoffen met een CO<sub>2</sub> impact om cellulose te produceren. Deze cellulose wordt geproduceerd uit houtige biomassa afkomstig van bosbouw en uit houtige reststromen. Houtige biomassa bestaat uit cellulose, lignine en hemicellulose. Het bestaat (onder andere) uit koolstof (C) en zorgt voor een koolstofvoorraad in houtige biomassa. Voor de omzetting van houtige biomassa naar cellulosepulp is een kraft-proces noodzakelijk. Dit is een thermochemisch proces waarin cellulose wordt ontdaan van lignine en hemicellulose. Het proces is hulpstof- en energie-intensief. De impact van deze verwerking wordt als volgt berekend per ton cellulose verwerkt, hieronder is de berekening voor het productieproces verder uitgewerkt:

$$Impact_2 = Productieproces * Emissies$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Impact_2	tCO <sub>2</sub> -e	Totale impact voor onderdeel 2: Productieprocessen.
Productieproces verdeling	tCO <sub>2</sub> -e	Dit betreft de verdeling in het kraftproductieproces van cellulose. Verdeling tussen de mechanical & semi-chemical pulp (23,2%), sulfite pulp production (4,3%) en sulfate pulp production (72,5%) is afkomstig uit het rapport CEPI 2021 <sup>2</sup> .
Emissies verdeling	tCO <sub>2</sub> -e	Dit betreft de emissies op basis van de verdeling die vrijkomen bij de verschillende kraftproductieprocessen. Emissies per processen mechanical & semi-chemical pulp (1,1 tCO <sub>2</sub> -e), sulfite pulp production (1,13 tCO <sub>2</sub> -e) en sulfate pulp production (0,36 tCO <sub>2</sub> -e) is afkomstig uit database EcoInvent v3.6.

Dit resulteert in een Netto impact voor onderdeel 2 van:

$$Impact_2 = 23,2\% * 1,1 + 4,3\% * 1,13 + 72,5\% * 0,36 = 0,56 \text{ ton } CO_2$$

<sup>2</sup> Deze waarden zijn gebaseerd op de Europese waarden met betrekking tot energievoorziening.

### 4.3 Totale impact baseline

De totale impact per ton Recell van de baseline resulteert uit onderdeel 1A en 2:

$$Impact_{baseline} = 0,19 + 0,56 = 0,75 \text{ ton } CO_2$$

TABEL 2 TE VERKRIJGEN CO<sub>2</sub>-IMPACT WAARDES PER ONDERDEEL 1 EN 2 VOOR DE BASELINE

Onderdeel	Baseline-emissies
<b>1 Verwerkingsproces (Einde eerste levenscyclus)</b>	
1A Afvalverwerkingsproces	0,19
1B Tertiaire cellulose productieproces	NVT
<b>2 Cellulose voor de cellulosemarkt (Tweede levenscyclus)</b>	
Productieprocessen	0,56
<b>Totaal</b>	0,75

## 5 Bepaling van de emissies vanwege het project

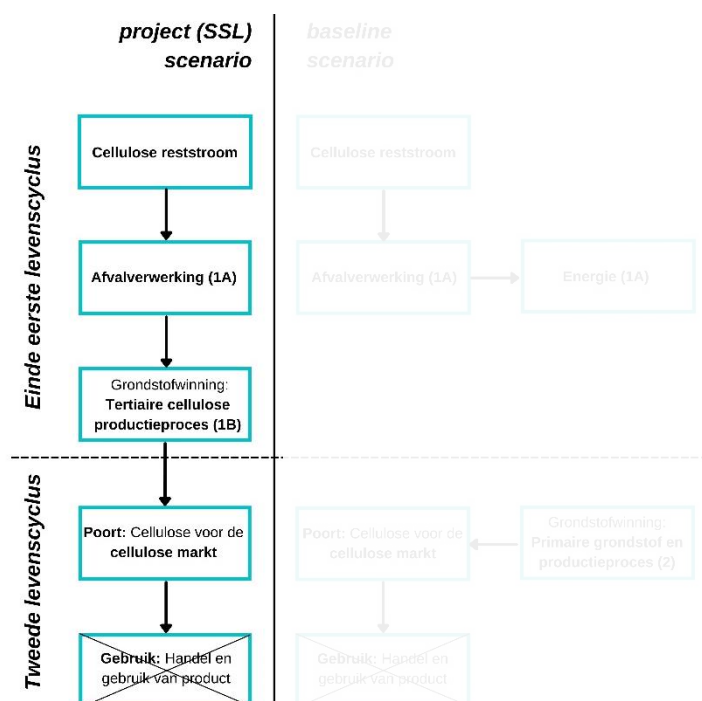
Recell Group B.V. is de projecteigenaar van het project. Het project wordt in de hoofdstuk voor de eerste en tweede levenscyclus beschreven. De baseline bestaat uit de volgende onderdelen:

### 1. Afvalverwerkingsproces (eerste levenscyclus)

- A. N.V.T.
- B. Tertiaire cellulose productieproces: emissies i.v.m. opwerking reststroom tot tertiaire cellulose (impact project)

### 2. Cellulose voor toepassing in de cellulosemarkt (tweede levenscyclus)

- N.V.T.



