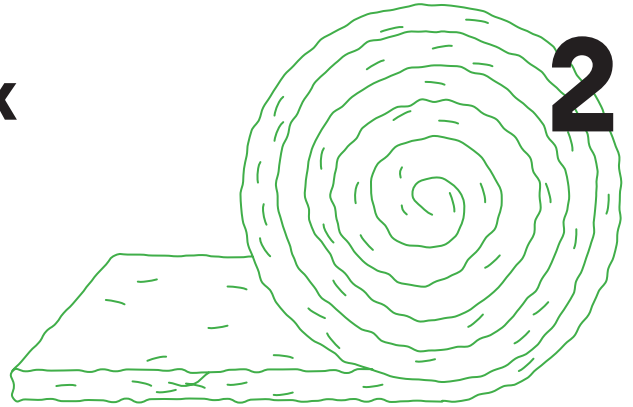


Fabriek voor natuurlijk en gerecycleerd isolatiemateriaal

Beschrijving van de activiteit



Context

De markt voor natuurlijke en gerecycleerde isolatie blijft levendig, maar de vraag naar steenwol, glaswol (dakisolatie) en andere traditionele isolatiepanelen (muurisolatie) heeft nog steeds de overhand. In het kader van een markt voor thermische renovatie is het nuttig om meer duurzame en lokaal vervaardigde oplossingen te vinden.

Het grootste deel van de isolatie die momenteel in de bouw wordt gebruikt is van chemische oorsprong en wordt vaak verkregen uit aardolie. Hoewel alternatieve oplossingen (hennep, houtvezels, vlas, cellulosewatten, enz.) hun opmars maken, is er nog steeds geen echt aanbod aan gerecycleerde/teruggewonnen materialen (afgezien van halfinnen, afkomstig van katoenen textiel, vooral uit oude jeans) en vindt de productie meestal plaats in het buitenland.

Er bestaat dus in België een niche, met een mix op basis van teruggewonnen materialen en een deel 'natuurlijke' en lokale teelt: natuurlijke materialen (hennep, linnen, miscanthus, schapenwol) en gerecycleerde materialen (cellulose op basis van gerecycleerd papier, weefsels).

Ook cellulair glas behoort tot de mogelijkheden, aangezien dit om redenen van gewicht lokaal moet worden geproduceerd. Maar de vraag rijst waarom dit product nog niet op ons grondgebied aanwezig is, terwijl er elders al fabrieken voor de productie van cellulair glas - nuttig voor koudebrugbreuken in betonconstructies - opgestart werden. Na wat onderzoek blijkt dat voor het smelten van cellulair glas een gieterij nodig is ☒ waarschijnlijk niet goed verenigbaar met de activiteiten in Brussel ☒ terzijde te schuiven vanuit productieperspectief.

Reflectie die gevoerd moet worden in samenwerking met de verkopers van 'duurzame' materialen, zoals Carodec en ondersteuners van specifieke initiatieven, zoals de architecten van Dzero Studio.

Industriële activiteit

Op het grondgebied van het BHG een fabriek ontwikkelen voor de productie van gerecycleerd en/of natuurlijk isolatiemateriaal om actief bij te dragen aan de thermische renovatie van gebouwen.

Een productie-installatie zou er belang bij hebben om in de eerste plaats voor de binnenlandse markt te produceren (veerkracht) en tegelijk te zorgen voor een goede continuïteit van de toelevering (concurrentie op het gebied van grondstoffen). Wij raden aan om met een bekend proces te beginnen en tegelijkertijd O&O-activiteiten te ontwikkelen om in samenwerking met de actoren van de Brusselse duurzame bouw steeds meer 'afgewerkte' producten te realiseren.

