

Is stro stro en blijft stro stro

TNO 2025 R11030 – 21 mei 2025

Is stro stro en blijft stro stro

Auteurs	G. Buitenhuis Ir. J.F. Vette M. van den Oever (WFBR) J. Donkers (WFBR)
Rubricering rapport	TNO Public
Aantal pagina's	138 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	0
Projectnaam	Is stro stro en blijft stro stro
Projectnummer	060.62192

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2025 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
2	Opdrachtgeving.....	6
3	Is stro stro	7
3.1	Introductie	7
3.2	Materialen	7
3.3	Methodes.....	8
3.4	Resultaten	14
3.5	Discussie 'Is stro stro'.....	20
4	Blijft stro stro	22
4.1	Introductie	22
4.2	Projecten.....	22
4.3	Methode.....	22
4.4	Resultaten	23
5	Conclusies.....	26
5.1	Is stro stro	26
5.2	Blijft stro stro.....	26
6	Conclusies.....	28
6.1	Is stro stro	28
6.2	Blijft stro stro.....	28
	Bijlage A – SEM foto's gehakseld geel tarwestro.....	30
	Bijlage B - SEM foto's gehakseld donker tarwestro.....	37
	Bijlage C - SEM foto's gehakseld wintergerst	44
	Bijlage D - SEM foto's stro uit woning Neede start bouw 2015, ingebruikname 2016	49
	Bijlage E - SEM foto's stro uit woning Lent, start bouw 2014, ingebruikname 2015	57
	Bijlage F - SEM foto's stro uit woning Megchelen, start bouw 2014, ingebruikname 2014.....	63
	Bijlage G - SEM foto's stro uit woning Riemst, start bouw 2009, ingebruikname 2010	71
	Bijlage H - SEM foto's stro uit woning Herentals, start bouw 2000, ingebruikname 2003	77
	Bijlage I – Checklijst Neede.....	86
	Bijlage J – Checklijst Lent.....	99
	Bijlage K – Checklijst Megchelen.....	108
	Bijlage L – Checklijst	116
	Riemst117	
	Bijlage M – Checklijst Herentals.....	132
7	Ondertekening.....	138

1 Inleiding

Building Balance is een landelijk transitieprogramma met als doel het gebruik van biograndstoffen in de bouw versneld op te schalen. Het programma levert daarmee een actieve bijdrage aan de landbouw- en grondstoffentransitie. Het richt zich voornamelijk op het toepassen van teelten en reststromen van Nederlandse bodem voor de productie van biobased bouwproducten. Deze producten hebben de potentie om op grote schaal bij te dragen aan de klimaatdoelen, circulaire doelen en de doelstellingen van het Nationale Aanpak Biobased Bouwen.

Voor het productcertificeringstraject is het voor Building Balance belangrijk om te weten of er verschil is tussen de verschillende stro-soorten. Voor het procescertificeringstraject is het belangrijk om te weten hoe stro zich gedraagt in de end-use situatie. TNO is gevraagd antwoord te geven op de twee vraagstukken, zijnde:

1. Is stro stro?
2. Blijft stro stro?

2 Opdrachtgeving

Van Building Balance is de opdracht ontvangen om de onderstaande werkzaamheden uit te voeren:

1.1 Is stro stro?:

Onderzoek aan de strosoorten, c.q. varianten geel en donker tarwestro en wintergerst. De volgende onderzoeken zullen worden uitgevoerd:

- microscopisch onderzoek naar de specifieke details die relevant geacht worden voor de isolatiewaarde van de drie strosoorten, c.q. varianten daarvan;
- maken van proefboxen waarin de drie eerdergenoemde strosoorten, c.q. zijn toegepast als inblaasisolatie met een - door Building Balance opgegeven - dichtheid;
- het bepalen van de dichtheid van het in de proefboxen ingeblazen stro door middel van wegen en het indicatief bepalen van de isolatiewaarde van het stro in de proefboxen met behulp van een TEMPOS Thermal Properties Analyzer van METER Group. De monsters zullen in tweevoud genomen worden.

2.2 Blijft stro stro?:

- In-situ metingen: 3 - 5 woningen die door NL strobouwers in de laatste 5 tot 10 jaar zijn gebouwd en enkele woningen van 50 tot 75 jaar oud. De te onderzoeken objecten dienen door Building Balance te worden aangedragen. Op elke locatie wordt het onderstaande beoordeeld en gemeten:
 - Invullen van de checklijst, zie bijlage.
 - Meten van het vochtgehalte met een digitale vochtmeter voor stro en de isolatiewaarde indicatief bepalen met de Thermal Properties Analyzer.
 - Indien mogelijk wordt monstermateriaal uit de bestaande woningen genomen voor:
 - Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde van het toegepaste stro zoals hierboven aangegeven onder punt 1.
 - Indien voldoende materiaal beschikbaar is voor het volblazen van de proefboxen, zal de dichtheid van de het ingeblazen stro in de proefbox bepaald worden, evenals de indicatieve isolatiewaarde van het stro in de proefboxen met behulp van de Thermal Properties Analyzer.

3 Is stro stro

3.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de stappen die zijn gezet ter beantwoording van de onderzoeksvraag 'Is stro stro'. Eerst worden de drie aangeleverde strosoorten, c.q. varianten omschreven in het hoofdstuk 'Materialen'. Het hoofdstuk 'Methodes' licht de gebruikte analysemethoden toe, met foto's van de opstellingen en processen. Hoofdstuk 3.4 'Resultaten' en bijlages A t/m D weergeven de resultaten van de analyses. Vervolgens wordt in de discussie en conclusie de onderzoeksvraag beantwoord.

3.2 Materialen

In dit onderzoek zijn drie strosoorten, c.q. varianten meegenomen. Deze strosoorten zijn afgeleverd bij het TNO Bouwinnovatie Lab in Delft in onbeschadigde luchtdichte plastic verpakkingen. De volgende strosoorten, c.q. varianten zijn ontvangen (informatie op de verpakking), die bij ontvangst voorzien zijn van de hieronder vermelde monstercodes:

Tabel 3.1: Ontvangen strosoorten

Strosoort	Monstercode	Informatie op verpakking
Geel tarwestro	060.62192-A	Gehakseld tarwestro 1-3 cm - 08-09-2024 week 36 - 109701089
Donker Tarwestro	060.62192-B	Gehakseld tarwestro 2-5 cm - 03-09-2024 week - 36 101401011
Wintergerststro	060.62192-C	Gehakseld gerst - 08-09-2024 week 36 - 97901112





Figuur 3.1 Geleverde strotypes LB: geel tarwe, RB: donker tarwe, LO: wintergerst

3.3 Methodes

3.3.1 Verdeling van vezellengtes bepalen

Per strototype is de verdeling van vezellengtes bepaald door per strototype een sample van 20 vezels te pakken en de lengte van de individuele vezels te meten met een schuifmaat.

3.3.2 Microscopisch onderzoek

Deze activiteit is uitgevoerd door Wageningen Food & Biobased Research. Vanuit de grote verpakking zijn twee bakken van 45 liter gevuld en in de klimaatkamers geplaatst. Uit een van de bakken is het monster gehaald.



Figuur 3.2 Sampleneming voor analyse

De monstermateriaal is opgeslagen in een klimaatkamer met een temperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 65%.

Een representatief monster van enkele grammen voor microscopisch onderzoek bij Wageningen Food & Biobased Research. De monsters zijn gemerkt met 060.62192-A/B/C/D-3. Deze monsters zijn op 14 oktober 2024 afgeleverd in Wageningen.

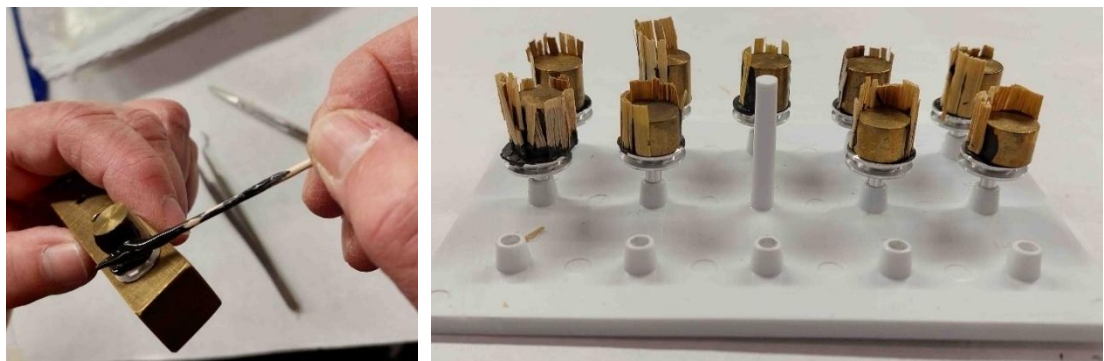
Voorbereiding

Voorbereiding van de stro-monsters t.b.v. scanning electronen microscopie (SEM):

- › Conditioneren bij 23°C en 50% RV gedurende 7 dagen.
- › Cryo knippen (in vloeibare stikstof) van stro-deeltjes op random plaatsen, loodrecht op de stengelrichting zie Figuur 3.3. Ca. 5 stro-deeltjes per monster.
- › Stro-deeltjes plakken op koperen cilinder m.b.v. Leit-C conductive carbon cement; de breukzijde van het stro naar boven.
- › Overnacht drogen aan de lucht; 2 keer 24 uur onder vacuüm; daarna in exsiccator om droog te houden tot sputteren (Figuur 3.5 Links).
- › Sputteren met 12 nm wolfram m.b.v. een Leica EM scd 500 sputtercoater. Twee keer, onder een hoek van +45° (zie foto Figuur 3.5 Rechts) en -45°.



Figuur 3.3 Cryo knippen van stromonsters



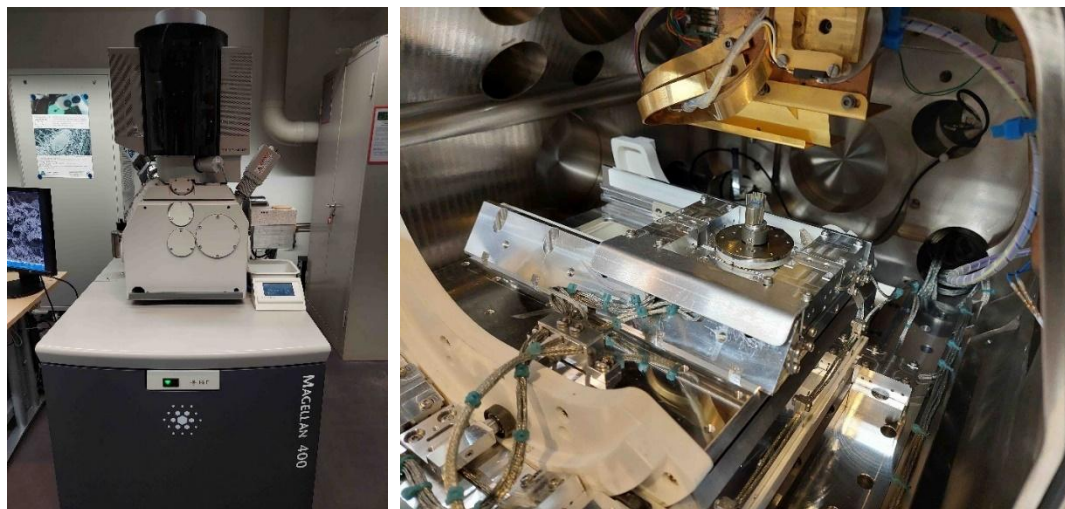
Figuur 3.4 Plakken van cryo geknipte stro-monsters op metalen cilindres



Figuur 3.5 Links: Vacuum-drogen van stro-monsters vóór sputteren. Rechts: Sputteren van dun laagje wolfram op stro-monsters.

Scanning electron microscopie (SEM):

- Analysen van de breukoppervlakken van de stro-monsters in een FESEM (FEI Magellan 400) bij hoog vacuüm (10-5 mbar) en kamertemperatuur op een werkafstand van ca. 4 mm, met SE-detectie bij 2 kV en 13 pA. Vergrotingen: 250x, 500x, 1000x.



Figuur 3.6 FEI Magellan scanning electronen microscoop (links) met een stro-monster in de objectkamer (rechts).

3.3.3 Klimatiseren van het stro

Vanuit elke grote verpakking zijn twee plastic bakken gevuld met ca. 45 liter gevuld met stro en voor drie weken in klimaatkamers geplaatst. De bakken zijn voorzien van de hieronder vermelden codering. De bakken zijn respectievelijk in de volgende klimaten geplaatst (bovenzijde van de bakken niet afgedekt):

- 060.62192-A/B/C/D-1 normaal (20°C/65%RV)
- 060.62192-A/B/C/D-2 vochtig (20°C/80%RV)



Figuur 3.7 Klimatiseren van de strosoorten c.q. varianten

3.3.4 Bepalen van vochtgehalte na klimatiseren

Van het geklimatiseerde stro in de plastic bakken in de verschillende klimaatmakers zijn monsters genomen voor het bepalen van het vochtgehalte van het stro. Per strotipe zijn 5 monsters genomen: één monster uit de baal, en twee monsters uit de twee bakken in de klimaatkamers. Het vochtgehalte is bepaald door middel van wegen en drogen bij 105°C (volgend uit ISO 287:2017). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.2 en Tabel 3.3.

3.3.5 Bepalen van indicatieve isolatiewaarde

In tegenstelling tot wat is opgenomen in de offerte en vermeld onder “Opdracht” zijn er geen proefboxen volgeblazen. Op verzoek van Building Balance zijn in het TNO Bouwinnovatie Lab in Delft proefboxen gemaakt met binnen afmetingen van 200x200x200 mm. Deze proefboxen hebben één plexiglas zijde, om het stro zichtbaar te houden.

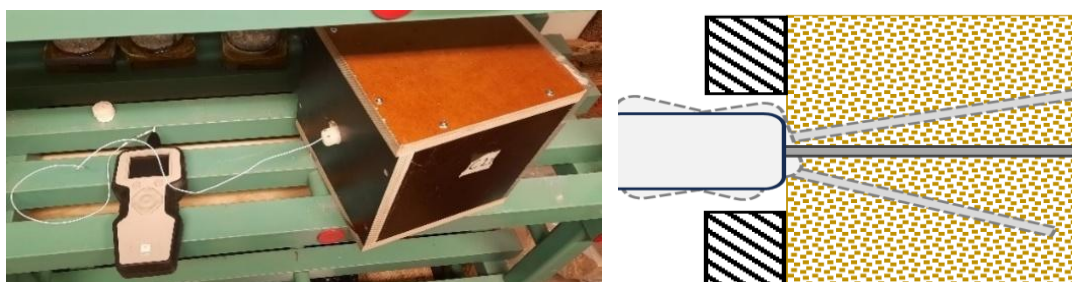


Figuur 3.8 Het vulproces van de proefboxen

De proefboxen zijn, door middel van trillen en voorzichtig aandrukken, gevuld met een dichtheid van 100kg/m³ met stro uit de plastic bakken in de klimaatkamer. Om deze dichtheid te bereiken is elke box gevuld met 800 gram stro. Voor het trillen is de Vibrating Table 6933/EN van Toni Technik Baustoffprüfsysteme GmbH gebruikt, met een amplitude van 75mm in intervals van 120 seconden.

Per strosoort c.q. variant zijn 2 proefboxen gevuld die als volgt zijn gecodeerd met 060.62192 - A/B/C/D - 1/2 - 1/2 (Projectnummer - strosoort c.q. variant - klimaat - monsternummer).