FIGUUR 4: SYSTEEMOVERZICHT PROJECT SCENARIO [SSML RAPPORT RIVM, 2019]

In figuur 4 is de route van het projectscenario weergegeven. Het project start met de tertiaire cellulose reststroom bij de rwzi Leidsche Rijn. In het project wordt deze stroom via het Cellvation proces opgewerkt tot een cellulose grondstof geschikt voor de infra markt. Het verschil met de baseline is dat er rechtstreeks een pijl gaat van het afvalverwerkingsproces (1A) naar het tertiaire cellulose productieproces (1B). Vanuit dit proces gaat de pijl direct naar de cellulosemarkt. Deze cellulose grondstof is dan beschikbaar voor een inkoper van cellulose. Vanuit het project is er voor dat deel van de cellulosemarkt geen reguliere cellulose benodigd (2).

### 5.1 Onderdeel 1B: Tertiaire cellulose productieproces

Voor de productie van tertiaire cellulose wordt het Cellvation proces gebruikt. Dit Cellvation proces wordt op de rwzi Leidsche Rijn geïnstalleerd, hierdoor is er geen transport van de ruwe tertiaire cellulose benodigd. Het tertiaire cellulose kan zoals beschikbaar op de rwzi rechtstreeks in het Cellvation proces. Belangrijke stappen in dit proces zijn, het scheiden van verontreinigingen en het drogen van de cellulose. Tijdens dit proces worden geen hulpstoffen gebruikt. Het Cellvation proces produceert op de rwzi Leidsche Rijn locatie 700 ton Recell® per jaar. De impact van het project wordt als volgt berekend:

$$Impact_{1B.1} = \text{Procesenergie} * \text{emissie} + \text{Thermisch energiegebruik} * \text{emissie} + \text{hulpstoffen} * \text{emissie} + \text{transportgebruik} * \text{emissie}$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Impact_1B	tCO <sub>2</sub> -e	Totale impact per jaar voor onderdeel 1B: Tertiaire cellulose productieproces.
Procesenergie en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit betreft de gebruikte elektrische procesenergie die benodigd is om de cellulose uit de afvalstroom te halen en op te werken tot een hernieuwbare grondstof. Dit betreft 350 kWh/ton. De gebruikte energiebron is het zonnepanelenpark van HDSR, echter heeft dit impact op het Nederlandse energienet. De impact daarvan is gebaseerd op inzet van de marginale stroomproductie (modern aardgasvermogen) zoals het PBL die hanteert: 0,523 kg CO <sub>2</sub> /kWh (marginale stroomproductie PBL 2022).
Thermisch energieverbruik en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit betreft de gebruikte thermische energie die benodigd is om de cellulose te drogen. In het Cellvation proces wordt gedroogd met elektrische energie er wordt dus geen thermische energie verbruikt.
Hulpstoffen en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is het gebruik van hulpstoffen in het tertiaire cellulose productieproces. In het Cellvation proces worden er geen hulpstoffen gebruikt.
Transportgebruik	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de energie/grondstof die het kost om de cellulose eventueel te transporteren naar de verdere verwerkingslocatie. Het Cellvation proces is op de locatie van de rwzi Leidsche Rijn, er vindt geen transport plaats van ruwe tertiaire cellulose naar de verwerkingslocatie.

$$Impact_{1B.1} = 350/1000 * 0,523 + 0 + 0 + 0 = 0,18 \text{ ton } CO_2$$

Op een tweede locatie wordt het materiaal verder opgewerkt tot Recell®. Tijdens dit proces wordt het materiaal omgezet tot pellets. Hierbij wordt geen thermische energie of hulpstoffen verbruikt. De enige impact is in procesenergie en transport.

$$Impact_{1B.1} = \text{Procesenergie} * \text{emissie} + \text{Thermisch energiegebruik} * \text{emissie} + \text{hulpstoffen} * \text{emissie} + \text{transportgebruik} * \text{emissie}$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Impact_1B	tCO <sub>2</sub> -e	Totale impact per jaar voor onderdeel 1B: Tertiaire cellulose productieproces.
Procesenergie en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit betreft de gebruikte elektrische procesenergie die benodigd is om de cellulose om te zetten tot pellets. Dit betreft 93 kWh/ton. De gebruikte energiebron is het Nederlandse energienet. De impact daarvan is gebaseerd op inzet van de marginale stroomproductie (modern aardgasvermogen) zoals het PBL die hanteert: 0,523 kg CO <sub>2</sub> /kWh (marginale stroomproductie PBL 2022).
Thermisch energieverbruik en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	In dit proces is geen thermische energie benodigd.
Hulpstoffen en emissie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is het gebruik van hulpstoffen in het tertiaire cellulose productieproces. In dit proces worden er geen hulpstoffen gebruikt.
Transportgebruik	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de energie/grondstof die het kost om de cellulose te transporteren naar de verdere verwerkingslocatie. Vanuit het Cellvation proces wordt het materiaal in 90 m3 trailers naar een verwerkingslocatie getransporteerd. Dit betreft 175 km. Emissie van transportgebruik is te vinden in Ecolnvent database v3.6: Euro6 vrachtauto (16-32 ton) met 0,16 kg CO <sub>2</sub> /t*km.