De bijbehorende activiteit zou derhalve de volgende belangrijkste stappen omvatten:

- Sourcing van post-consumer materiaal (bij bepaalde, specifieke kanalen of bij kanalen die opgezet/ontwikkeld dienen te worden met 'vergeten' fracties)
- Eventueel aanvullende sourcing van natuurlijke materialen
- Sorteren van de grondstoffen
- Productie van isolatiemateriaal
- Eventuele associatie om afgewerkte producten te vervaardigen (type complexen, geïsoleerde wand, enz.).
- Verpakking
- Verzending en distributie naar wederverkopers (B2C) of plaatsers (B2B)

Technische haalbaarheid

Eerste krachtlijnen die door het projectteam moeten worden geanalyseerd

- Selectie van beschikbare bevoorradingsbronnen & validatie van het beschikbare potentieel
- Keuze tussen het repliceren van een bestaande technologie of het werken met nieuwe materialen, op basis van nog niet optimaal gevaloriseerde producten
- Selectie van de marktniches: binnenisolatie (daken, wanden, plafonds, vloeren) of buitenisolatie (vervanging van dak, muren ...), soorten klanten, ..
- Keuze van een productietechniek (of meerdere productietechnieken, afhankelijk van de ambitie)
- Identificatie van productielocaties
- Het economische model valideren: is het kwestie van eenvoudigweg te produceren of dient men zich verticaal te integreren om een betere marge te garanderen (of te vermijden dat het product door de extra productiekosten te weinig verkocht wordt)?

Inspiratiebronnen

Er zijn veel spelers in de productie van ecologisch isolatiemateriaal, maar de meeste van hen zijn gevestigde bedrijven.

Cellulose is zeker het meest verspreide isolatiemateriaal op basis van post-consumers materiaal (meestal kranten)

- In Frankrijk, een resoluut geëngageerde speler die geïntegreerd is in de keten, vanaf de inzameling: Ouatéco
 - Na de lancering van een cellulosefabriek starten ze ook een cellulosefabriek op voor de recyclage van kleding voor de productie van isolatiemateriaal:
- De enige Belgische cellulosefabriek, ISOPROC, is gevestigd in Mechelen en produceert IQ3-cellulose.

In Frankrijk, één keten voor de valorisatie van textiel (in matrassen of in bulk) gesteund door de sociale economie: Le Relais met Métisse

Maar ook 3 andere actoren in Frankrijk op het gebied van diverse materialen:

- Isocomble met zijn inblazing van gerecycleerde textielwol
- IsoNat CottonWool van Buitex industries, kmo die doorgaans werkt met een tiental gerecycleerde (Pet, PP, acryl, jute, cellulose, silica) of natuurlijke (hennep, dierlijke wol, hout) vezels die grotendeels afkomstig zijn van B2B en verkocht worden in het kader van B2B (15 miljoen euro omzet, 42 werknemers)
- CAVAC biomatériaux, dat zich concentreert op de productie van plantaardige vezels
- In het buitenland: SK-TEX (SK) Vervaardigt isolatiemateriaal uit kleding

Elders in Europa: verschillende inspirerende projecten die kunnen dienen als illustratie van de creativiteit waarmee dit soort projecten gepaard moet gaan:

- All plan heeft 4 ketens geïndustrialiseerd: Jutezakken, PET-flessen, Glas verwerkt tot cellulair glas en Papier
- Voorbeeld: EcoPEg van gerecycleerde PET-vezels: <https://koobble.com/nos-produits/isolant-bouteilles-plastique-recycleess/>
- Pespaglia (IT) maakt strotstenen in modulaire blokken die eenvoudig gestapeld en gemonteerd kunnen worden
- Isolatiemateriaal uit sinaasappelschil en myceliumschimmels in Londen
- Terreal dat terracotta valoriseert om het zand te vervangen in zijn productieproces.