Elke proefbox is gemaakt met een gat aan de achterzijde, afgesloten met een stop. Via dit gat in de achterzijde de isolatiewaarde gemeten met de KS-3i sensor van de Thermal Properties Analyzer. Bij elke proefbox is de isolatiewaarde op 3 verschillende plaatsen gemeten, door de sensor driemaal in het stro te prikken, telkens onder een andere hoek, zie Figuur 3.9. Deze meetpunten worden in Figuur 3.9 aangeduid met ‘laag’, ‘midden’ en ‘hoog’. De resultaten zijn weergegeven in [Tabel 3.4](#) en [Tabel 3.6](#)



Figuur 3.9 Metingproces van indicatieve isolatiewaarden

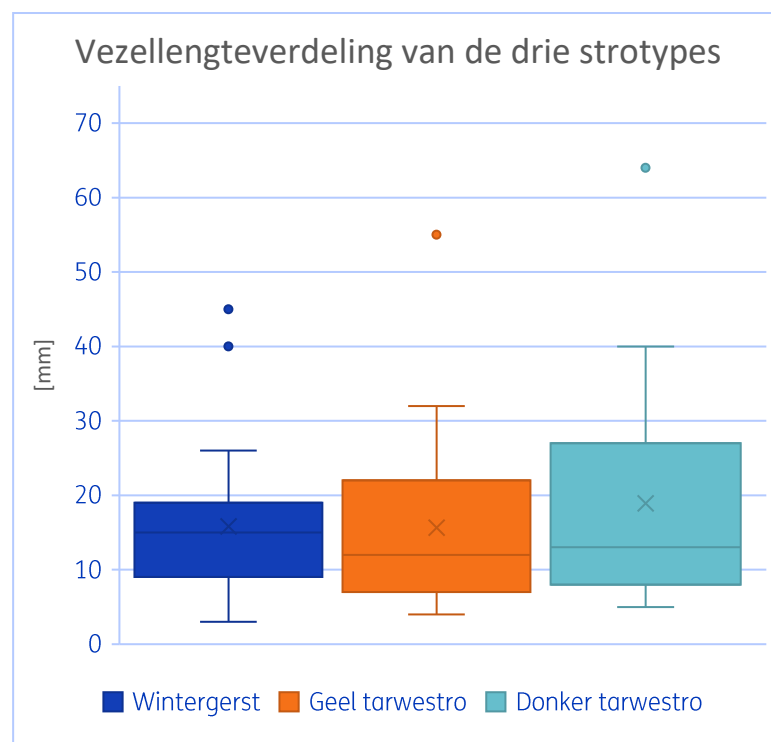
Instellingen van de Thermal Properties Analyzer

Om de Thermal Property Analyzer te kunnen gebruiken, moet de volumetric specific heat worden ingegeven. Hiervoor is de specific heat van cellulose gebruikt. Deze is $1,6 \text{ kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$ (NEN-EN-ISO 10456). Bij een dichtheid van $100 \text{ kg}/\text{m}^3$, zoals gebruikt in dit project, wordt de volumetric specific heat $160 \text{ J}/(\text{m}^3 \times \text{K})$. Deze waarde is ingegeven op de Thermal Property Analyzer.

3.4 Resultaten

3.4.1 Gemeten verdeling van vezellengtes

Figuur 3.10 weergeeft de verdeling van gemeten vezellengtes weer van de vier strotypes in de vorm van boxplots. De bolletjes buiten de boxplot zijn de outliers; dit zijn de lengtes van vezels die veel afwijken van de andere gemeten vezels. De 'X' in de boxplot geeft het gemiddelde weer. Bij donker tarwestro liggen de vezellengtes het verst uit elkaar, en ligt het gemiddelde iets hoger dan bij de andere twee strotypes.



Figuur 3.10 Gemeten vezellengte verdeling van de drie strotypes

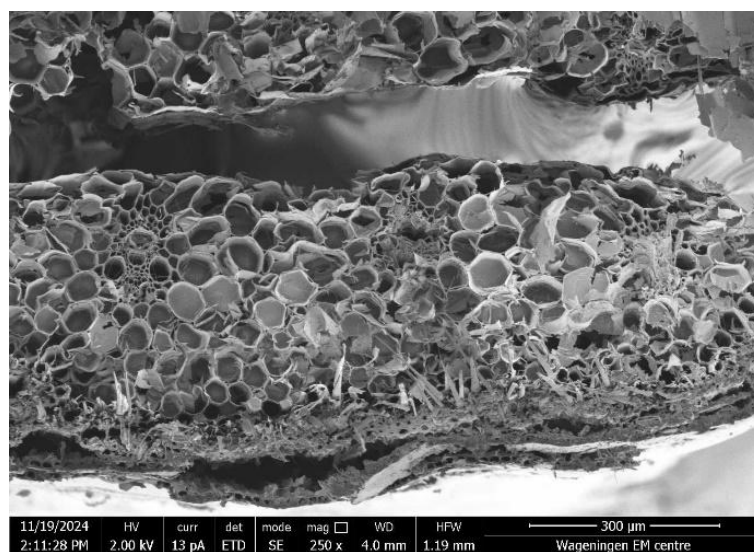
3.4.2 Microscopisch onderzoek

Aandachtspunten bij het beoordelen van SEM de foto's

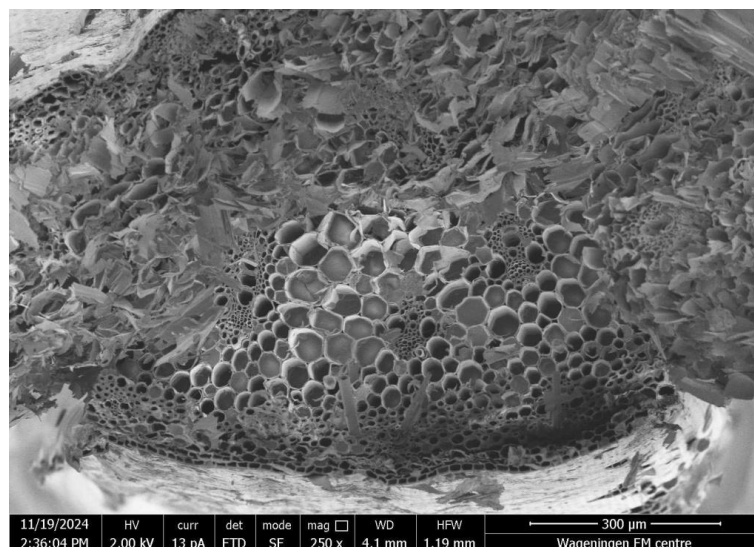
Bij het beoordelen van de foto's dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- › Per stro-monster zijn foto's gemaakt van 3 of 4 stro-deeltjes. Dit is te beperkt voor een statistische beoordeling, maar voldoende om een gegronde indruk te krijgen van de celstructuur van het stro.
- › De onderzijde van de stro-deeltjes op de foto's is telkens de buitenzijde van de strostengel, de bovenzijde op de foto is de binnenzijde van de strostengel.
- › De stukjes strostengel op de foto's zijn ca 1.2 mm breed voor de 250x vergrotingen (zichtbaar in de informatiebalk onderaan de foto's), en ca 0.6 en 0.3 mm breed voor respectievelijk de 500x en 1000x vergrotingen.

- › De foto's geven een globale indruk van de microstructuur in de stro-deeltjes. Het cryo knippen kan invloed hebben op de structuur. Echter, de ogenschijnlijk vrijwel ongeschonden structuur van meerdere stro-deeltjes (zie m.n. Figuur 3.11, Figuur 3.12), en de constant uitgevoerde procedure waarmee de stro-monsters zijn voorbereid voor SEM-analyse, zijn een sterke aanwijzing dat het cryo knippen zeer beperkt of geen invloed heeft gehad op de structuur van goed stro, en dat gekwetste structuren voornamelijk het gevolg zijn van eerdere verwerking: tijdens de graanoogst, het persen tot balen, c.q. het hakselen tot deeltjes van 1 – 3 cm.
- › Sommige stukjes stro zijn lateraal (van buitenzijde naar binnenzijde van de strostengel) gebroken. Deze breuken bemoeilijken de interpretatie van de structuur, maar zijn bewust en zo goed mogelijk meegenomen tijdens het interpreteren.
- › Aan de buitenzijde van de stro-stengels (onderzijde op de foto's) zitten dikwandige cellen met relatief kleine diameter, ook vezels genoemd (verder te noemen 'gevulde cellen'). Aan de binnenzijde van de stro-stengels (bovenzijde op de foto's) zitten cellen met relatief grote diameter, dunne celwanden en betrekkelijk veel lucht in het midden (verder te noemen 'holle cellen'). In de laag met holle cellen zitten her en der houtvaten bestaande uit meer of minder dikwandige cellen met relatief kleine diameter.
- › De kijkrichting is niet in alle gevallen loodrecht op de stengel/celrichting. Hoe meer de zijkant van stro-deeltjes zichtbaar is, des te minder loodrecht de kijkrichting op de celrichting staat. Een minder loodrechte kijkrichting bemoeilijkt de interpretatie, maar is bewust en zo goed mogelijk meegenomen tijdens de interpretatie.
- › Microscopie geeft inzicht in de micro-structuur van het stro, maar niet in de macro-structuur van de geperste stro-balen en eventuele veranderingen daarin.



Figuur 3.11 Stro uit woning Megchelen (Bijlage F, Figuur 63), 250x vergroot, 2 Stro-deeltjes naast elkaar.



Figuur 3.12 Stro uit woning Megchelen (Bijlage F, Figuur 67), 250x vergroot. Dubbelgevouwen stukje stengel.

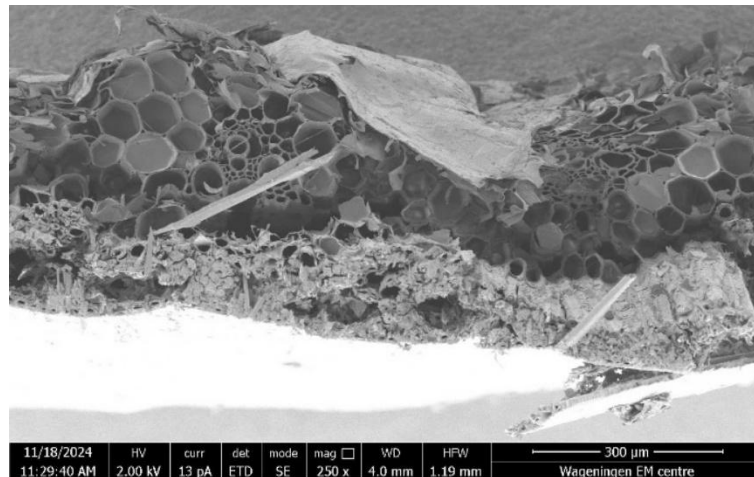
Resultaten

De SEM foto's zijn te zien in Bijlage A-D. Op de foto's van de monsters geel tarwestro (Bijlage A), donker tarwestro (Bijlage B) en wintergerst (Bijlage C) kan het volgende worden waargenomen:

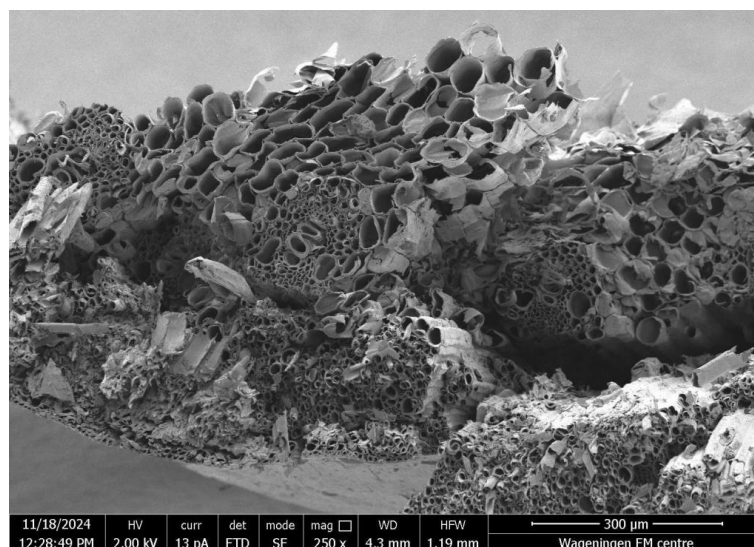
- Celgrootte: De stro-deeltjes bevatten cellen met uiteenlopende diameter. Echter, globaal gezien is de celgrootte voor de 3 monsters vergelijkbaar.
 - Hoe groter de cellen, des te hoger de verhouding lucht:plantaardig materiaal, des te beter de isolatiewaarde die verwacht wordt. De thermische geleiding van lucht is ca 0.030 W/m.K, die van fijnspar-hout (celwanddikte tussen die van 'gevulde' en holle cellen in stro) 0.090 W/m*K en hoger;¹ hoe lager deze waarde, des te beter de isolatiewaarde.
- Gevulde cellen versus holle cellen: De stro-deeltjes bevatten een laag grotendeels gevulde cellen met relatief kleine diameter aan de buitenzijde, en een dikkere laag holle cellen met relatief grote diameter aan de binnenzijde. Globaal gezien is de verhouding in laagdikte van gevulde versus holle cellen vergelijkbaar voor de 3 stro-monsters.
 - Holle cellen hebben een betere isolatiewaarde dan gevulde cellen (zie toelichting bij vorige bullet).
- Het 'intact-zijn' van de holle cellen: Een deel van de holle cellen heeft min of meer de oorspronkelijke (rondvormige) structuur behouden; voorbeelden zijn gegeven in Figuur 3.13, Figuur 3.14 en Figuur 3.15. Een deel van de holle cellen is in kleine of grote mate plat gedrukt. Cellen die flink zijn plat gedrukt bevatten scheuren, tenminste in de scheidingschijven (septa) in cellen, met oranje cirkels aangegeven in Figuur 3.16. Globaal gezien is de mate waarin cellen intact of plat gedrukt zijn vergelijkbaar voor de 3 stro-monsters.
 - Intacte ronde cellen bevatten meer lucht dan plat gedrukte cellen, waardoor de verhouding lucht/materiaal hoger is voor intacte cellen, en waardoor voor intacte ronde cellen een betere isolatiewaarde verwacht wordt.

¹ <https://link.springer.com/article/10.1007/s10765-023-03238-7#:~:text=The%20thickness%20of%20test%20spruce,%E2%88%921%C2%B7K%E2%88%921>

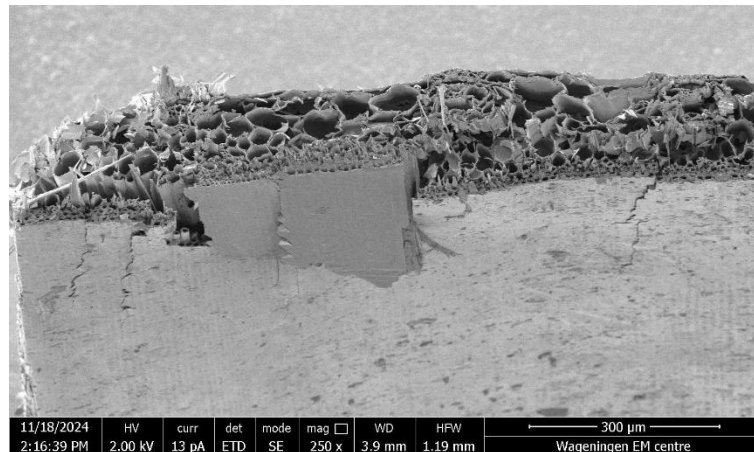
- Lucht zal door stro met grotendeels intacte cellen in principe minder snel kunnen stromen dan door stro met grotendeels gescheurde/gebarsten cellen als gevolg van flinke vervorming, met als gevolg dat voor gescheurd/gebarsten cellen een mindere isolatiewaarde verwacht kan worden.
- Dikte van stro-deeltjes: De dikte varieert binnen de stro-monsters, maar lijkt gemiddeld groter voor tarwestro dan voor gerststro.