$$Impact_{1B.1} = 93/1000 * 0,523 + 0 + 0 + 175 * 0,16/1000 = 0,08 \text{ ton } CO_2$$

## 5.2 Totale impact project

De totale impact per ton Recell van het project resulteert uit onderdeel 2:

$$Impact_{project} = 0,18 + 0,08 = 0,26 \text{ ton } CO_2$$

TABEL 3 TE VERKRIJGEN CO<sub>2</sub>-IMPACT WAARDES PER ONDERDEEL 1 EN 2 VOOR HET PROJECT

Onderdeel	Project-emissies
<b>1 Verwerkingsproces (Einde eerste levenscyclus)</b>	
1A Afvalverwerkingsproces	NVT
1B Tertiaire cellulose productieproces	0,26
<b>2 Cellulose voor de cellulosemarkt (Tweede levenscyclus)</b>	
Productieprocessen	NVT
<b>Totaal</b>	<b>0,26</b>

## 6 Bepaling van de emissiereductie door het project

Alle Project Impact Categorieën zijn uitgediept en nu kunnen de individuele resultaten bij elkaar opgeteld worden. In dit project wordt 700 ton Recell® per jaar geproduceerd. Voor de totale projectperiode van 10 jaar gaat dit om 7.000 ton Recell®.

TABEL 4 TE VERKRIJGEN CO<sub>2</sub>-IMPACT WAARDES PER ONDERDEEL 1 EN 2

Onderdeel	Baseline-emissies	Project-emissies	Vershil = netto emissiereductie
<b>1 Verwerkingsproces (End of first life cycle)</b>			
1A Afvalverwerkingsproces	0,19	NVT	0,19
1B Tertiaire cellulose productieproces	NVT	0,26	-0,26
<b>2 Cellulose voor de cellulosemarkt (Second life cycle)</b>			
Productieprocessen	0,56	NVT	0,56
<b>Totaal</b>	0,75	0,26	0,49

De netto impact van de baseline en het project zijn nu berekend. De netto impact van het project kan dan worden berekend door de project impact af te trekken van de baseline impact, de berekening van de totale netto impact is als volgt:

$$\text{Totale Netto Impact} = (\text{Netto Impact}_{\text{baseline}} - \text{Netto Impact}_{\text{project}}) * \text{Geproduceerd TC}$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Totale Netto Impact	tCO <sub>2</sub> -e	Totale Netto impact voor het totale project met alle onderdelen.
Netto impact_baseline	tCO <sub>2</sub> -e	Totale Netto impact voor de baseline. Is vastgesteld in H4 op 0,75 tCO <sub>2</sub> -e.
Netto impact_project	tCO <sub>2</sub> -e	Totale Netto impact voor het project. Is vastgesteld in H5 op 0,26 tCO <sub>2</sub> -e
Geproduceerd TC	Ton	De hoeveelheid tertiaire cellulose die wordt geproduceerd in het project. In deze projectperiode is dit 7.000 ton Recell®.

Dit resulteert in de volgende berekening:

$$\text{Totale Netto Impact} = (0,75 - 0,26) * 7.000 = 3.465 \text{ ton CO}_2$$

Elke ton Recell geproduceerd uit tertiaire cellulose van de rwzi Leidsche Rijn toegepast in de inframarkt als vervanger van cellulose levert over de gehele keten beschouwd **0,49 ton CO<sub>2</sub>-eq emissiereductie** op ten opzichte van de referentiesituatie (de baseline). Voor dit project resulteert dit in 346 CO<sub>2</sub>-credits per jaar en in totaal 3.465 CO<sub>2</sub>-credits.

De projecteigenaar wil de CO<sub>2</sub> certificaten bij aanvang van het project ontvangen. Afspraken hierover zijn vastgelegd in het contract tussen de projectaanvrager en de Stichting GDNK. In overeenstemming met de regels voor ex ante uitgifte welke in het rulebook van de Stichting GDNK zijn opgenomen, heeft de projecteigenaar recht op 85% van de CO<sub>2</sub>-certificaten voor de eerste 5 jaar. Dit is naar verwachting 1.473 ton CO<sub>2</sub>-credits. Na deze 5 jaar wordt middels een tussenrapportage beoordeeld of de hoeveelheid verhandelde Recell® overeenkomen met de voorziene hoeveelheden. Op basis van deze resultaten wordt berekend op hoeveel certificaten de projecteigenaar recht heeft in de laatste 5 jaar van het project.