Ten slotte is het een goed idee om een mogelijke differentiatie in gedachten te houden wanneer thermische isolatie onmogelijk blijkt, namelijk geluidsisolatie: Onderzoek naar duurzame en technische kenmerken van verschillende gerecycleerde isolatiematerialen

Potentieel van de activiteit

Markt

De isolatiemarkt is de afgelopen 10 jaar sterk gegroeid en er is niet echt vertraging in zicht, omdat overheden eindelijk hebben begrepen dat ze naast nieuwbouw ook de renovatie van bestaande gebouwen moeten ondersteunen. De bestaande regering heeft ambitieuze doelstellingen voor de vermindering van het energieverbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest aangekondigd en de sector van de energierenovatie is één van de prioriteiten.

Deze politieke wil zal hopelijk een tegenwicht vormen voor de minder gunstige tendensen van de laatste jaren in het Franstalige deel van het land, namelijk een woningrenovatie die het goed doet maar een thermische renovatie die wat mank loopt, met een groei die vooral door Vlaanderen wordt bewerkstelligd. Dit is ongetwijfeld te wijten aan de lage aantrekkingskracht van de bestaande premies in vergelijking met andere premies (hernieuwbare energie), wat huishoudens ervan weerhoudt om zware energiebesparende werken uit te voeren, terwijl meer dan 46% van onze woningen nog steeds slecht of niet geïsoleerd is.

Volgens TBC-innovaties is de markt voor thermische isolatie in Frankrijk in 2019 met 1,4% gegroeid: zo werd 250 miljoen m² of 41 miljoen m³ isolatie geplaatst (d.w.z. ongeveer 3,8 m² of 0,65 m³ per inwoner per jaar). Renovatie is goed voor 48% van dit volume, met een overwicht aan buitengevel- en dakisolatie. In totaal zijn daken goed voor 48% van de geplaatste oppervlakte, vóór muren (35%) en vloeren.

Wat betreft materiaal maakt minerale wol bijna de helft van de geplaatste oppervlakken uit, gevolgd door honingraatpanelen (EPS, PU, XPS). Natuurlijk en bio-ecologisch isolatiemateriaal vertegenwoordigt momenteel slechts 7% van de markt.

Concurrentie

In België wordt de omvang van de markt geschat op 40 tot 45 miljoen m² per jaar, wat neerkomt op 7 miljoen m³ voor ongeveer 115.000 ton producten en 250 miljoen euro aan omzet.

Spelers op het vlak van minerale wol, zoals Knauf, Isover, Ursa en Rockwool, nemen de helft van de markt voor hun rekening. Synthetische vezels (Kingspan, Dow, BASF, REcticel) zijn goed voor 40 tot 45% en de rest is afkomstig van de verkoop van natuurlijke isolatie, met goed vertegenwoordigde merken als Steico, Biofib, Isonat en Métisse.

Bij nieuwbouw is dit een sector waar het belangrijk is om over goede beïnvloeders te beschikken (architecten maar ook algemene bouwondernemingen).

Bij renovatie is dit iets minder het geval, maar we zullen een beroep moeten doen op het distributienetwerk van bestaande ecologische materialen voor de B2C-verkoop van onze producten, maar ook voor de B2C-promotie van onze producten bij ondernemingen die actief zijn op grote renovatiemarkten. Er zal heel wat lobby- en overtuigingswerk bij te pas komen. Het zal essentieel zijn om partners te vinden om onze producten te verkopen en om referenties aan te reiken van representatieve werven. In dit opzicht zal het nuttig zijn om ons team te versterken met iemand die bekend is met het reilen en zeilen van de productverkoop in de bouwsector.

Ook de prijs zal een bepalende factor zijn: de productie van milieuvriendelijke materialen biedt weinig vooruitzichten als deze materialen niet iets goedkoper zijn dan de bestaande. Eén van de belangrijkste redenen waarom mineraalwol zo populair is, is immers de scherpe prijs. Om de loyaliteit van de distributeurs te winnen, zullen zij bovendien een aantrekkelijke marge moeten krijgen zodat zij het product willen verkopen.