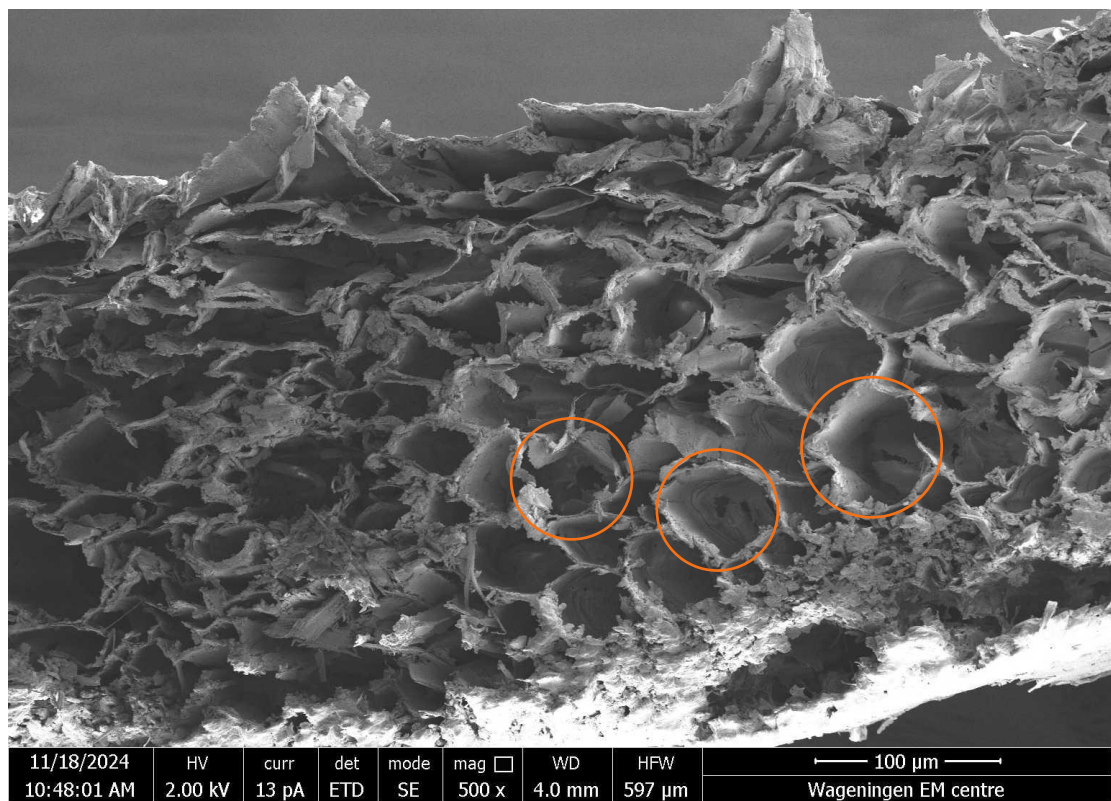
Figuur 3.13 Geel tarwestro (Bijlage A, Figuur 9), 250x vergroot



Figuur 3.14 Donker tarwestro (Bijlage B, Figuur 13), 250x vergroot. Meerdere stro-deeltjes naast elkaar.



Figuur 3.15 wintergerst (Bijlage C, Figuur 33), 250x vergroot, code C9.



Figuur 3.16 Geel tarwestro (Bijlage A, Figuur 2), 500x vergroot, code A2. Sommige scheidingsschijven (septa) zijn gescheurd, aangegeven in de oranje cirkels.

3.4.3 Bepalen van het vochtgehalte na het klimatiseren

Tabel 3.2 Vochtgehaltebepaling van het aangeleverde gehakselde stro

Type	Gewicht van sample voor het drogen [gram]	Gewicht van sample na het drogen [gram]	Vochtpercentage van het stro [%]
060.62192-A-1 Geel tarwestro	23,37	19,68	15,8%
060.62192-B-1 Donker tarwestro	24,05	20,96	12,8%
060.62192-C- 1 wintergerst	20,59	18,06	12,3%

Tabel 3.3: Vochtgehaltebepaling van stro na klimatisatie.

Strotype	Gemiddeld vochtpercentage
060.62192-A-1 Geel tarwestro- bij 20 °C /65% RH	14,2%
060.62192-B-1 Donker tarwestro- bij 20 °C /65% RH	15,1%
060.62192-C-1 Wintergerst - bij 20 °C /65% RH	15,0%
060.62192-A-2 Geel tarwestro- bij 20 °C /80% RH	17,5%
060.62192-B-2 Donker tarwestro- bij 20 °C /80% RH	18,4%
060.62192-C-2 Wintergerst - bij 20 °C /80% RH	18,0%

3.4.4 Bepalen van indicatieve isolatiewaarde

Tabel 3.4: Resultaten van indicatieve isolatiewaardenmeting bij een dichtheid van 100 kg/m³

Tabel 3.5: Tekst

Strotype en klimatisatie	Code	Meting 1 Midden [W/m ² *K]	Meting 2 Hoog [W/m ² *K]	Meting 3 Laag [W/m ² *K]
Geel tarwestro- bij 20°C /65% RH	060.62192-A-1-1	0,03857	0,03646	0,03951
	060.62192-A-1-2	0,03758	0,03925	0,0414
Donker tarwestro- bij 20°C /65% RH	060.62192-B-1-1	0,03793	0,03499	0,03815
	060.62192-B-1-2	0,04141	0,0377	0,04107
Wintergerst - bij 20°C /65% RH	060.62192-C-1-1	0,03535	0,0361	0,04114
	060.62192-C-1-2	0,03657	0,04344	0,03973
Geel tarwestro- bij 20°C /80% RH	060.62192-A-2-1	0,04079	0,03477	0,03807
	060.62192-A-2-2	0,04006	0,03977	0,03861
Donker tarwestro- bij 20°C /80% RH	060.62192-B-2-1	0,04283	0,04082	0,03808
	060.62192-B-2-2	0,04653	0,04142	0,03662
Wintergerst - bij 20°C /80% RH	060.62192-C-2-1	0,04072	0,03825	0,04297
	060.62192-C-2-2	0,03588	0,04038	0,04559

Tabel 3.6: Gemiddelde, minimale en maximale gemeten indicatieve isolatiewaarden bij 20°C en 65% RH

Strotype en klimatisatie	Code	Gemiddelde indicatieve isolatie waarde [W/m²K]	Laagst gemeten indicatieve isolatiewaarde [W/m²K]	Hoogst gemeten indicatieve isolatiewaarde [W/m²K]
Geel tarwestro- bij 20°C /65% RH	060.62192-A-1	0,0388	0,03646	0,0414
Donker tarwestro- bij 20°C /65% RH	060.62192-B-1	0,0385	0,03499	0,04141
Wintergerst - bij 20°C /65% RH	060.62192-C-1	0,0387	0,03535	0,04344

Tabel 3.7: Gemiddelde, minimale en maximale gemeten indicatieve isolatiewaarden bij 20°C en 80% RH

Strotype en klimatisatie	Code	Gemiddelde indicatieve isolatiewaarde [W/m²K]	Laagst gemeten indicatieve isolatiewaarde [W/m²K]	Hoogst gemeten indicatieve isolatiewaarde [W/m²K]
Geel tarwestro- bij 20°C /80% RH	060.62192-A-2	0,0387	0,03477	0,04079
Donker tarwestro- bij 20°C /80% RH	60.62192-B-2	0,0411	0,03662	0,04653
Wintergerst - bij 20°C /80% RH	060.62192-C-2	0,0406	0,03588	0,04559

3.5 Discussie ‘Is stro stro’

Gemeten fractiegrootte

Op de verpakkingen van het gele tarwestro en donkere tarwestro staan de indicatie ‘1-3cm’ en ‘2-5cm’ respectievelijk. De handmatige metingen van individuele vezellengtes laat zien dat de gemeten vezellengtes dicht bij elkaar liggen, en buiten de genoemde ranges vallen; bij donker tarwestro ligt meer dan 50% van de gemeten vezellengtes onder de 15 millimeter. Bij alle drie de strotypes ligt de variatie in lengte van de vezels ver uit elkaar. Alle strotypes bevatten kleine deeltjes met een lengte van 3-5mm, en delen van strohalmen die rond de 60mm zitten.

Observaties microscopie foto's

De verschillen binnen de onderzochte stro-monsters voor wat betreft 1) celgrootte, 2) verhouding holle/gevulde cellen en 3) het intact-zijn van de holle cellen zijn groter dan de verschillen tussen de monsters tarwestro en wintergerst. Een van de observaties uit de SEM foto's is de mate waarin de holle cellen nog intact zijn. Zoals toegelicht in paragraaf 3.4.2 (bij de 4^e bullet), kan redelijkerwijs worden verwacht dat vervormingen en schade aan holle cellen met name veroorzaakt zijn door verwerkingsoperaties vóór de SEM-analyse; het oogsten en hakselen van de vezels.

Vulmethode van de proefboxen

Wanneer gehakseld stro wordt toegepast als isolatiemateriaal wordt een van te voren bepaald gewicht met hoge snelheid onder druk ingeblazen in een volume. De proefboxen in dit onderzoek zijn gevuld door een afgewogen hoeveelheid stro handmatig met een triltafel

in de proefboxen te plaatsen. Dit is afwijkend van de praktijk. De aanname is dat de vulmethode in dit onderzoek een hogere en minimaal gelijke nauwkeurigheid heeft vergeleken met het inblazen in de praktijk.

Indicatieve isolatiewaarden

De gemeten indicatieve lambda waarden van geel tarwestro, donker tarwestro en wintergerst liggen bij een bulkdichtheid van 100 kg/m³, bij 20°C en 65% RH dicht bij elkaar. Bij de proefboxen geklimatiseerd bij 20°C en 80% RH liggen de gemeten indicatieve isolatiewaarden iets verder uit elkaar, zie [Tabel 3.7](#).

Om de indicatieve labmetingen voor de onderzoeksvraag ‘Is stro stro?’ en de indicatieve in-situ metingen voor onderzoeksvraag ‘Blijft stro stro?’ goed te kunnen vergelijken, is dezelfde meetmethodiek toegepast. De metingen zijn daarom in beide gevallen uitgevoerd met een Thermal Properties Analyzer, waarmee indicatieve isolatiewaarden zijn verkregen. Het bepalen van de isolatiewaarde van in-situ inblaasisolatie van natuurlijke vezels moet volgens de EAD 040138-01-1201² worden uitgevoerd op basis van NEN-EN-12667. Deze NEN norm stelt dat de isolatiewaarde bepaald moet worden via een opstelling met een ‘Guarded hot plate’. Bij eventueel vervolgonderzoek naar enkel ‘is stro stro’, zou meten met een guarded hot plate opstelling meer in lijn zijn met de voorgeschreven normen.

² [EAD 040138-01-1201](#)

4 Blijft stro stro

4.1 Introductie

Aan de hand van:

- Het bezoeken van projecten waar stro is toegepast als isolatiemateriaal,
- Het voeren van gesprekken met de gebouweigenaren,
- Het beoordelen van de constructie en het doen van eventuele metingen,
- Het nemen en laten onderzoeken van monsters,

is getracht een antwoord te geven op de vraag of stro in de tijd stro blijft.

4.2 Projecten

Door en/of namens Building Balance zijn de onderstaande projecten aangedragen:

- Kantoor Davids bouwkundig ontwerp en adviesbureau, Oude Deldenseweg 3 te Neede
- Project Iewan³, De Kleine Wiel, Karl Marxstraat 101 te Lent.
- Kantoor Studio Nico Wissing, Julianaweg 22 7078 AR te Megchelen.
- Kantoor Architectengroep Barchi, Tikkelsesteeg 11 te Riemst.
- Woning David Michiels, Diesterbaan 30 te Herentals.

4.3 Methode

De in 4.2 genoemde projecten zijn bezocht. Tijdens het bezoek is door middel van een interview met de gebouweigenaar zoveel mogelijk informatie over het gebouw, de bouwperiode, de gebruikersfase en het toegepaste stro opgehaald. Daar waar mogelijk zijn constructies beoordeeld, zijn metingen gedaan en zijn monsters stro genomen voor onderzoek bij de WFBR. De informatie uit het interview, de beoordeling en eventuele metingen zijn per project vastgelegd in een “Checklijst stro uit bestaande (oude) gebouwen”. Van de uit de projecten genomen monsters stro is de micro-structuur (morfologie) vastgelegd door gebruik te maken van Scanning electronen microscopie (SEM). De processtappen zijn toegelicht in paragraaf 3.3.2.

De genomen monsters hebben een codes gekregen. Deze code is opgebouwd uit een lettercode, gevolgd door een dubbele punt, gevold door de locatie van monsterneming:

- E:Neede
- F:Lent
- G:Lent
- H:Mechelen
- I:Mechelen
- J:Riemst
- K:Herentals

De monsters worden met deze codering benoemd in dit rapport.

³ [Iewan – Strowijk Nijmegen](#)

4.4 Resultaten

4.4.1 Projecten, checklijsten

De ingevulde checklijsten van de 5 bezochte projecten zijn opgenomen in bijlage I t/m M.

Samenvatting checklijsten “Informatie over het stro in de gevel of het dak”:

- a. Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak
Bij alle vijf de projecten is gewerkt met strobalen als isolatiemateriaal. In het geval van Neede en Lent zijn met strobalen prefab elementen gemaakt. In Megchelen, Herentals en Riemst zijn de strobalen op het bouwplaats in de gevel aangebracht.
- b. Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak
In alle vijf de projecten zijn de strostengels georiënteerd zoals die in een strobaal voorkomen.
- c. Inklinking, zetting
Bij geen van de vijf projecten zijn gevolgen waargenomen die kunnen duiden op inklinking en/of zetting.
- d. Afmetingen van de strostengels
In alle vijf de projecten zijn de afmetingen van de strostengels zoals die in een strobaal voorkomen.
- e. Vochtgehalte van het stro direct na openmaken van de gevel (indien mogelijk)
Bij twee projecten (Neede en Megchelen) is door middel van een sensor de luchtvochtigheid in de constructie gemeten. De luchtvochtigheid in de constructie lag in de regel lager dan de luchtvochtigheid in de ruimte waar een monster is genomen.
- f. Temperatuur
Bij twee projecten (Neede en Megchelen) is de temperatuur in de ruimte en in de constructie gemeten. De temperatuur in de constructie ligt, zoals te verwachten (scheiding tussen binnen en buiten) lager dan in de ruimte. Dit is mooi te zien in het project Megchelen. In het kantoor is de temperatuur van een binnenmuur en een buitenmuur gemeten. In het kader van blijft stro stro hebben deze metingen geen toegevoegde waarde.
- g. Zichtbare vochtplekken en/of schimmels
 - In Riemst is om een oude eik heen gebouwd. De Boom heeft dak beschadigd waardoor er een lekkage is ontstaan. Wordt zichtbaar in het leem aan de binnenzijde. Schade hersteld. Er is geen sprake van schimmelvorming. Vocht is door het leem weggetrokken.
 - In Neede is ergens via het dak vocht in de voorgevel gekomen. Er is nu nog een lichte verkleuring zichtbaar van leem in wand die aansluit tegen het dak. Er is geen sprake van schimmelvorming. Vocht is door het leem weggetrokken.
 - In de andere drie projecten zijn geen vochtplakken en/of schimmels waargenomen.
- h. Nestelt er ongedierte in de stro
Alleen in Lent was er na de oplevering overlast van muizen en superkleine luisachtige. Pas na enkele jaren papier- en zilversjes. Er is geen relatie aangetoond tussen ongedierte en stro als isolatie. In de andere vier projecten is geen ongedierte aangetroffen.

- i. Lambda-waarde van het stro zoals toegepast
Met de Thermal Properties Analyzer is indicatief de lambda-waarde bepaald. Het indicatief bepalen van de lambda-waarde met de Thermal Properties Analyzer blijft indicatief. Uit de metingen blijkt dat de waarde erg varieert. Om de Thermal Property Analyzer te gebruiken is de dichtheid van het te meten materiaal nodig (toegelicht in 3.3.5). In de projecten is de dichtheid van het stro niet te achterhalen. Aan de hand van de interviews is een inschatting gemaakt. Het variëren van de lambda-waarde wordt mogelijk veroorzaakt door een niet goede inschatting.

4.4.2 Beoordeling SEM foto's van uit de projecten genomen monsters

Uit de vijf projecten zijn monsters stro genomen. Voor het beantwoorden van de vraag in hoeverre de gebruiksduur invloed heeft op de structuur die relevant is voor de isolerende werking van stro, zijn SEM foto's van geperst stro uit de isolatieschil van bestaande woningen (monstercodes E t/m K) vergeleken met geel (niet gedegrademd) stro dat dit jaar (2024) geoogst en gehakseld is (monster A).