## 7 Plan voor monitoring van de projectvoortgang en emissiereductie

Ieder jaar vindt registratie plaats. Voor de uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten wordt gebruik gemaakt van de regels in het Rulebook. De projecteigenaar wil de CO<sub>2</sub> certificaten bij aanvang van het project ontvangen. Bij aanvang van het project wordt 85% van de CO<sub>2</sub>-certificaten voor de eerste 5 jaar vrijgegeven. Na deze 5 jaar wordt middels een tussenrapportage beoordeeld of de hoeveelheid verhandelde Recell® overeenkomen met de voorziene hoeveelheden. Op basis van deze resultaten wordt berekend op hoeveel certificaten de projecteigenaar recht heeft in de laatste 5 jaar van het project.

Monitoring vindt plaats op volgende onderdelen (correctiefactoren); de penvoerder van het project is hiervoor verantwoordelijk, d.w.z. dient hierin te voorzien bij de verificatie van de resultaten:

- **Elektriciteit:** Tijdens het project wordt de werkelijke elektriciteitsvraag van de processen in het project per maand bijgehouden d.m.v. geijkte elektriciteitsmeters. Per kalenderjaar worden deze gegevens van de toeleveranciers ontvangen. Deze waarden worden vermenigvuldigd met de actuele PBL emissiefactoren (zie tabel 6).
- **Thermische energie en hulpbronnen:** In het projectplan is aangetoond dat thermische energie en hulpbronnen niet van toepassing zijn op dit project en hoeven daardoor ook niet gemonitord te worden.
- **Transport:** bij opwerken van de tertiaire cellulose is er geen transport meer van de afvalstroom naar het afvalverwerkingsproces. Er is wel transport van het tertiaire cellulose naar een tweede locatie voor de verdere opwerking van de tertiaire cellulose tot Recell®. Ook transport van regulier cellulose en tertiair cellulose naar de locatie waar het cellulose toegepast wordt zijn meegenomen. De volgende uitgangspunten worden gehanteerd: het werkelijk aantal gereden kilometers van deur tot deur, bepaalt middels de snelst mogelijke route op Google Maps onderbouwt met vrachtbronnen. Deze waarden worden vermenigvuldigd met de actuele emissiefactoren van transport uit de EcoInvent database (zie tabel 6).
- **Nivelleren 1A en 1B:** Het is waarschijnlijk dat de onderdelen 1A en 1B elkaar nagenoeg nivelleren. Als dit kwantitatief voldoende wordt onderbouwd in het projectplan en dit minder dan 5% scheelt op de totale netto impact van het project, is het mogelijk beide tegen elkaar weg te strepen. Onderdeel 1A (0,19 ton CO<sub>2</sub>) en 1B (0,26 ton CO<sub>2</sub>) zijn berekend en resulteren in een verschil van 0,07 ton CO<sub>2</sub>. Dit verschil is 14% ( $0,07/0,49*100\%$ ) en daarmee hoger dan de grenswaardewaarde. 1A en 1B kunnen dus niet tegen elkaar weg worden gestreept. Dit is ter beoordeling aan projectvalidator.
- Het werkelijk geproduceerde en verhandelde **hoeveelheid** Tertiaire Cellulose wordt op basis van gewicht met geijkte weegschalen jaarlijks vastgesteld (deze weging is waarschijnlijk al integraal onderdeel van de handelsactiviteiten). Deze waardes zullen afkomstig zijn van de facturen van het verhandelde product en worden jaarlijks gerapporteerd. Dit getal is gelijk met de input reststroom.
- **Input reststroom:** Aangezien alleen de tertiaire cellulose die uit de afvalstroom wordt opgewerkt tot verhandelde cellulose wordt meegenomen in de baseline en het project, zoals

beschreven in het hoofdstuk Projectgrens. Is dit dezelfde waarde als de totaal geproduceerde en verhandelde hoeveelheid tertiaire cellulose.

- **Verkoopbewijs:** Er wordt pas CO<sub>2</sub> bespaard wanneer de tertiaire cellulose daadwerkelijk verkocht wordt aan een marktpartij die voorheen cellulose inkocht (baseline) en de tertiaire cellulose toepast (project). Doordat de hoeveelheid verkochte Recell® al wordt vastgesteld aan de hand van facturen is dit onderdeel ook afgedekt. Hierbij is het van belang dat het bedrijf op de factuur in de papierindustrie of asfaltindustrie werkzaam is. Mocht dit niet het geval zijn dan moet worden aangetoond dat het bedrijf voorheen cellulose inkocht.
- **Beleidsregels:** De conclusie is dat het positieve koolstofeffect van tertiaire cellulose binnen het huidige beleidsregime als additioneel mag worden aangemerkt. Omdat de beleidscontext voor tertiaire cellulose aan verandering onderhevig kan zijn, moet een periodieke evaluatie op additionaliteit worden gedaan.