Circulaire aard van de activiteit

De productie van isolatie uit teruggewonnen materialen (papier, textiel, vezels, haar, enz.) is uiteraard uiterst circulair. Zo wordt enerzijds afval opgewaardeerd, terwijl anderzijds materiaal geproduceerd wordt met als doel gedurende zijn hele levensduur fossiele brandstoffen te besparen (voor zover het materiaal enkel als renovatie wordt geplaatst).

Bij het gebruik van materiaal van natuurlijke oorsprong wordt daarentegen op de fossiele en minerale hulpbronnen bespaard die nodig zijn voor de productie van conventionele isolatie: het betreft dus een circulaire economie op basis van natuurlijke cycli.

Kerncijfers

Natuurlijke isolatie vertegenwoordigt 7% van de omzet van de 42 miljoen geplaatste m², wat neerkomt op 2,9 miljoen m². Als de op te richten fabriek isolatiemateriaal wil produceren, zal zij dit waarschijnlijk niet alleen voor Brussel doen. In de veronderstelling dat de productie geleidelijk aan toeneemt tot 700.000 m² per jaar, zal ons project dan 20% van de in België verkochte natuurlijke isolatie uitmaken.

Uitgaande van een verkoopprijs van natuurlijke isolatie tussen 15 en € 40 per m² (in vergelijking met 10 tot 20 € voor industriële isolatie) (prijs incl. btw), kunnen we in de onderstaande tabel proberen de doelstellingen voor de kostenuitsplitsing te geven:

	%	€/m ²			700,000 m ² at €20/m ²	300,000 m ² at €15/m ²
Prijs incl. btw		20	25	15	14.000.000	4.500.000
excl. btw		16,5	20,7	12,4	11.570.248	3.719.008
Marge Distributeur	40%	6,6	8,3	5,0	4.642.149	1.487.603
Prijs verkoop excl. Btw		9,9	12,4	7,4	6.942.149	2,231.405
Grondstoffen	20%	2,0	2,5	1,5	1.388.430	446.281
Personeel	40%	4,0	5,0	3,0	2.776.860	892.562
OPEX	20%	2,0	2,5	1,5	1.388.430	446.281
CAPEX	10%	1,0	1,2	0,7	694.215	223.140
Marge Producent	10%	1,0	1,2	0,7	694.215	223.140

De eerste kolommen geven de uitsplitsing van de kosten weer voor een definitieve verkoopprijs tussen 15 en 25 eur/M² met 40% van de verkoopprijs excl. btw die toekomt aan de distributeur, dit is een factor 1,67 op zijn aankoopprijs. Deze marge, die naar wij hopen comfortabel is (te checken met de distributeurs tijdens de marktstudie), vormt ongeveer 50% van de uiteindelijke verkoopprijs voor het productiebedrijf, prijs die wij hebben uitgesplitst in Grondstoffen, (productie)personeel, OPEX (bedrijfskosten, d.w.z. alle kosten die nodig zijn om de activiteit uit te voeren en die niet zijn opgenomen in de grondstoffen en de productie, zoals huur, diverse aankopen, ondersteunend personeel, marketing, verkoop, etc.), CAPEX (terugbetaling van investeringen, d.w.z. kredieten voor de aankoop van de apparatuur) en marge.

De laatste twee kolommen geven een simulatie van de cijfers voor 700.000 geproduceerde m² verkocht tegen 20 eur/m² en 300.000 geproduceerde m² verkocht tegen 15 eur/m². Het eerste geval betreft de productie van 2800 m², d.w.z. 560 m³ per werkdag (300 pallets, 15 opleggers), het tweede geval de productie van 1200 m², d.w.z. 250 m³ (125 pallets, 6 opleggers). Dit zijn grote hoeveelheden producten!

In termen van investeringen kan in het tweede scenario slechts iets minder dan 2 miljoen euro aan investeringen worden terugbetaald, wat waarschijnlijk onvoldoende is. Voor dit project zijn waarschijnlijk 3 tot 6 miljoen euro investeringen nodig, waarvan 4 tot 5 voor de installatie en de machines en 1 tot 2 voor het werkkapitaal. Het eerste project lijkt daarom beter aangepast.