De SEM foto's van de verschillende projecten zijn opgenomen in de volgende bijlagen:

- Bijlage D - SEM foto's stro uit woning Neede, start bouw 2015, ingebruikname 2016
- Bijlage E - SEM foto's stro uit woning Lent, start bouw 2014, ingebruikname 2015
- Bijlage F - SEM foto's stro uit woning Megchelen, start bouw 2014, ingebruikname 2014
- Bijlage G - SEM foto's stro uit woning Riemst, start bouw 2009, ingebruikname 2010
- Bijlage H - SEM foto's stro uit woning Herentals, start bouw 2000, ingebruikname 2003

Op de foto's kan het volgende worden waargenomen:

- De celgrootte van de stro-monsters E t/m K is gemiddeld vergelijkbaar als voor monster A.
 - o Het valt niet te verwachten dat de celgrootte verandert met de gebruiksduur.
- De verhouding van gevulde cellen t.o.v. holle cellen is voor sommige monsters anders dan voor monster A; stro-monsters F:Lent en J:Riemst vertonen een kleiner aandeel holle cellen, monster K vertoont een groter aandeel holle cellen.
 - o Met toenemend aandeel holle cellen t.o.v. gevulde cellen wordt in beginsel een betere isolatiewaarde verwacht (zie toelichting 'celgrootte' in paragraaf 3.4.1).
- Het aandeel redelijk intacte holle cellen in de ca. 10 jaar oude stro-monsters is groot (E:Neede; G:Lent) tot zeer groot (H:Megchelen). Dit is een sterke indicatie dat de isolatiewaarde van het stro nog behoorlijk behouden is. De holle cellen van het 15 jaar oude stro-monster (J: Riemst) zijn gemiddeld iets meer platgedrukt. Het 25 jaar oude stro-monster (K: Herentals) vertoont vrijwel uitsluitend enigszins plat gedrukte holle cellen, hoewel zeer weinig cellen flink zijn platgedrukt, wat wel zichtbaar is bij het gehakselde monster A.
 - o Op basis van de mate waarin de holle cellen van de stro-monsters uit de woningen beperkt zijn plat gedrukt t.o.v. de gehakselde verse stro-monsters kan verwacht worden dat de isolatiewaarde na 10 tot 25 jaar correcte toepassing in woningen vergelijkbaar is met recent geoogst stro.
 - o Op basis van de sterkere vervorming van holle cellen in sommige gehakselde verse stro-monsters t.o.v. de geperste 10 – 25 jaar oude

- monsters uit woningen kan verwacht worden dat hakselen een negatievere impact heeft op de isolatiewaarde dan persen.
- o Het open scheuren/snijden van cellen als gevolg van het hakselen creëert meer oppervlak en maakt cellen tegelijkertijd toegankelijker voor aantasting door schimmels e.d., hetgeen kan leiden tot snellere ‘veroudering’ en mogelijk snellere achteruitgang van de isolatiewaarde van gehakseld stro t.o.v. geperst stro.
- Het 25 jaar oude stro (K:Herentals) vertoont enige mate van versplintering: brokstukjes celwand die grotendeels (of volledig) zijn losgetrokken van de hoofdstructuur (Bijlage H, bijvoorbeeld Figuur 90 en Figuur 99). Dit kan duiden op verzwakking van de structuur, die na lange tijd zou kunnen leiden tot verbrokkeling van het stro.
 - o Verbrokkeling kan leiden tot verandering in de macro-structuur van de strolaag. Zowel de macro-structuur als de micro-structuur van het stro hebben invloed op de isolatieprestatie.
 - o Onderzoek naar sterkte en rek bij breuk zou meer inzicht geven in mogelijke verzwakking van de strostructuur.
- Sommige stro-deeltjes zijn gemiddeld dikker dan andere: E:Neede en K:Herentals zijn dikker, G:Lent en J:Riemst dunner, H:Mechelen is vergelijkbaar dik als monster A.
 - o Onduidelijk is of en welk effect dit eventueel heeft op de isolatiewaarde.
- In tabel 4.1 zijn de overeenkomsten en verschillen samengevat weergegeven.

Overige waarneming:

- Stro-monster G:Lent bevat deeltjes met een structuur die afwijkt van de structuur van alle overige stro-monsters (Zie Bijlage E Figuur 56, 57 en 58). Deze structuren hebben een kleiner aandeel holle cellen, waarvoor een lagere isolatiewaarde verwacht wordt. De herkomst en het aandeel van stro-deeltjes met dergelijke structuur is onduidelijk. Voor meer duidelijkheid zou een systematische analyse van strostengels uitgevoerd moeten worden.

Tabel 4.1: Gemiddelde structuurkenmerken van geperst stro uit de isolatieschil van bestaande woningen (E t/m K) ten opzichte van niet-gedegradeerd geel stro (A).

Kenmerk	E:Neede (ca. 9 jaar)	G:Lent (ca. 10 jaar)	H:Mechelen (ca. 10 jr)	J:Riemst (ca. 15 jaar)	K:Herentals (ca. 25 jaar)
Celgrootte	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Gevulde t.o.v. holle cellen	Vergelijkbaar	Minder holle cellen	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar tot minder holle cellen	Meer holle cellen
Intact-zijn holle cellen	Meer	Meer	Veel meer	Vergelijkbaar	Vergelijkbaar
Dikte stro-deeltjes	Dikker	Dunner	Vergelijkbaar	Dunner	Dikker

5 Conclusies

5.1 Is stro stro

Om de onderzoeksvraag 'Is stro stro' te kunnen beantwoorden zijn drie strosoorten geanalyseerd welke recent zijn geoogst en gehakseld. Op basis van de metingen en observaties zijn de volgende conclusies getrokken:

De gemeten vezellengtes geven de indicatie dat de vezellengte verdeling bij alle drie de strosoorten redelijk vergelijkbaar is. Bij het donker tarwestro zijn de vezels iets langer. Alle strotypes hebben 'outliers' met lengtes tot 70mm. De gemeten vezelfracties lijken niet overeen te komen met de lengte-indicaties op de verpakkingen van geel en donker tarwestro.

De stro-monsters bevatten dunwandige ('holle') cellen met grote diameter en dikwandige ('gevulde') cellen met kleine diameter. De holle cellen hebben een hogere isolatiewaarde dan de gevulde cellen. De holle cellen zijn in minder of meerdere mate platgedrukt; voor platgedrukte cellen wordt een lagere isolatiewaarde verwacht dan voor intacte ('ronde') cellen. De verschillen binnen de onderzochte recent geoogste en gehakselde stro-monsters voor wat betreft 1) celgrootte, 2) verhouding holle/gevulde cellen en 3) het intact-zijn van de holle cellen zijn groter dan de verschillen tussen de monsters tarwestro en gerststro. Mogelijk zijn verschillen tussen de typen stro verdwenen als gevolg van de verwerkingsstappen (de graanoogst, het persen tot balen en het hakselen) waardoor cellen vervormen, barsten en scheuren. De SEM-analyse laat op basis van de geselecteerde stro-monsters globaal zien dat wat betreft de genoemde 3 structuurkenmerken die relevant zijn voor de isolatieprestatie geldt: 'gehakseld stro is stro'.

De gemeten indicatieve isolatiewaarden in de gevulde proefboxen geklimatiseerd bij 20°C en 65% RH lijken bij een bulkdichtheid van 100 kg/m³ weinig te verschillen tussen geel tarwestro, donker tarwestro en wintergerst. De gemiddelde gemeten waarden liggen tussen de 0,0385 en 0,0388. Bij de proefboxen geklimatiseerd bij 20°C en 80% RH liggen de gemeten indicatieve isolatiewaarden in de gevulde iets meer uit elkaar dan bij de boxen geklimatiseerd bij 20°C en 65% RH. De gemiddelde gemeten waarden van geel tarwestro, donker tarwestro en wintergerst liggen tussen de 0,0387 en 0,0411.

Uit de metingen van indicatieve lambda-waarden blijkt dat de isolatiewaarde van het geel en donker tarwe- en gerststro vergelijkbaar is. De vergelijking van de stro types op basis van de SEM foto's, en de indicatieve isolatiewaarden, geven de indicatie dat voor geel tarwe, donkere tarwestro en wintergerst kan worden aangenomen 'stro is stro'.

5.2 Blijft stro stro

De interviews met de gebouweigenaar, waarbij zoveel mogelijk informatie is ingewonnen over het gebouw, de bouwperiode, de gebruikersfase en het toegepaste stro, onderschrijven dat het materiaal goed geïnstalleerd is, volgens de normen. De geharmoniseerde Europese productnormen EN 13168, EN 13170, EN 13171 en EN 15101-1, en de European Assessment Documents EAD 040138-01-1201, EAD 040146-00-1201 en EAD 040456-00-1201, geven aan

dat de prestaties van het isolatiemateriaal in de tijd niet veranderen en, als het materiaal goed geïnstalleerd wordt, het isolatiemateriaal meer dan 50 jaar mee kan gaan.

De stro-monsters die 10 – 25 jaar als thermische isolatie in een vijftal woningen dienst hebben gedaan, zijn gemiddeld vergelijkbaar tot meer intact dan in de recent geoogste en gehakselde stro-monsters. Enerzijds bestaat stro-monster K vrijwel uitsluitend uit enigszins plat gedrukte holle cellen, hoewel minder platgedrukt dan bij gehakselde stro; anderzijds vertoont stro-monster H een zeer groot aandeel nog intacte holle cellen. Op basis hiervan kan verwacht worden dat de isolatiewaarde van geperst stro bij correcte toepassing in woningen na 10 tot 25 jaar vergelijkbaar is met recent geoogst (en gehakseld) stro: ‘geperst (tarwe) stro blijft tenminste 25 jaar stro’.

6 Conclusies

6.1 Is stro stro

Om de onderzoeksvraag 'Is stro stro' te kunnen beantwoorden zijn drie strosoorten geanalyseerd welke recent zijn geoogst en gehakseld. Op basis van de metingen en observaties zijn de volgende conclusies getrokken:

De gemeten vezellengtes geven de indicatie dat de vezellengte verdeling bij alle drie de strosoorten redelijk vergelijkbaar is. Bij het donker tarwestro zijn de vezels iets langer. Alle strotypes hebben 'outliers' met lengtes tot 70mm. De gemeten vezelfracties lijken niet overeen te komen met de lengte-indicaties op de verpakkingen van geel en donker tarwestro.

De stro-monsters bevatten dunwandige ('holle') cellen met grote diameter en dikwandige ('gevulde') cellen met kleine diameter. De holle cellen hebben een hogere isolatiewaarde dan de gevulde cellen. De holle cellen zijn in minder of meerdere mate platgedrukt; voor platgedrukte cellen wordt een lagere isolatiewaarde verwacht dan voor intacte ('ronde') cellen. De verschillen binnen de onderzochte recent geoogste en gehakselde stro-monsters voor wat betreft 1) celgrootte, 2) verhouding holle/gevulde cellen en 3) het intact-zijn van de holle cellen zijn groter dan de verschillen tussen de monsters tarwestro en gerststro. Mogelijk zijn verschillen tussen de typen stro verdwenen als gevolg van de verwerkingsstappen (de graanoogst, het persen tot balen en het hakselen) waardoor cellen vervormen, barsten en scheuren. De SEM-analyse laat op basis van de geselecteerde stro-monsters globaal zien dat wat betreft de genoemde 3 structuurkenmerken die relevant zijn voor de isolatieprestatie geldt: 'gehakseld stro is stro'.

De gemeten indicatieve isolatiewaarden in de gevulde proefboxen geklimatiseerd bij 20°C en 65% RH lijken bij een bulkdichtheid van 100 kg/m³ weinig te verschillen tussen geel tarwestro, donker tarwestro en wintergerst. De gemiddelde gemeten waarden liggen tussen de 0,0385 en 0,0388. Bij de proefboxen geklimatiseerd bij 20°C en 80% RH liggen de gemeten indicatieve isolatiewaarden in de gevulde iets meer uit elkaar dan bij de boxen geklimatiseerd bij 20°C en 65% RH. De gemiddelde gemeten waarden van geel tarwestro, donker tarwestro en wintergerst liggen tussen de 0,0387 en 0,0411.

Uit de metingen van indicatieve lambda-waarden blijkt dat de isolatiewaarde van het geel en donker tarwe- en gerststro vergelijkbaar is. De vergelijking van de stro types op basis van de SEM foto's, en de indicatieve isolatiewaarden, geven de indicatie dat voor geel tarwe, donkere tarwestro en wintergerst kan worden aangenomen 'stro is stro'.

6.2 Blijft stro stro

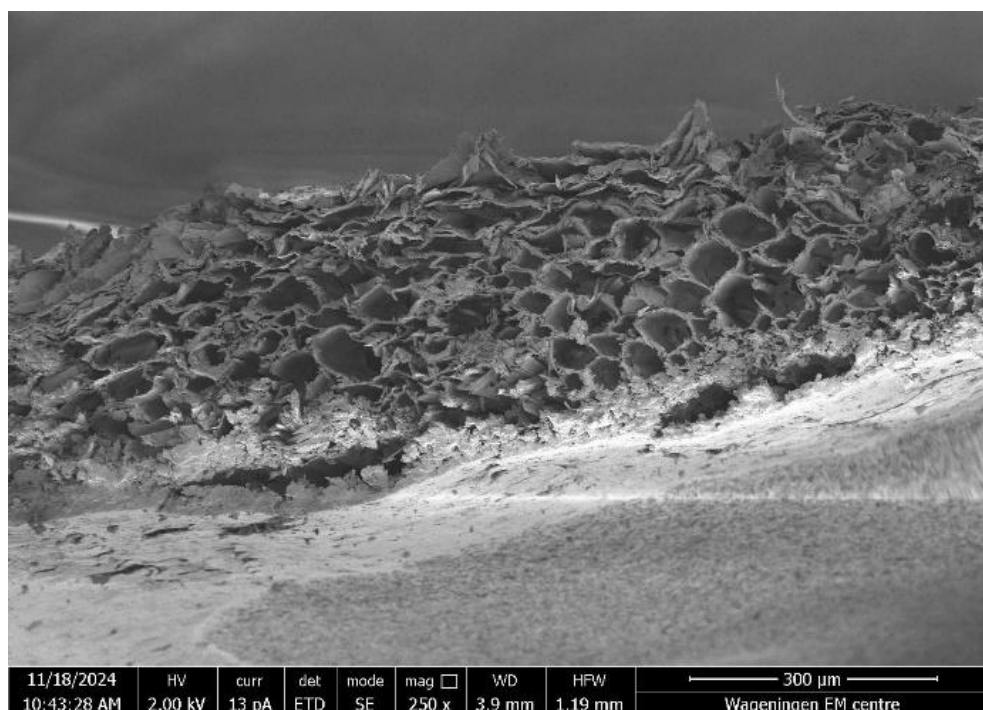
De interviews met de gebouweigenaar, waarbij zoveel mogelijk informatie is ingewonnen over het gebouw, de bouwperiode, de gebruikersfase en het toegepaste stro, onderschrijven dat het materiaal goed geïnstalleerd is, volgens de normen. De geharmoniseerde Europese productnormen EN 13168, EN 13170, EN 13171 en EN 15101-1, en de European Assessment Documents EAD 040138-01-1201, EAD 040146-00-1201 en EAD 040456-00-1201, geven aan

dat de prestaties van het isolatiemateriaal in de tijd niet veranderen en, als het materiaal goed geïnstalleerd wordt, het isolatiemateriaal meer dan 50 jaar mee kan gaan.