In onderstaande tabel zijn alle monitoringsparameters met de inschattingen per jaar weergegeven. Daarbij is kort aangegeven hoe deze waarden onderbouwd moeten worden.

Monitorings-parameter	Onderbouwde stukken	Inschatting per jaar	Verbruik jaar 1	Verbruik jaar etc.
Procesenergie*	Elektriciteitsverbruik afkomstig van kWh meter of van energieleverancier.	310.100 kWh		
Transport ruw tertiaire cellulose*	Vrachtbrieven van transporteur voor het transport van ruw tertiaire cellulose	122.500 t/km		
Transport Recell®*	Vrachtbrieven van transporteur voor het transport van Recell® naar locatie waar cellulose wordt toegepast.	140.000 t/km		
Hoeveelheid Recell®	Geproduceerde en verhandelde hoeveelheid Recell® afkomstig van facturen. (=zelfde als inputstroom)	700 ton		
Verkoopbewijs	Bedrijf werkzaam in papierindustrie of asfaltindustrie op factuur, anders huidige cellulose inkoop aantonen	Papierindustrie of asfaltindustrie		

\*Dit komt te vervallen als er door de projectvalidator wordt besloten om 1A en 1B te nivelleren.

- **Termijnen:** De kengetallen en condities van de processen worden voor zowel de baseline als het project om de twee jaar gecheckt en dan opnieuw vastgesteld voor de projectperiode. In tabel 6 staan de gebruikte kengetallen met eenheid en bron weergegeven bij start van het projectplan. De geactualiseerde bron moet het liefst van dezelfde organisatie/database afkomstig zijn, mocht dit niet mogelijk blijken dan moet de bron minstens van vergelijkbare kwaliteit zijn. Onderstaande bronnen zijn op 7-7-2023 vastgesteld en worden op 7-7-2025 opnieuw gecheckt.

TABEL 5: KENGETALLEN VAN PROCESSEN GEBRUIKT IN DIT METHODEDOCUMENT (7-7-2023)

Parameter	Kengetal	Eenheid	Bron
<b>1 Verwerkingsproces (Einde eerste levenscyclus)</b>			
Procesenergie	Marginale stroomproductie (modern aardgasvermogen)	Kg CO <sub>2</sub> /kWh	PBL 2022
Procesenergie	Marginale stroomproductie (vanuit zonnepanelen op eigen locatie)	Kg CO <sub>2</sub> /kWh	CE Delft
Transportgebruik	Europese vrachtauto (7,5-16 ton EURO6)	kg CO <sub>2</sub> /t*km	EcoInvent database v3.6
Transportgebruik	Europese vrachtauto (16-32 ton EURO6)	kg CO <sub>2</sub> /t*km	EcoInvent database v3.6
Transportgebruik	Europese vrachtauto (>32 ton EURO6)	kg CO <sub>2</sub> /t*km	EcoInvent database v3.6
Verbranding	Thermische droogenergie op basis van aardgas	Kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	PBL 2022
	Verbrandingsemissies Vrijkomende emissies en omrekening naar CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> /kg N <sub>2</sub> O	IPCC, 2014 (Nieuwe versie in 2023)
	Verwerking asrestant Storten	kg CO <sub>2</sub> /ton as	EcoInvent database v3.6
<b>2 Cellulose voor de cellulosemarkt (Tweede levenscyclus)</b>			
Productieproces verdeling	Verdeling tussen Mechanical & semi-chemical pulp, Sulfite pulp production (bleached) en Sulfate pulp production (kraft)	%	CEPI 2021
Productieproces emissies	Emissies van Mechanical & semi-chemical pulp, Sulfite pulp production (bleached) en Sulfate pulp production (kraft)	tCO <sub>2</sub> -e	EcoInvent database v3.6

## 8 Omgaan met risico's dat emissiereductie niet wordt behaald

De risico's van het project zijn in het methodedocument benoemd. Daarin staat ook helder weergegeven dat gesignaleerde risico's adequaat in de methodiek en met behulp van monitoringseisen zijn afgedekt.

### 1A Afvalverwerkingsproces

Voor het vaststellen van het afvalverwerkingsproces in de baseline is een LCA expert ingeschakeld zoals wordt aangeraden in het methodedocument. Hierdoor kan worden gegarandeerd dat alle relevante processen zijn meegenomen en de weergegeven erkende bronnen zoals EcolInvent zijn gebruikt.

### 1B Productieproces tertiaire cellulose

Op basis van *detailed engineering* is een berekening gemaakt voor het energieverbruik van het productieproces. Het ligt in de verwachting dat dit een nauwkeurige benadering is, al was het alleen maar omdat de ondernemer dit als een significante post mee moet nemen in het verdienmodel, daarnaast zijn er al verschillende pilots uitgevoerd. Mogelijk zal in de praktijk een afwijkend energieverbruik waarneembaar zijn. Op basis van daadwerkelijk energieverbruik gecombineerd met de meest recente emissiefactoren wordt hierop monitoring uitgevoerd en wordt een verschil verrekend in de projectimpact.