In dezelfde geest kan met de 2^e simulatie slechts een team van 20 VTE's worden betaald, wat waarschijnlijk ook te krap is, terwijl met de eerste simulatie 60 VTE's mogelijk zijn, wat comfortabel is.

Potentieel aan gerecycleerde ton

Uitgaande van een gemiddelde dikte van 20 cm en een dichtheid van onze producten van 0,3 t/M³ komt de productie van 700.000 m² neer op 140.000 m³ en 42.000 ton gerecycleerde producten per jaar.

De sourcing van deze hoeveelheden zal eveneens een uitdaging zijn. Daarom raden wij aan om een fabriek te ontwikkelen die minstens 2 verschillende soorten isolatie produceert (bv. gerecycleerd textiel, cellulosewatten uit gerecycleerd papier, houtvezel, kippenveren ?) of, om de risico's te beperken, die 1 gerecycleerde isolatie en een één bio-ecologische isolatie (stro, hennep, vlas, miscanthus ...) produceert.

België produceert jaarlijks 290 miljoen kippen, die elk ongeveer 240 tot 250 g veren hebben, goed voor 69.600 ton veren! Ongeveer 20% van de Franse veren wordt gebruikt in meststoffen en in de textielindustrie (veeleer eend) - zie <https://www.plateformesolutionsclimat.org/wp-content/uploads/2015/11/VALORISATION-DES-PLUMES.pdf>

En <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-engrais-base-plumes-poulet-54023/>

Brusselse realisatie

Lokale bevoorradingsbronnen

Gerecycleerd textiel (voornamelijk katoen) en papier voor het maken van cellulosewatten zijn allebei in overvloed beschikbaar in Brussel.

Houtafval voor de productie van houtvezelisolatie kan ook rechtstreeks in het Brusselse gewest worden verkregen, hetzij bij de spelers in de houtverwerkende industrie, hetzij rechtstreeks bij de bron in het Zoniënwoud. In dit verband zou het interessant zijn om de actoren (de Sonian Wood Cooperative) te ontmoeten die het project voor de valorisatie van het hout van het Zoniënwoud ondersteunen en synergieën met hen te ontwikkelen. Jaarlijks wordt meer dan 7000 m³ hout in het buitenland verkocht. Minister Alain Maron wil het hout van het Zoniënwoud ook meer lokaal valoriseren ☑ opportuniteit.

Producten van dierlijke oorsprong (veren) zijn op grote schaal beschikbaar in regionale en nationale slachthuizen

Voor producten van plantaardige oorsprong (o.a. stro) moeten met producenten meerjarenovereenkomsten worden gesloten, iets wat een zekere 'angst' inboezemt.

Lokale partners

Partners

Waarschijnlijk moet er een netwerk voor de levering van grondstoffen worden opgebouwd: dit kan ofwel via partnerschappen ofwel via leveringscontracten. Overwogen moet worden om met actoren uit de sociale economie samen te werken voor de inzameling en verwerking van inputmateriaal. Zo zouden Terre, Oxfam en Les petits riens zouden ons een groot deel van hun textiel kunnen terugsturen dat wij dan tegen een voordeliger tarief zouden kunnen valoriseren dan dat van de exportverkoop of voor uitrafeling. Bovendien zamelt Terre oud papier in, waarom dan niet samen met Les Petits Riens dergelijk kanaal rechtstreeks ontwikkelen in Brussel? (bijv. ophaling van dagbladen in het MIVB- en NMBS-net + Punten voor vrijwillige terugbrenging).

Waarschijnlijk zullen er technologische partnerschappen moeten worden gesloten met de houders van octrooien, machines en knowhow om de gekozen grondstoffen te verwerken, vooral als men binnen 15 maanden met de productie wil beginnen. De keuze van de productietechnologieën en dus van de te installeren machines zal grondig onderzocht moeten worden.