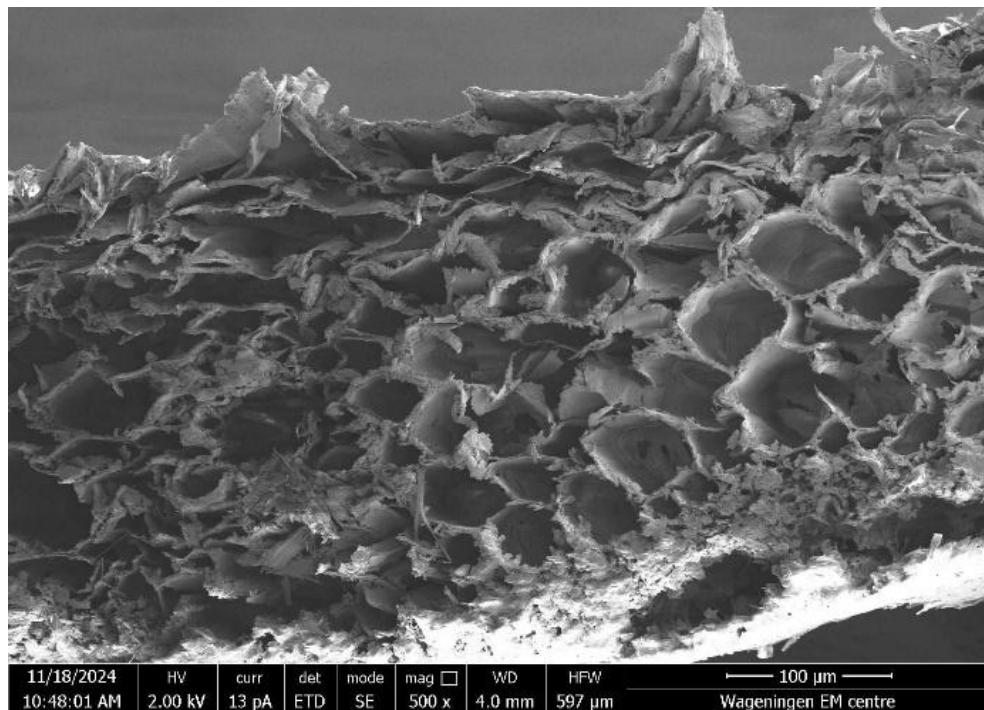
De stro-monsters die 10 – 25 jaar als thermische isolatie in een vijftal woningen dienst hebben gedaan, zijn gemiddeld vergelijkbaar tot meer intact dan in de recent geoogste en gehakselde stro-monsters. Enerzijds bestaat stro-monster K vrijwel uitsluitend uit enigszins plat gedrukte holle cellen, hoewel minder platgedrukt dan bij gehakselde stro; anderzijds vertoont stro-monster H een zeer groot aandeel nog intacte holle cellen. Op basis hiervan kan verwacht worden dat de isolatiewaarde van geperst stro bij correcte toepassing in woningen na 10 tot 25 jaar vergelijkbaar is met recent geoogst (en gehakseld) stro: ‘geperst (tarwe) stro blijft tenminste 25 jaar stro’.

Bijlage A – SEM foto's gehakseld geel tarwestro

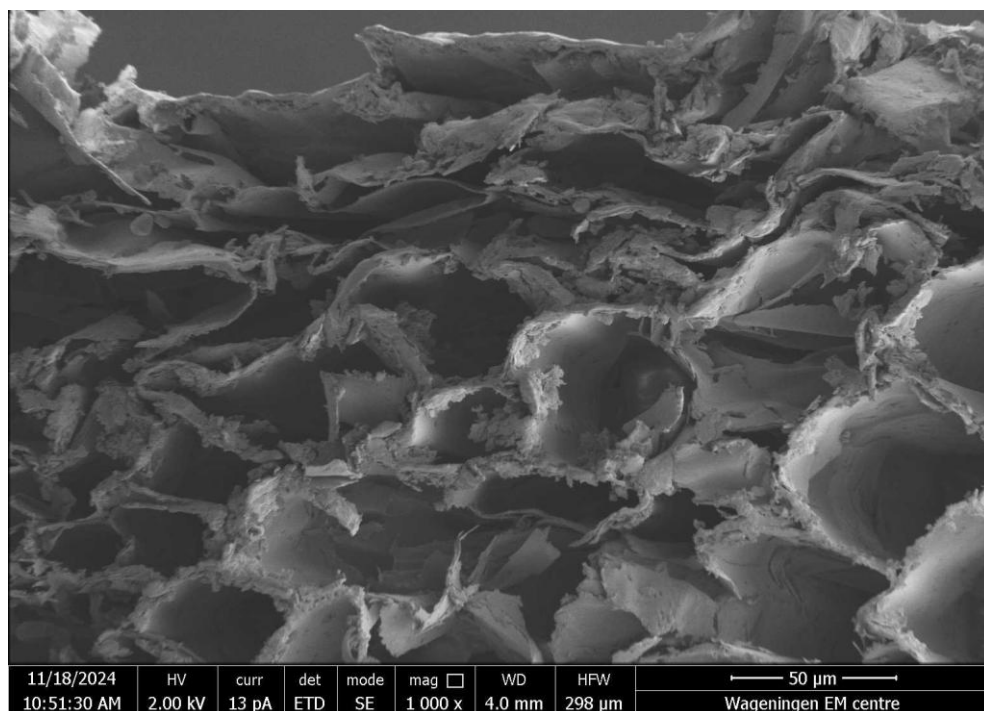
1.1 Strodeeltje 1



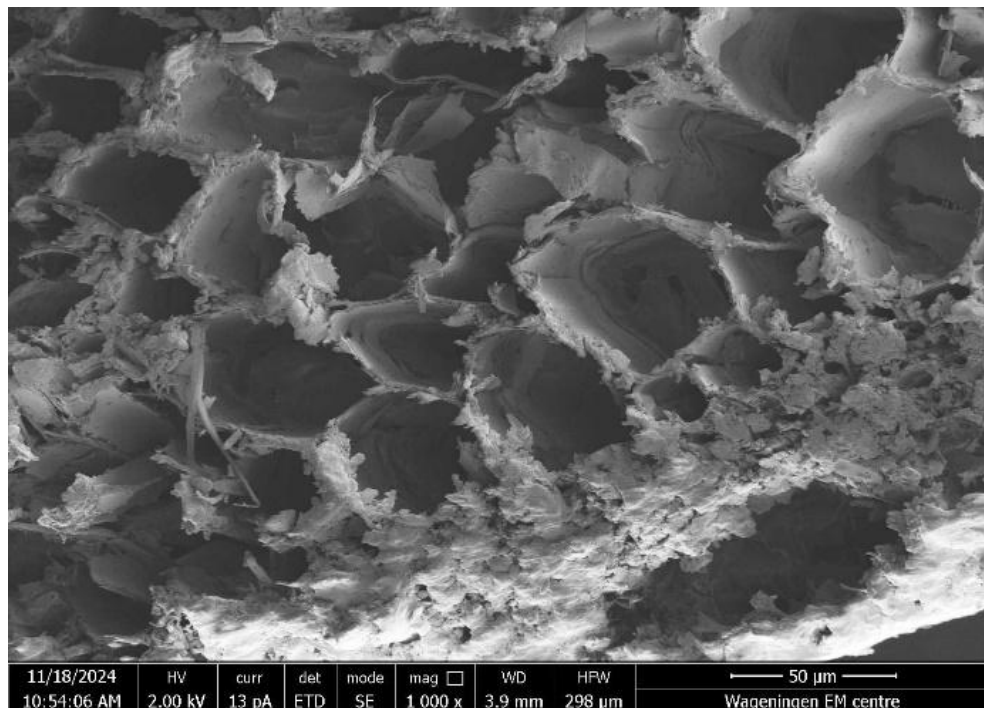
Figuur 1. Geel tarwestro (A), 250x vergroot, code A1.



Figuur 2. Geel tarwestro (A), 500x vergroot, code A2. Sommige scheidingsschijven (septa) zijn gescheurd.

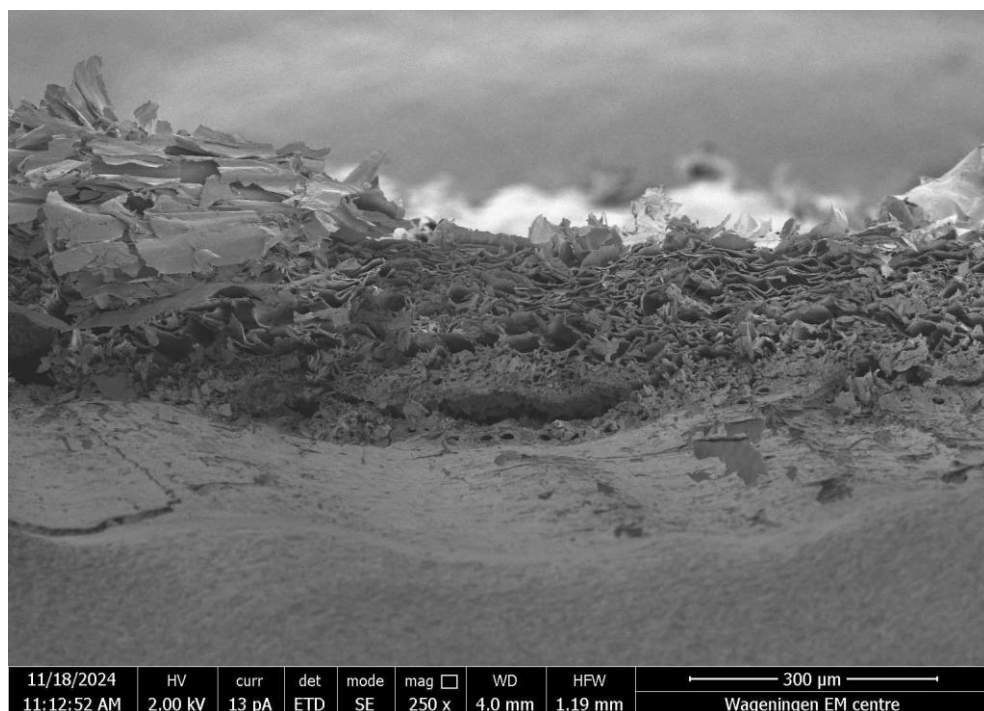


Figuur 3. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A3.

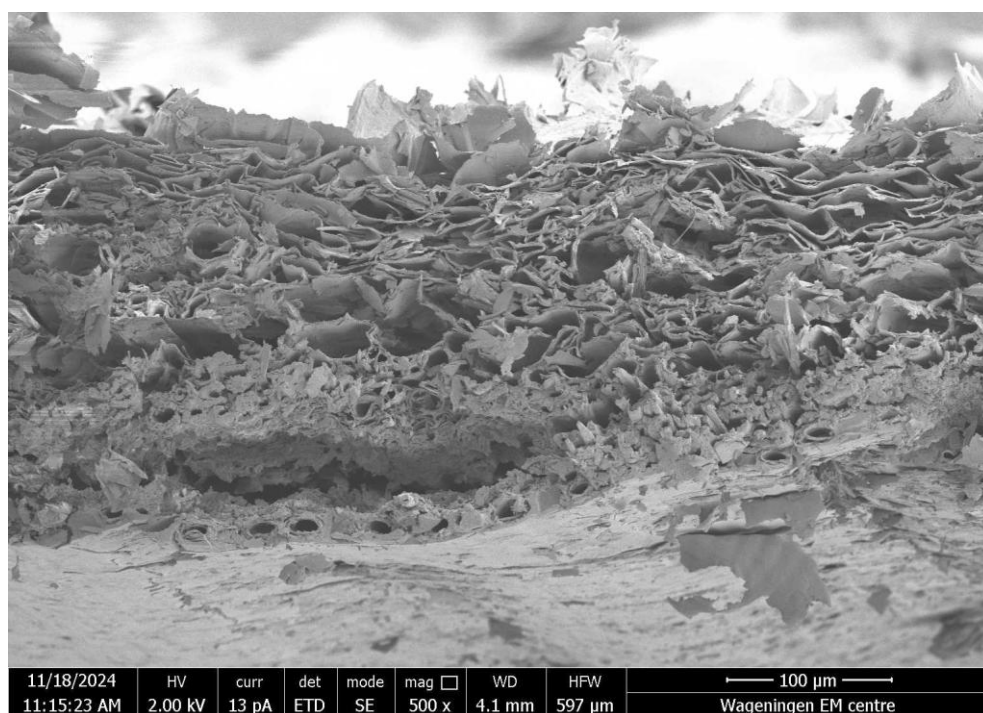


Figuur 4. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A4.

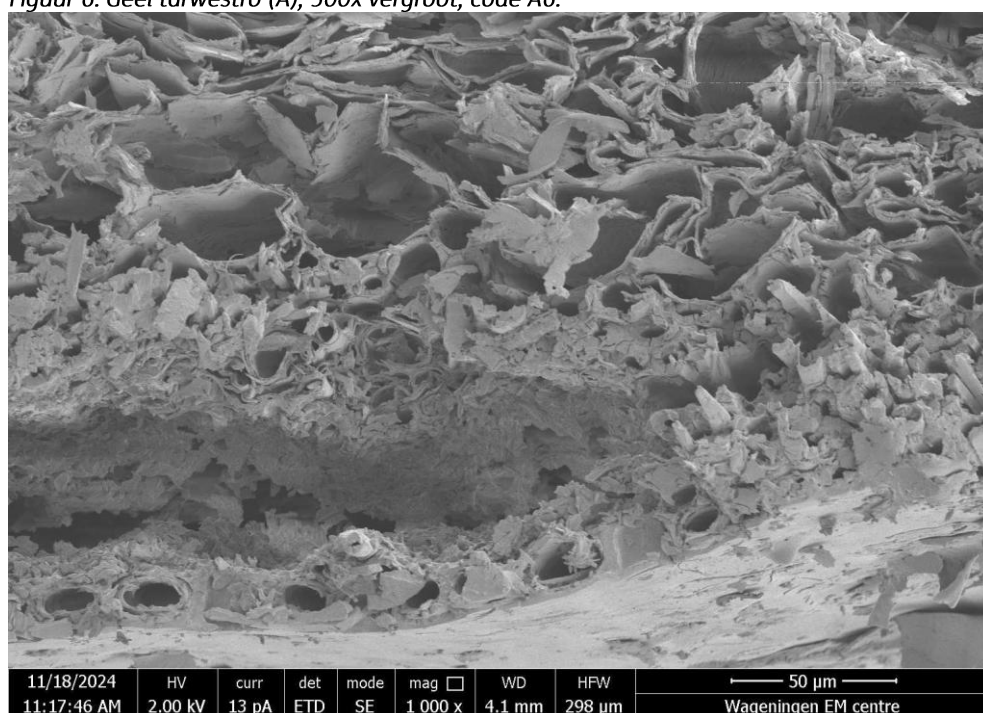
1.2 Strodeeltje 2



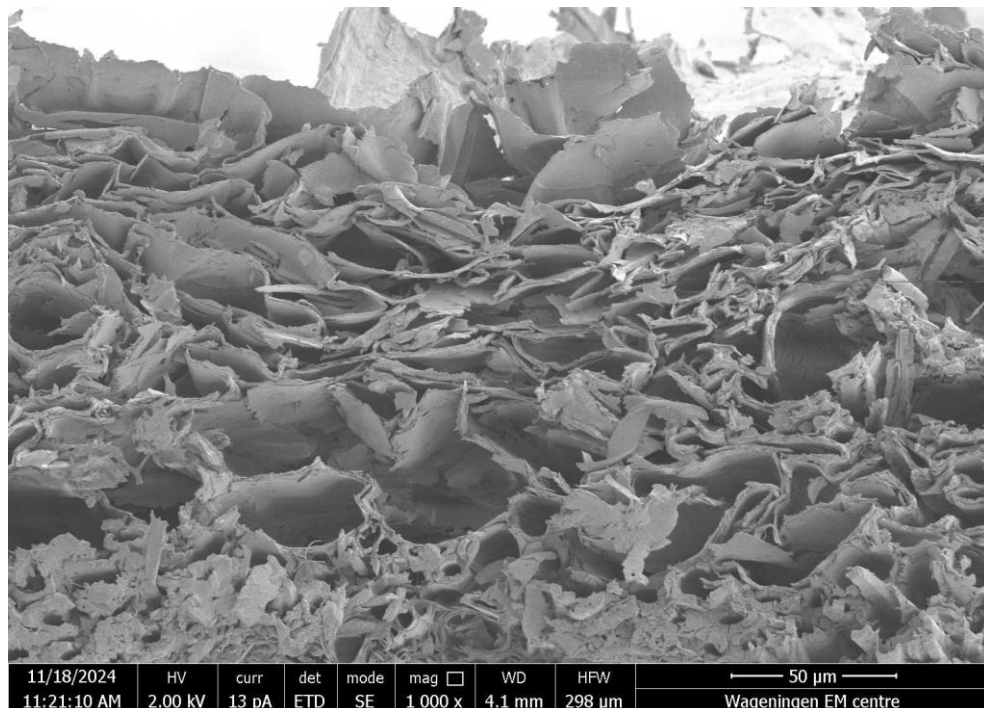
Figuur 5. Geel tarwestro (A), 250x vergroot, code A5.