## 2 Grondstof en productieprocessen

De impact van dit onderdeel wordt in de baseline vastgesteld op basis van kentallen uit de literatuur, vermenigvuldigd met de geproduceerde en toegepaste (ex post vastgestelde) hoeveelheid tertiaire cellulose. Beide factoren zijn controleerbaar en verifieerbaar en vormen daarmee geen risico in het Project. Daarnaast is het mogelijk dat de baseline in de toekomst verandert, door optimalisatie van het primaire cellulose productieproces. In de monitoring is een periodieke update van de baseline getallen opgenomen om dit risico weg te nemen.

Theoretisch zou het zo kunnen zijn dat tertiair cellulose wordt verkocht, maar dat dit vervolgens niet wordt ingezet om cellulose te vervangen. In de monitoring is de overdracht van een verkoopbewijs opgenomen zodat de tertiaire cellulose door een erkende marktpartij, die momenteel primair of secundair cellulose gebruikt, zal worden ingekocht. In dit project wordt de tertiaire cellulose 100% vervangen voor primaire cellulose.

Mogelijk zal in de praktijk een afwijkend productievolume of afzet waarneembaar zijn. Op basis van daadwerkelijk productievolume en afzet wordt hierop monitoring uitgevoerd en wordt een eventueel verschil verrekend in de projectimpact.

## 9 Literatuur

SNK Methodedocument Tertiaire cellulose

SSML Rapport RIVM, 2019, Creating Safe and Sustainable Material Loops in a Circular Economy Proposal for a tiered modular framework to assess options for material recycling RIVM Report 2018-0173 J.T.K. Quik | J.P.A. Lijzen | J. Spijker.

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* IPCC, Geneva, Switzerland.

CEPI (2021) KEY STATISTICS 2019 European pulp & paper industry.

Ecoinvent (v3.6) Database voor specifieke CO<sub>2</sub> emissies: pulp processen, C content van hout en hulpstoffen.

CE Delft (2022) CO<sub>2</sub> emissiefactor warmtelevering. <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijest-emissiefactoren/#warmtelevering>.

PBL (2022) Marginale stroomproductie.

RIVM 2022-0029. Recycling of materials. Needs and considerations in the assessment of safety and sustainability.

SMART-Plant (2022). <https://www.smart-plant.eu/index.php/geestmerambacht>

SNK Rulebook (2021) Proces van projectplan tot uitgifte van certificaten en additionaliteit van emissiereducties.

STOWA (2020-01). Monitoring Cellu2PLA: Het winnen van cellulose uit rioolwater voor de productie van bioplastiek