Leveranciers

Er zullen ook partnerschappen met leveranciers van grondstoffen uitgewerkt moeten worden. Zo zal voor iedereen een eerlijke prijs gegarandeerd moeten worden, waarbij de volatiele afval- en grondstofprijzen buiten beschouwing worden gelaten ten gunste van langetermijnrelaties.

Ook de kwestie van de seizoensgebondenheid bij de aanvoer van grondstoffen van natuurlijke oorsprong zal moeten worden bestudeerd. Zij kan gevolgen hebben voor de voorraadvorming (in het beste geval) of voor de productiecyclus (als er geen voorraadvorming mogelijk is).

Distributeurs

Aangezien isolatieproducten groot in omvang zijn en een lage dichtheid hebben, zijn ze relatief ongeschikt voor directe verkoop. De verkoop zal dus noodzakelijkerwijs verlopen via overeenkomsten met netwerken van distributeurs die warm gemaakt moeten worden voor ons concept.

Er zal ook nood zijn aan beïnvloeders voor grote projecten (architecten, algemene aannemers ...).

En om onszelf kenbaar te maken, zullen we geld moeten uitgeven aan marketing.

In dit verband moet worden opgemerkt dat bij de renovatie van overheidsgebouwen mogelijk materialen van natuurlijke oorsprong moeten worden gebruikt, die lokaal zijn vervaardigd of wellicht een circulaire of sociale-economie-achtige component hebben om de lokale actoren te stimuleren.

Onderaannemers

Er kan een beroep gedaan worden op uitbesteding om bepaalde materialen voor te bereiden: bijv. cellulosewatten als er een lokale speler bestaat, of verwerking van kippenveren indien aanwezig, enz. Iets om in gedachten te houden bij het analyseren van de kanalen.

Concurrenten

Geen Brusselse isolatieproducenten, maar een zeer competitieve markt.

Locatie

Wil ze winstgevend zijn, dan moet de activiteit grote volumes verwerken. De activiteit kan zich beslist vestigen in Brussel, in een meer industriële wijk, want zij vraagt veel ruimte en genereert heel wat verkeer. Minimaal in 10 tot 15.000 m² voorzien, evenals een perron voor het laden van afgewerkte goederen (15 opleggers van 40 m³ per dag) en een perron voor het lossen van grondstoffen (ongeveer 50 vrachtwagens/dag). Voor het vervoer van goederen kan de binnenvaart worden overwogen, vooral voor inputs. Partnerschappen op het gebied van de inzameling, sortering en verwerking van grondstoffen zouden de productieoppervlakte kunnen beperken tot het strikt noodzakelijke.

Sleutelfactoren voor succes

Operationele en commerciële belemmeringen

Er moeten ongetwijfeld een reeks erkenningen worden verkregen om door het beroep te worden erkend, met in het bijzonder een extern advies over de kwaliteit van de aangeboden isolatiematerialen (CSTW ...) en erkenningen voor het op de markt brengen ervan.

De vereiste omvang is ook een obstakel, aangezien de initiële investering aanzienlijk is (5 tot 6 miljoen euro) en een solide financieringsronde vereist, met de hulp van Brusselse openbare investeerders (finance.brussels) en de privésector.

Intellectuele eigendom

Weinig IE's in dit dossier voor de uitvoering van bestaande processen, maar er zullen financiële overeenkomsten gesloten moeten worden om de bestaande technologieën te gebruiken.

Waarschijnlijke bescherming van een innovatief O&O-proces dat tot resultaat zou leiden (maar dit dient wellicht tegelijk ontwikkeld te worden met een eerste 'winstgevende' commercialisering): men denke hierbij met name aan de valorisatie van kippenveren, maar dit zou van elders kunnen komen.

Wetgevende belemmeringen

Er worden geen bijzondere obstakels verwacht voor de productie van isolatiemateriaal.