Figuur 6. Geel tarwestro (A), 500x vergroot, code A6.

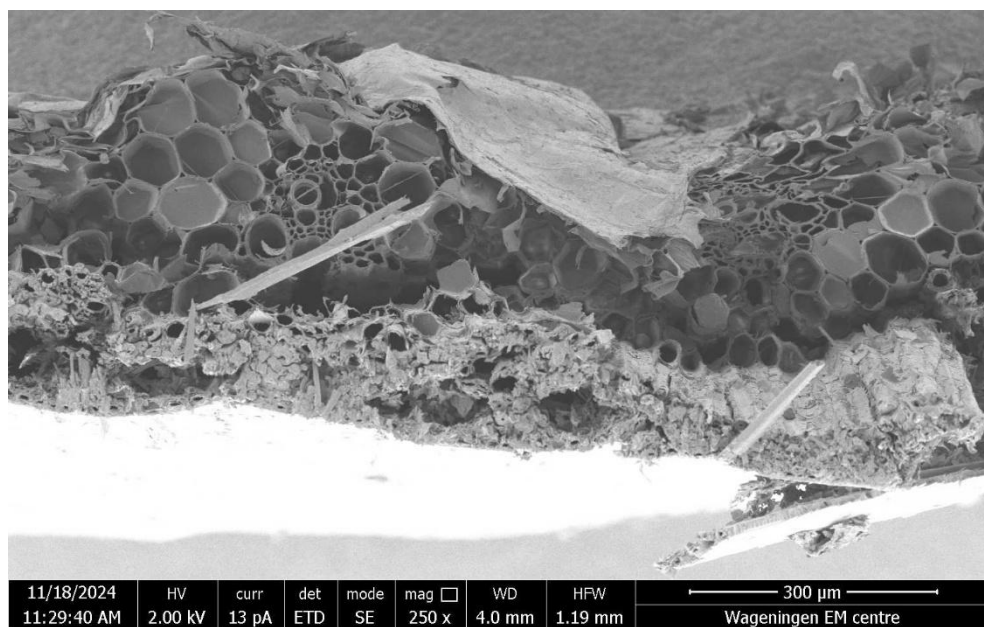


Figuur 7. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A7.

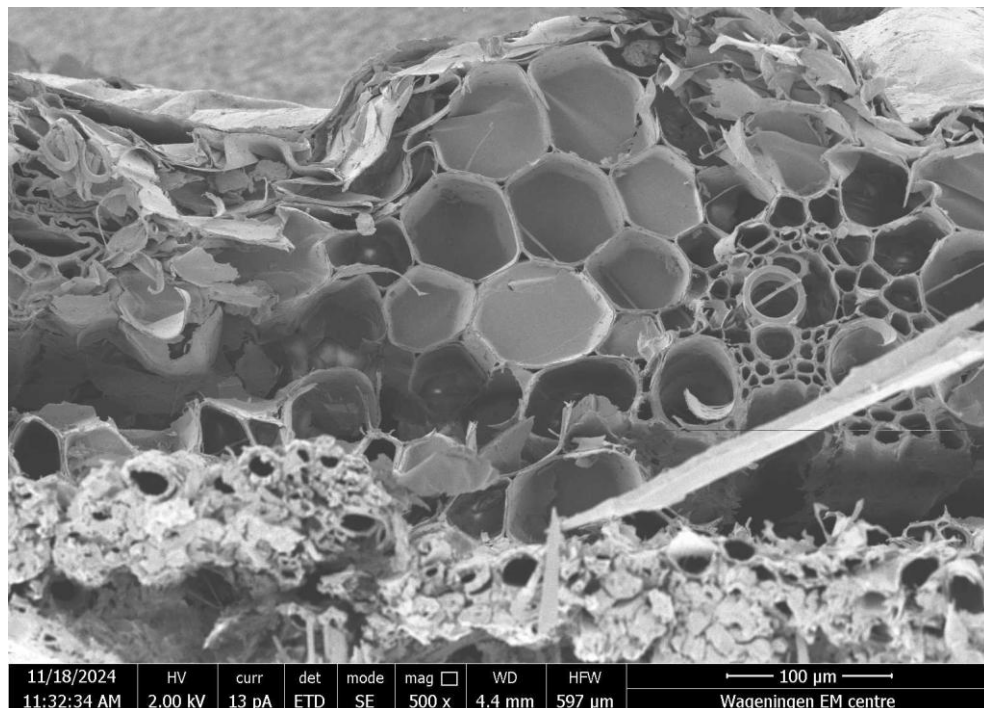


Figuur 8. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A8.

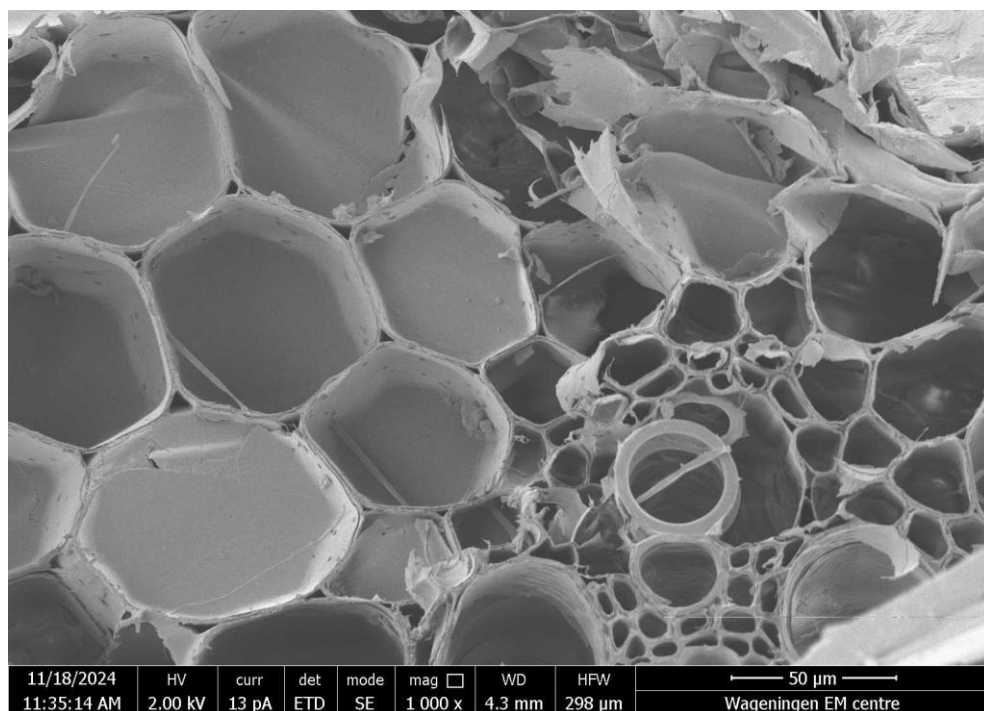
1.3 Strodeeltje 3



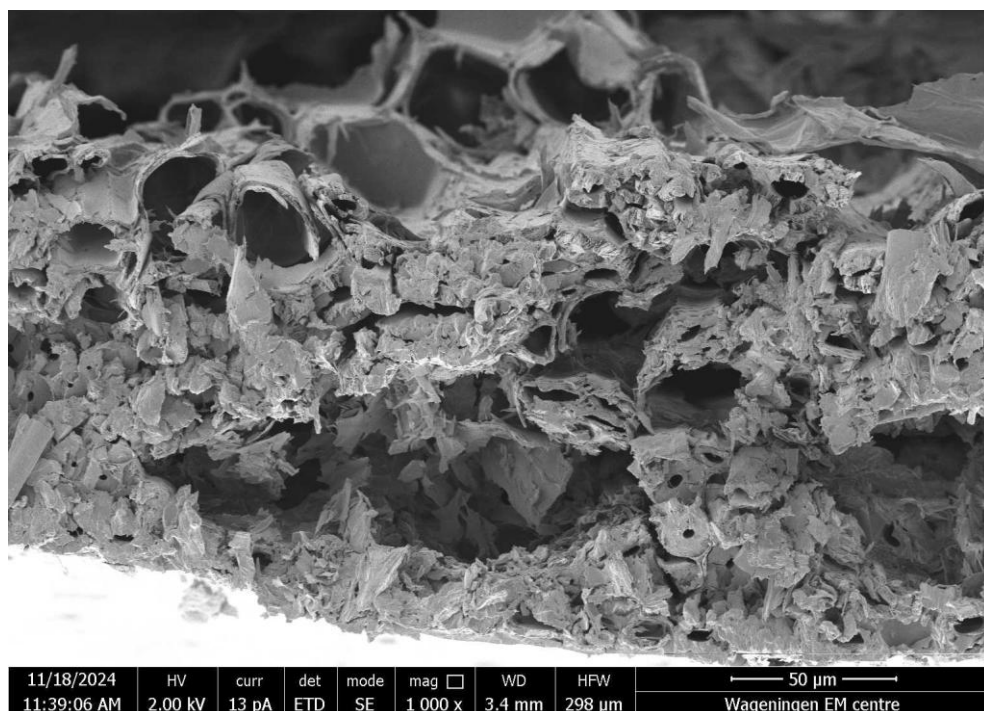
Figuur 9. Geel tarwestro (A), 250x vergroot, code A9.



Figuur 10. Geel tarwestro (A), 500x vergroot, code A10.



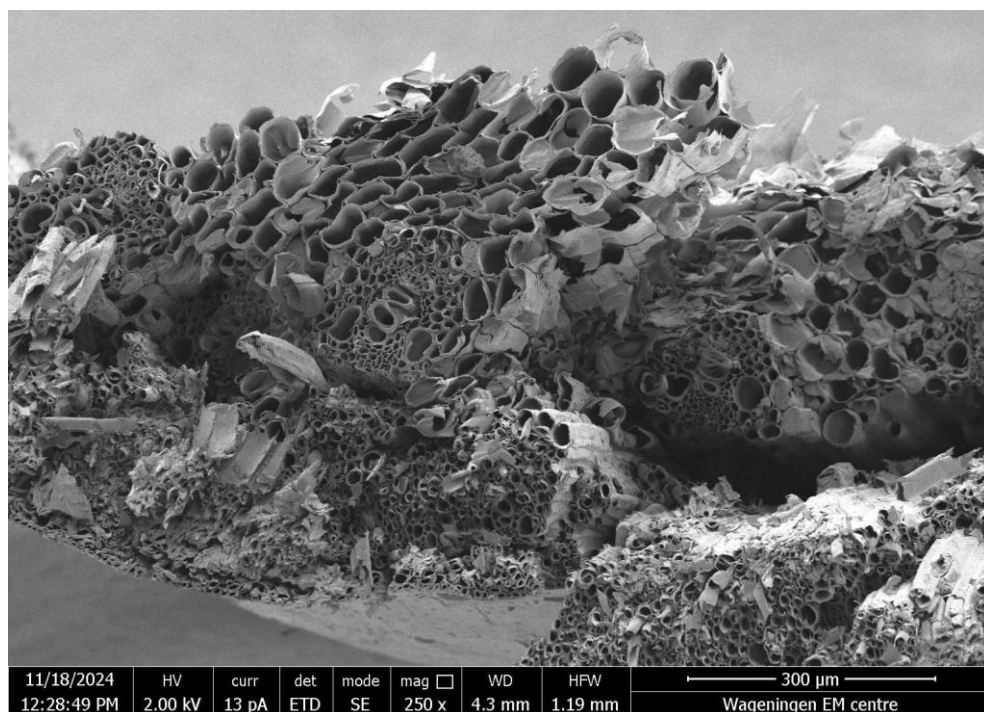
Figuur 11. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A11.



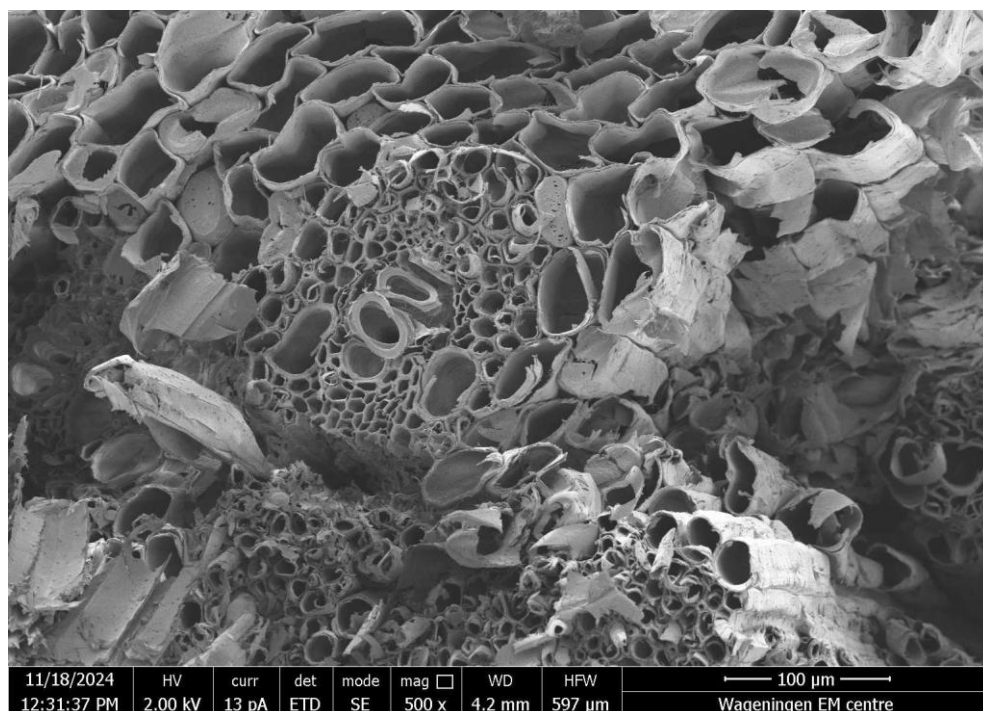
Figuur 12. Geel tarwestro (A), 1000x vergroot, code A12.