## 10 Bijlagen

### 10.1 Bijlage 1: Bronnen en broeikasgassen uit methodedocument.

TABEL 6 PROJECTGRENSEN VOOR SOURCES EN SINKS

Source/Sink	GHG <sup>3</sup>	Inbegrepen	Toelichting
<b>Eerste Levenscyclus</b>			
Cellulose reststroom	CO <sub>2</sub>	Nee	Inputstroom van het proces. In het projecttype tertiaire cellulose zijn geen significante veranderingen in de inputstroom t.o.v. de baseline.
<b>Afvalverwerkingsproces en energierugwinning (1A)</b>			
Energiegebruik	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit betreft de gebruikte procesenergie die benodigd is om de cellulose via het huidige proces (de baseline route) te verwerken. De impact daarvan is gebaseerd op inzet van de marginale stroomproductie (modern aardgasvermogen) zoals het PBL die hanteert: 0,523 kg CO <sub>2</sub> /kWh (marginale stroomproductie PBL 2022).
Hulpstoffen	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit is het gebruik van hulpstoffen in het afvalverwerkingsproces. Belangrijke parameters zijn de soort hulpstoffen en de dosering. Hulpstoffen kunnen o.a. zijn FeCl <sub>3</sub> en polymeer.
Verbranding Energieopbrengst/ Energiecredits/ Asrestant	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> en N <sub>2</sub> O	Ja	Dit is de energie opbrengst die wordt behaald bij het verbranden van de cellulose uit de afvalstroom. Belangrijke parameters zijn de lage calorische waarde, de gebruikte warmte voor eventuele voordroging en, het type verbranding met daarbij de recovery naar elektriciteit. Tevens ook de besparing van brandstof voor de productie van elektriciteit door verbranding. Het materiaal dat achterblijft na de verbranding moet ook worden verwerkt oftewel gestort
Transport	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit is de energie/grondstof die het kost om de cellulose te transporteren naar de verdere verwerkingslocatie. Belangrijke parameters hierin zijn de droge stof, het volume en het aantal km. De impact van het transportgebruik is te vinden in Ecolnvent database v3.6. Deze is voor een Europese vrachtauto (7,5-16 ton EURO6) 0,21 kg CO <sub>2</sub> per t*km.
<b>Grondstofwinning</b>			
<b>Tertiaire cellulose productieproces (1B)</b>			
Elektrisch energiegebruik	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit betreft de gebruikte elektrische procesenergie die benodigd is om de cellulose uit de afvalstroom te halen en op te werken tot een hernieuwbare grondstof. Belangrijke parameter is de gebruikte energiebron. De impact daarvan is gebaseerd op inzet van de marginale stroomproductie (modern aardgasvermogen) zoals het PBL die hanteert: 0,523 kg CO <sub>2</sub> /kWh (marginale stroomproductie PBL 2022).
Thermisch energiegebruik	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit betreft de gebruikte thermische energie die benodigd is om de cellulose te drogen. Belangrijke parameter is de gebruikte energiebron. Dit kan verschillen tussen o.a. de afvalverbrandingsinstallatie (26,84 kg CO <sub>2</sub> per GJ) of restwarmte zonder bijstook (8,8 kg CO <sub>2</sub> per GJ) afkomstig van CE Delft, 2022.
Hulpstoffen	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit is het gebruik van hulpstoffen in het tertiaire cellulose productieproces. Belangrijke parameters zijn de soort hulpstoffen en de dosering. De impact van deze hulpstoffen zijn te vinden in de Ecolnvent database v3.6.
Transport	CO <sub>2</sub>	Ja	Dit is de energie/grondstof die het kost om de cellulose eventueel te transporteren naar de verdere verwerkingslocatie. In de praktijk is het mogelijk dat de verwerkingslocatie dezelfde is als de productielocatie. Belangrijke parameters hierin zijn de droge stof, het volume en het aantal km. De impact van het transportgebruik is te vinden in Ecolnvent database v3.6. Deze is voor een Europese vrachtauto (7,5-16 ton EURO6) 0,21 kg CO <sub>2</sub> per t*km.
<b>Tweede Levenscyclus</b>			
<b>Poort: Cellulose voor de cellulosemarkt</b>			
Primaire cellulose	CO <sub>2</sub>	Ja	De Nederlandse gebruikte en verkochte primaire cellulose wordt geheel geïmporteerd (CBS, 2018), (CEPI, 2020), er is geen primaire cellulose productiefaciliteit in Nederland. Voor berekening van de impact wordt de Europese cellulosemarkt als referentie gebruikt. Afname van gebruik primaire

<sup>3</sup> GHG: Greenhouse gas = broeikasgas

			grondstoffen (houtige biomassa) door toepassen projecttype tertiaire cellulose geproduceerd in Nederland.
Secundaire cellulose	CO <sub>2</sub>	Nee	Vraag en aanbod naar secundaire cellulose blijft gelijk.
Tertiaire cellulose	CO <sub>2</sub>	Ja	Door productie tertiaire cellulose komt er meer (tertiair) cellulose op de markt.
Totale markt	CO <sub>2</sub>	Nee	Er wordt van uitgegaan dat de totale cellulose markt gelijk blijft. Naar verwachting zal in de toekomst de druk op bosbouw toenemen vanwege een toenemende vraag naar producten uit houtige biomassa in opkomende markten in Azië, door CO <sub>2</sub> reductie-/klimaatdoelen, een opkomende biobased productmarkt en een groeiende vraag naar houtproducten voor bouw en infra (ENECE & FAO, 2019) (CEPI, 2020) (CEPI, 2003).
<b>Grondstofwinning</b>			
<b>Grondstof en productieprocessen</b>			
Houtige biomassa	CO <sub>2</sub>	Nee	De houtige biomassa wordt gebruikt als input voor primaire cellulose en verlaagd door toepassen projecttype tertiaire cellulose. We nemen hierbij het fysieke aandeel van de houtige biomassa dat bestemd is voor de papier- en kartonindustrie. Zo bestaat houtige biomassa voor 49,4% uit koolstof (Ecoinvent v3.6) en wordt er in Europa 43% van de houtige biomassa (incl. resthout) aangewend door de papier- en kartonindustrie (Sustainable forest management, Ecoinvent v3.6). Deze impact past niet in het kader van de SNK en is daarom niet meegenomen.
Landgebruik	CO <sub>2</sub>	Nee	Primaire cellulose wordt door de pulpindustrie geproduceerd uit houtige biomassa afkomstig van bosbouw en uit houtige reststromen waarvoor landgebruik benodigd is (CEPI, 2021). Aangezien dit lastig te kwantificeren is, wordt het buiten de scope gehouden.
Transport	CO <sub>2</sub>	Ja	Cellulosegrondstoffen voor de bouw en infrasector zoals Project deze produceert, worden bij de Baseline voor de Nederlandse markt vooral vanuit het buitenland (o.a. Duitsland) geïmporteerd. Nationale en regionale levering zal daarom lagere milieu-impact hebben. In de baseline komt dit uit Zuid-Duitsland en in het project uit Noord-Nederland. Dit is goed te kwantificeren, vandaar dat dit wordt meegenomen in tegenstelling tot wat in het methodedocument staat.
Productieproces primaire cellulose	CO <sub>2</sub>	Ja	Primaire cellulose wordt door de pulpindustrie geproduceerd uit houtige biomassa afkomstig van bosbouw en uit houtige reststromen. Voor de omzetting van houtige biomassa naar cellulosepulp is een kraft-proces noodzakelijk. Dit is een thermochemisch proces waarin cellulose wordt ontdaan van lignine en hemicellulose. Dit proces is hulpstof- en energie-intensief. Voor de berekening van de CO <sub>2</sub> emissies van de processen zijn er naar rato van de verschillende chemische en niet-chemische pulp productieprocessen gemiddelde emissiewaarden opgesteld (CEPI, 2021 en Ecoinvent, v3.6). Door het projecttype tertiaire cellulose neemt dit af.
<b>Gebruik en einde</b>			
Gebruik en verwijdering	CO <sub>2</sub>	Nee	In het projecttype tertiaire cellulose wordt aangenomen dat er geen significante veranderingen zijn in het gebruik en de verwijdering van cellulose t.o.v. de baseline. In de verschillende toepassingen wordt de cellulose namelijk vervangen door tertiaire cellulose.