Competenties van het projectteam

Het project vergt op vijf vlakken competenties:

- Sectoraal: Om geen fouten te maken en recht op het doel af te gaan, is er behoefte aan een speler die thuis is in de productie en de verkoop van producten in de bouwsector
- Technisch: Ingenieurs en beheerders om de productieprocessen te kiezen en om de werken en de start van de productie op te volgen
- Commercieel om samenwerkingsverbanden aan te gaan in zowel de sourcing van materialen als de distributie van producten
- Marketing om het product bekend te maken bij de doelgroepen
- People management want er zal gedurende een langere periode een zeer groot team aangestuurd moeten worden (60 tot 80 VTE's)

Er moeten partnerschappen met Actiris gesloten worden voor de opleiding van arbeiders voor de productiefabriek en van plaatsers voor de plaatsing van onze producten bij eindklanten.

Actie van het BHG om er een succes van te maken

Zonder solide steun van het BHG op verschillende vlakken is dit project niet mogelijk:

1. Hulp bij het vinden van een geschikte locatie voor de productie (Hub.Brussels, CityDev,...)
2. Actieve ondersteuning van de projectdragers om hen te helpen hun 1ste financieringsronde tot een goed einde te brengen
3. Uitwerking van bestekken om het gebruik van circulair isolatiemateriaal bij de bouw en de renovatie van openbare gebouwen te bevorderen
4. Snelle uitvoering van de voorstellen van de Brusselse regering om de thermische renovatie van oude woningen (maar ook van de tertiaire sector) te bevorderen:
 - a. Herziening van het systeem van tegemoetkomingsmaatregelen bij isolatie om deze aantrekkelijker te maken
 - b. Bij deze tegemoetkomingsmaatregelen, een veel grotere tegemoetkoming voorzien voor burgers die gebruik maken van natuurlijke isolatiematerialen
 - c. Bij een verandering van eigenaar de thermische renovatie van een huurwoning verplicht maken
 - d. Energielekken in kaart brengen en oudere woningen belasten die binnen 18 maanden na ingebrekestelling niet geïsoleerd zijn

Referenties en links

Naast de hierboven genoemde referenties en inspiratiebronnen:

- Etude Nomadeis sur le potentiel des différentes filières de production d'isolants naturels et recyclés (Frankrijk, 2012)
- http://www.vegetal-e.com/fichiers/2012-nomadeis-pour-dhup-etude-filieres-biosources-construction-partie-1_1454613418.pdf
- Inter-Reg project SB& WRC over de productie van 3 isolatiematerialen uit gerecycleerde materialen
- <https://asbp.org.uk/asbp-news/discover-all-the-documents-from-the-sbwrc-project>
- en met name studie over de beschikbare volumes: <https://www.construction21.org/data/sources/users/18990/docs//sbwrc-mt3-2-assessment-resources-stocks-flux-en.pdf>
- Sustainable panels with recycled materials for building applications
- https://www.researchgate.net/publication/311977964_Sustainable_Panels_with_Recycled_Materials_for_Building_Applications_Environmental_and_Acoustic_Characterization
- Chicken Feather insulation: Aeropowder : <https://www.fastcompany.com/40428901/a-new-way-to-insulate-your-house-chicken-feathers>
- Batiplum: isolation plumes de canard <http://users.telenet.be/batiplum/mur.html>
- Application of Chicken Feather waste as material of nonwoven insulator <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5054508>
- Prijs van isolatiemateriaal: <https://www.prix-travaux-m2.com/prix-isolation-thermique.php>
- En <https://www.toutsurlisolation.com/Choisir-son-isolant/Comparer-les-isolants/Le-prix-de-l-isolation>
- En <https://www.livios.be/fr/info-construction/gros-oeuvre/isolation/prix-indicatifs-isolation/>
- Valorisatie van pluimvee-afval in Algerije: https://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_2402_0.pdf
- Sonian Wood Coop: <https://sonianwoodcoop.be/>