Bijlage B - SEM foto's gehakseld donker tarwestro

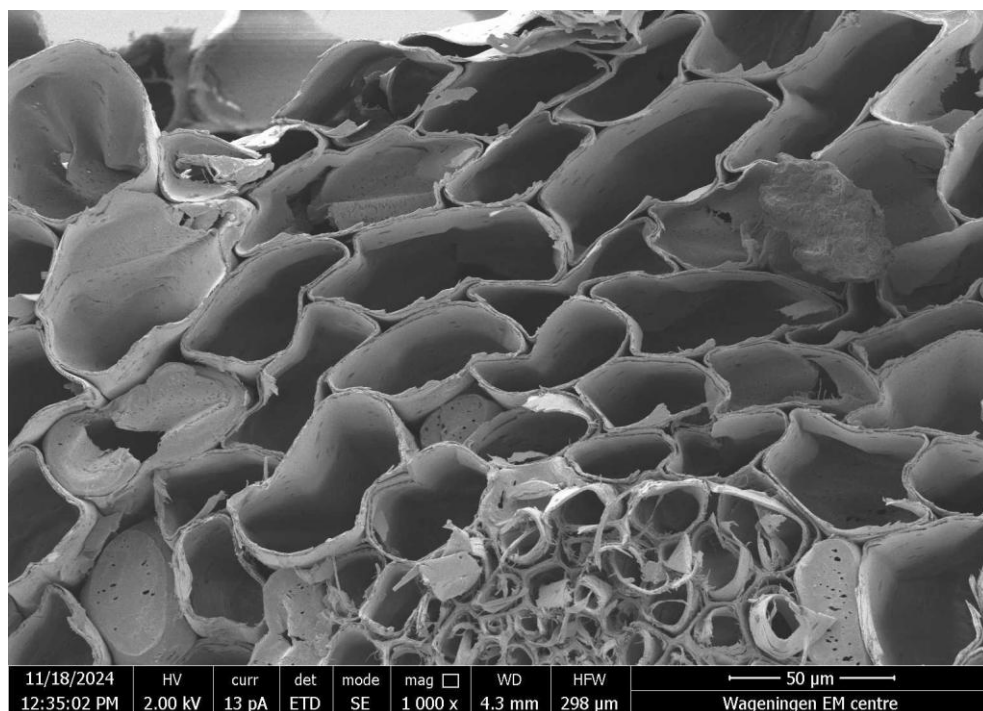
1.4 Strodeeltje 1



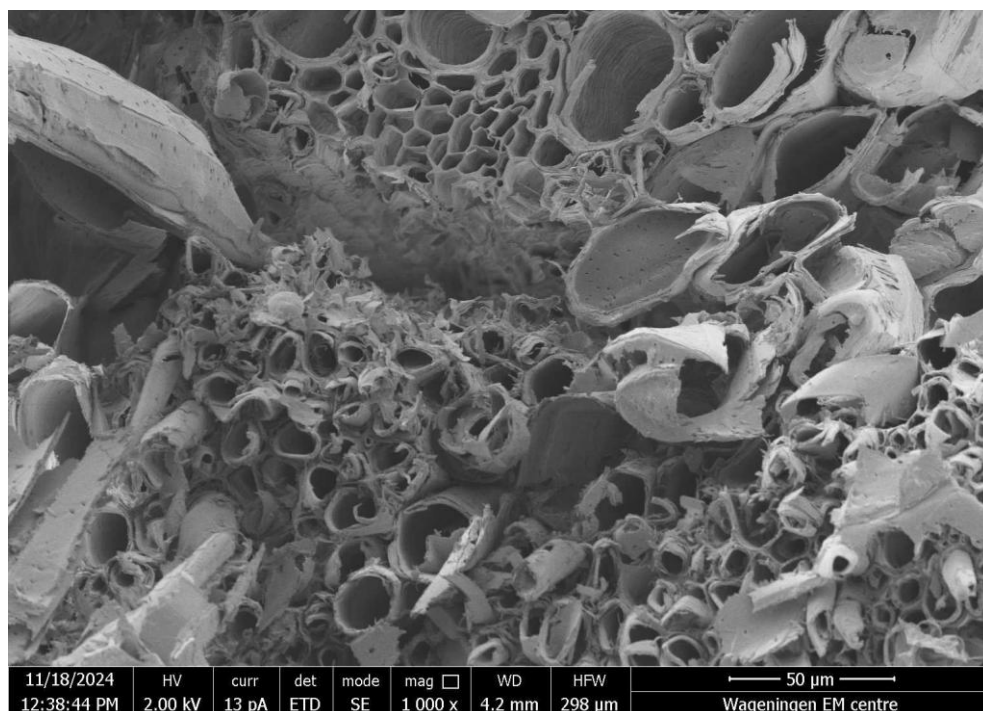
Figuur 13. Donker tarwestro (B), 250x vergroot, code B1. Meerdere stro-deeltjes naast elkaar.



Figuur 14. Donker tarwestro (B), 500x vergroot, code B2.

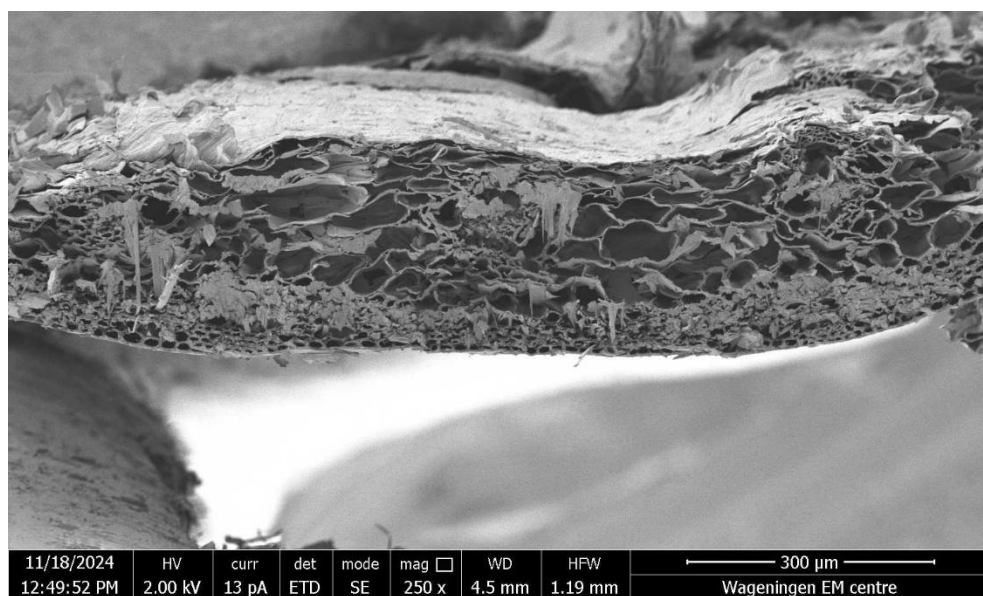


Figuur 15. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B3.

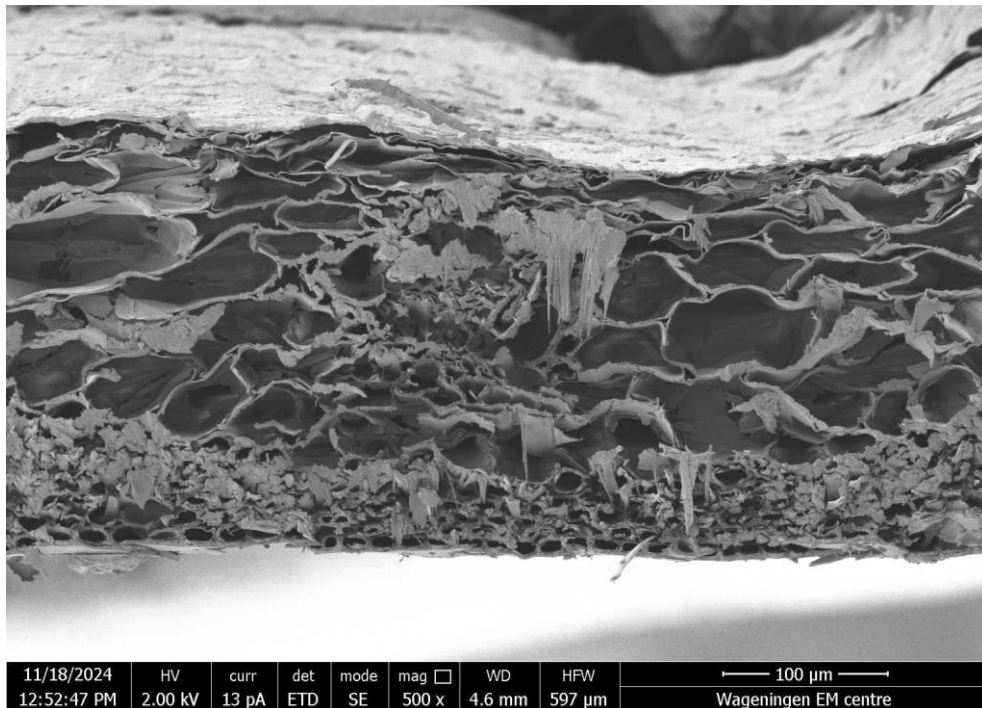


Figuur 16. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B5.

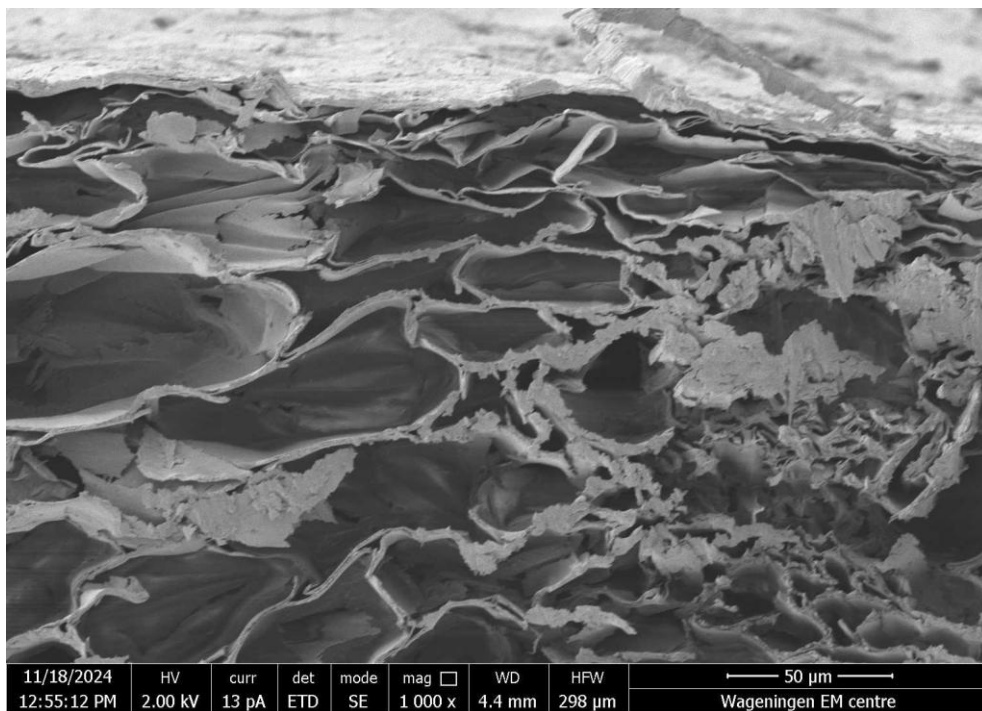
1.5 Strodeeltje 2



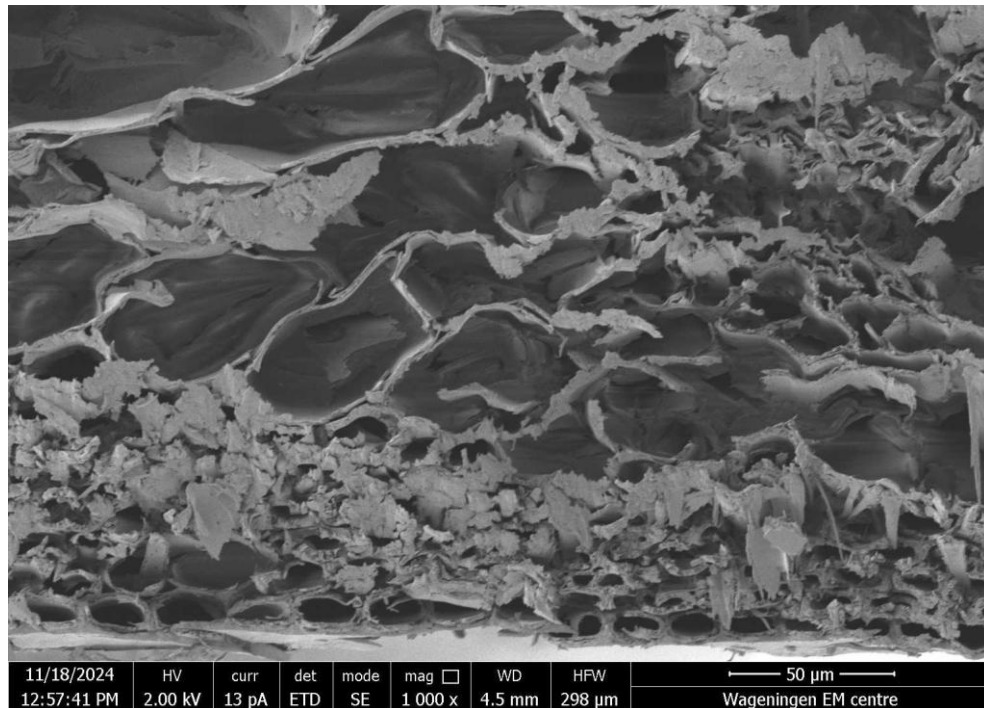
Figuur 17. Donker tarwestro (B), 250x vergroot, code B6.



Figuur 18. Donker tarwestro (B), 500x vergroot, code B7.

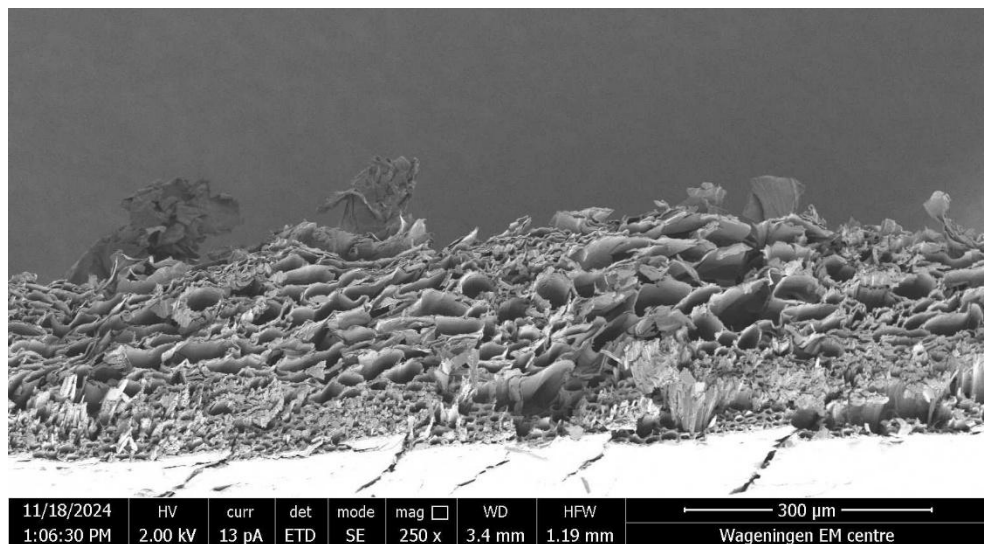


Figuur 19. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B8.



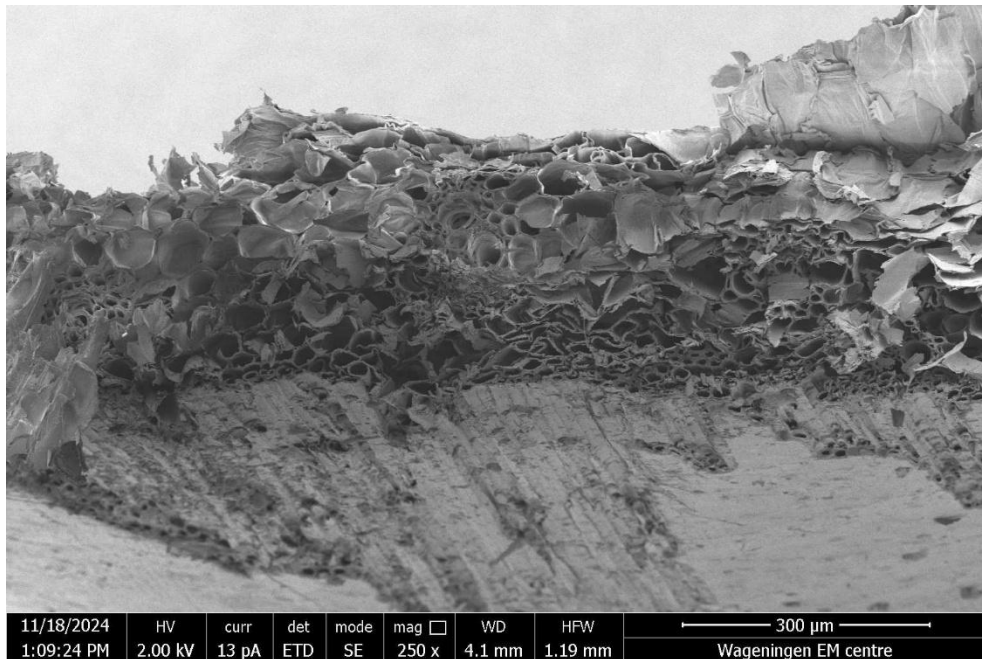
Figuur 20. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B9.