## 10.2 Bijlage 2: Baseline Onderdeel 1: Verbranding

In de baseline geldt dat de cellulose (de beoogde tertiaire cellulose bron) wordt verwerkt als afval in een afvalverwerkingsproces. Dit is normaliter verbranding met energiewinning, echter door de natte reststroom is de netto energieopbrengst 0 (STOWA, 2016-22). De impact van deze verwerking (verbranding) wordt als volgt berekend per ton verwerkte cellulose;

$$\text{Verbranding} = \text{Droogenergie} + \text{Emissie verbranding} + \text{Verwerking asrestant} - \text{Energiecredits}$$

Parameter	Eenheid	Beschrijving
Verbranding	tCO <sub>2</sub> -e	Totale Netto impact voor verbranding van het afvalverwerkingsproces
Droogenergie	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de thermische energie die benodigd is om het tertiaire cellulose te drogen. Belangrijke parameter is de gebruikte warmte. Op basis van aardgas (6700 kWh/t) is de impact die PBL hanteert: 2,085 kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> , met een inhoud van 35,17 MJ/m <sup>3</sup> . Voordroging van 1 ton tertiaire cellulose resulteert in een emissie van 1,43 t CO <sub>2</sub> /ton tertiaire cellulose.
Emissie verbranding	tCO <sub>2</sub> -e	Dit zijn de emissies die vrijkomen bij de verbranding van tertiaire cellulose. Belangrijke emissie is lachgas (N <sub>2</sub> O), waarbij 100 g N <sub>2</sub> O vrijkomt bij de verbranding van 1 ton tertiaire cellulose (KWB, 2012). Deze emissie is met het rekenmodel uit het rapport van IPCC (IPCC, 2014) om te rekenen naar CO <sub>2</sub> -eq. Hierbij is 1 ton N <sub>2</sub> O gelijk aan 256 ton CO <sub>2</sub> . Geeft 0,0256 ton CO <sub>2</sub> per ton verbranding van tertiaire cellulose.
Verwerking asrestant	tCO <sub>2</sub> -e	Het materiaal dat achterblijft na de verbranding moet worden verwerkt oftewel gestort. Hierbij wordt het transport niet meegenomen. Er blijft 20% van het inputmateriaal achter als as. De gemiddelde impact van de verwerking of storting van het verbrandingsresidu (asrestant) is te vinden in Ecolnvent database v3.6: 330 kg CO <sub>2</sub> per ton as. (Treatment of average incineration residue, residual material landfill)
Energiecredits (vermeden brandstof)	tCO <sub>2</sub> -e	Dit is de energie opbrengst die wordt behaald bij het verbranden van de cellulose uit de afvalstroom vertaald in energiecredits. Oftewel de bespaarde alternatieve brandstof voor de verbrande tertiaire cellulose. Belangrijke parameters zijn opgewekte energie tijdens verbranden (1475 kWh/t), de calorische waarde (15,8 MJ/kg), en het type verbranding met daarbij de recovery naar elektriciteit (30%). De impact van bovenstaande punten is te vinden in PBL 2022; 0,523 kg CO <sub>2</sub> /kWh. De energieopbrengst voor de verbranding van 1 ton tertiaire cellulose resulteert in een vermeden uitstoot van 1,46 t CO <sub>2</sub> /ton tertiaire cellulose, waardoor deze CO <sub>2</sub> credits worden afgetrokken van de totale CO <sub>2</sub> emissies in de baseline.

$$\text{Verbranding} = 1,43 + 0,0256 + 0,066 - 1,46 = 0,06 \text{ ton CO}_2$$