1.6 Strodeeltje 3

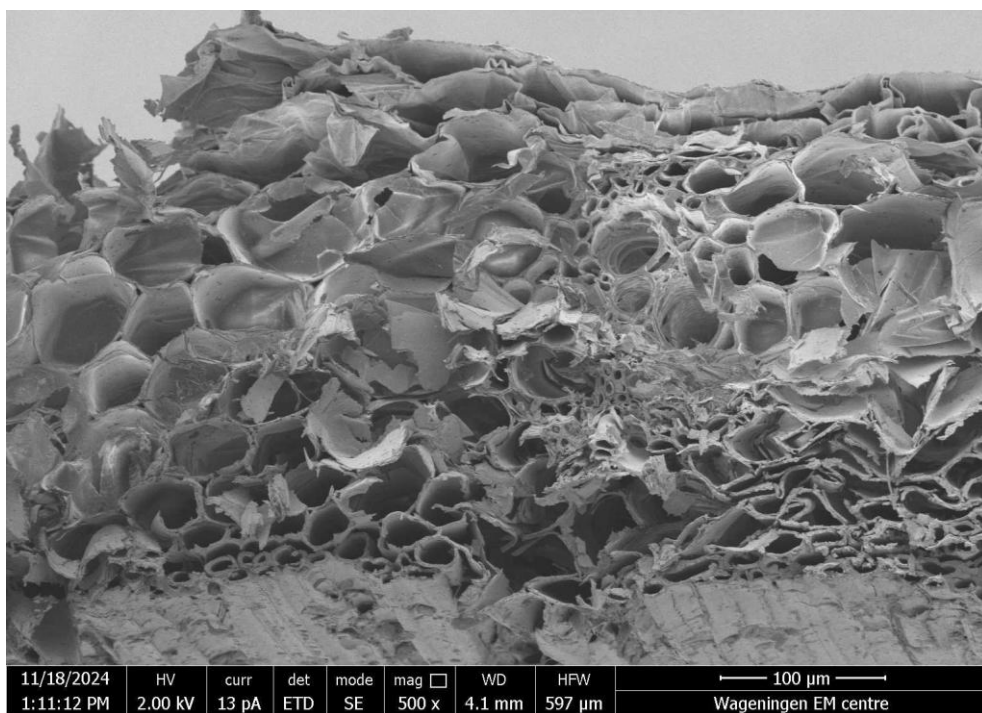


Figuur 21. Donker tarwestro (B), 250x vergroot, code B10.

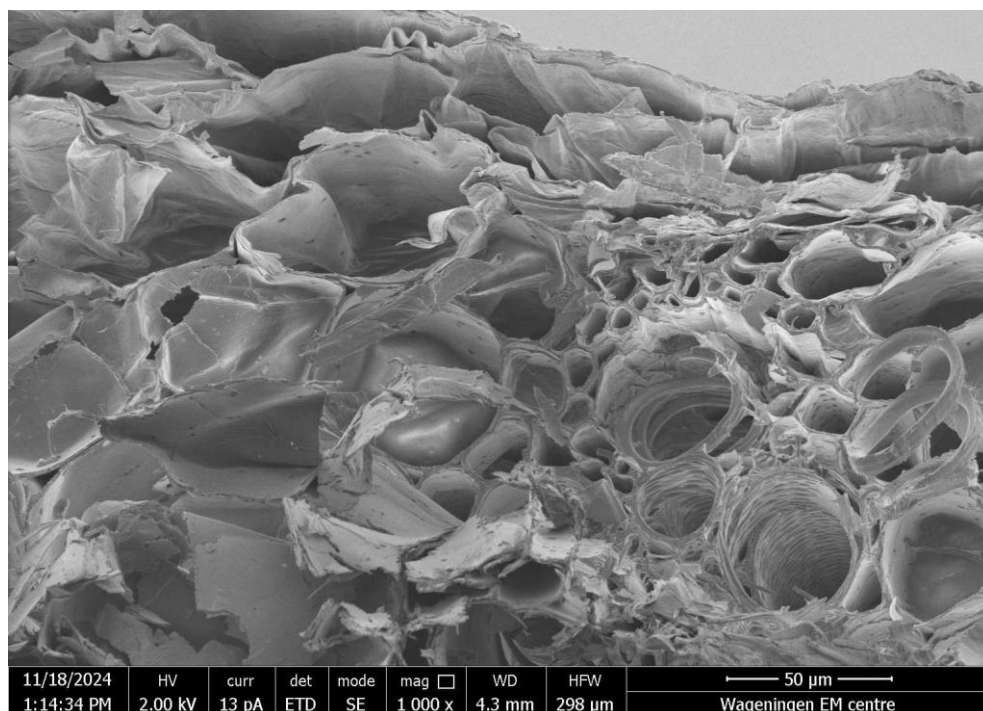
1.7 Strodeeltje 4



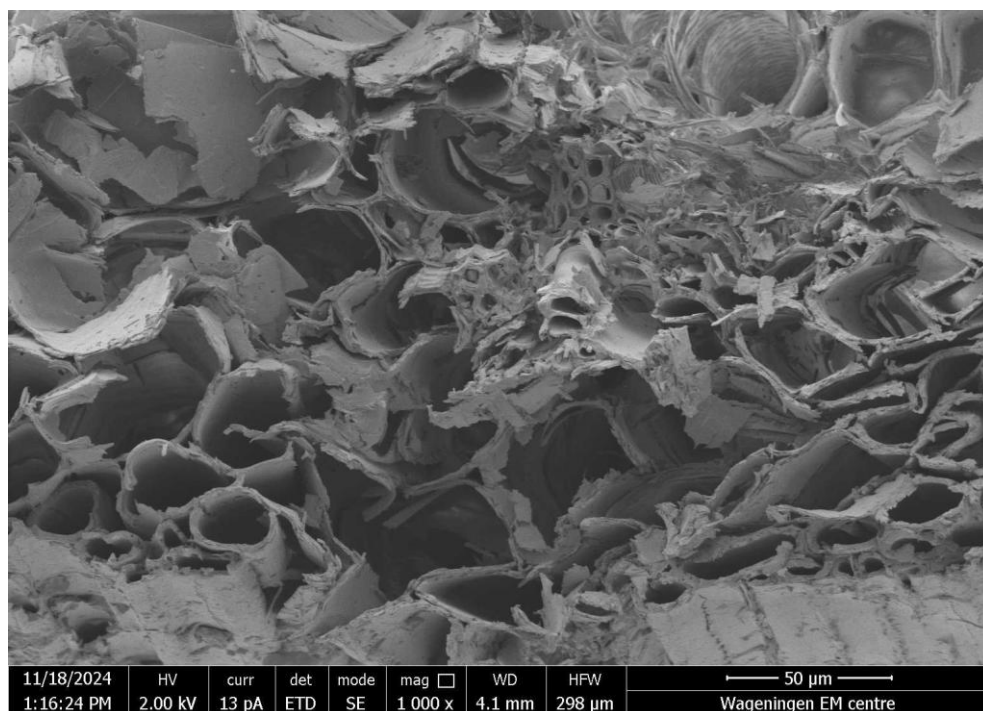
Figuur 22. Donker tarwestro (B), 250x vergroot, code B11.



Figuur 23. Donker tarwestro (B), 500x vergroot, code B12.



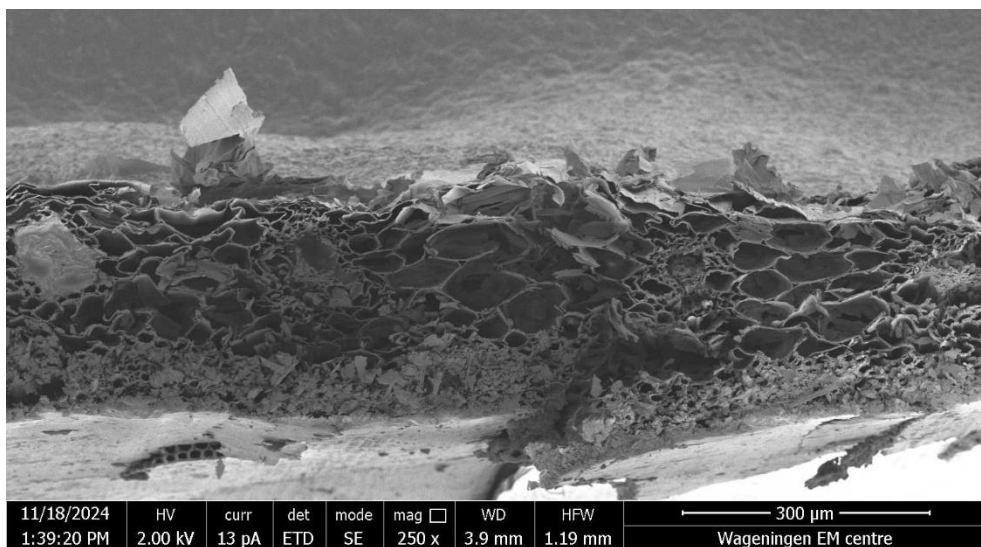
Figuur 24. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B13.



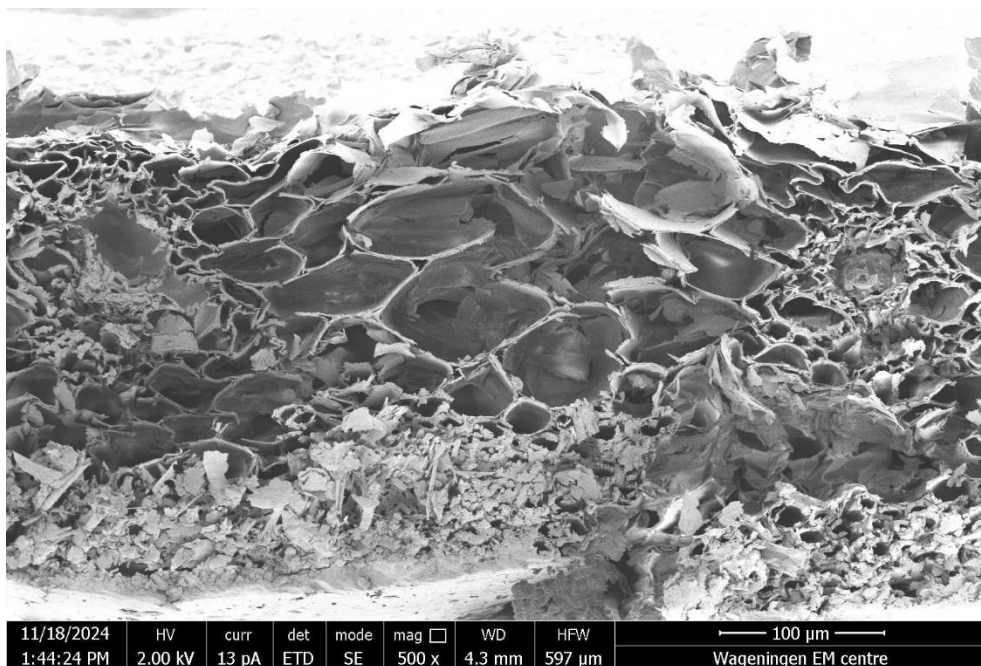
Figuur 25. Donker tarwestro (B), 1000x vergroot, code B14.

Bijlage C – SEM foto's gehakseld wintergerst

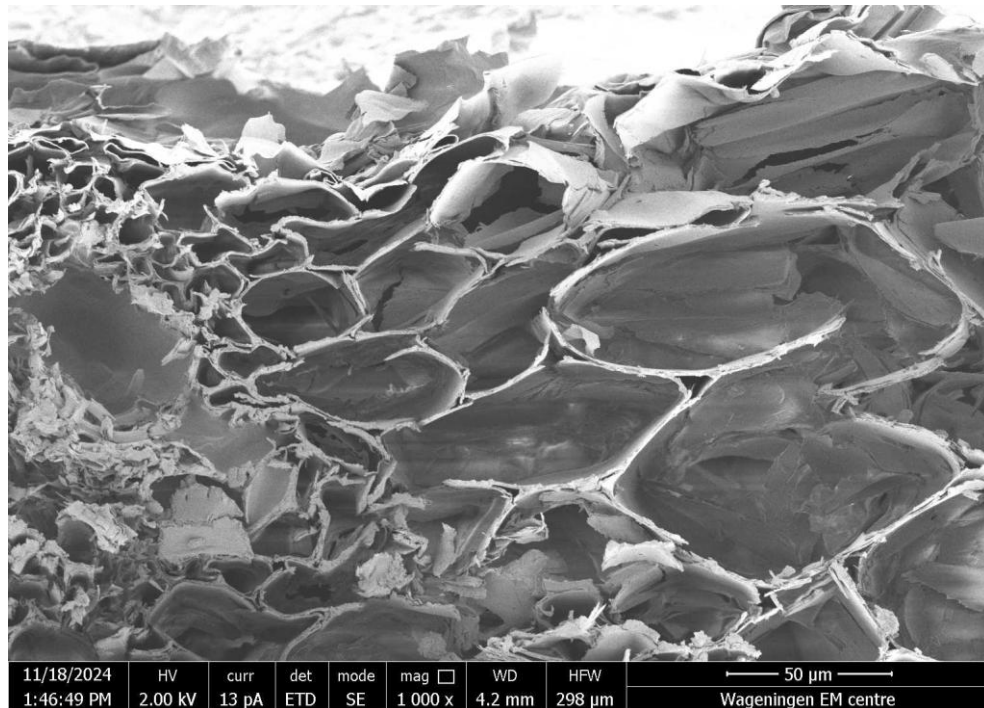
1.8 Strodeeltje 1



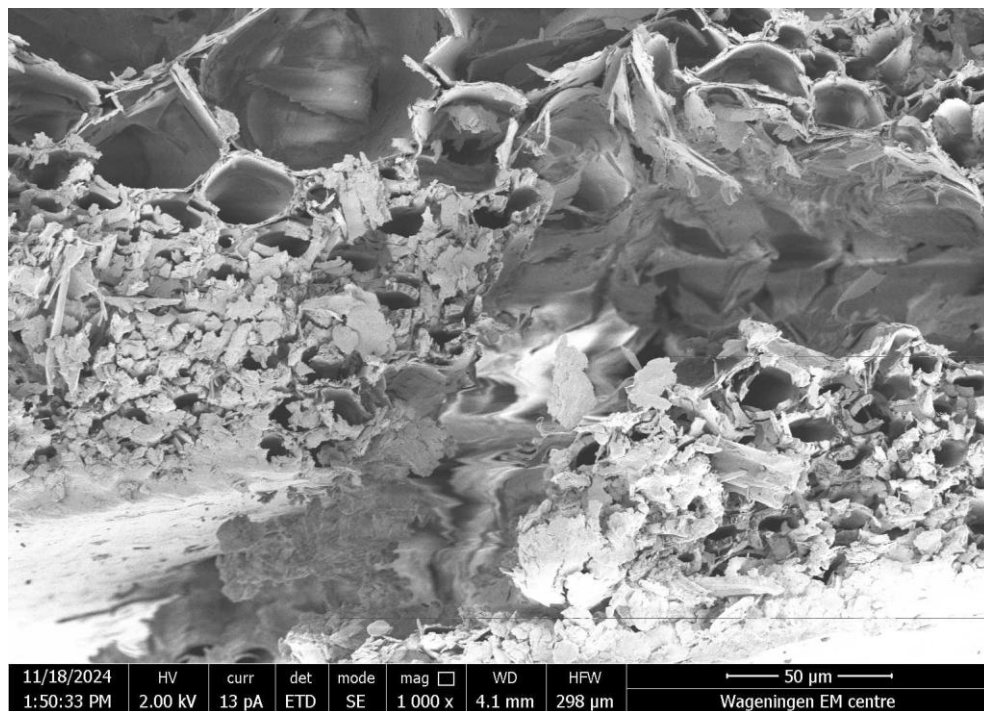
Figuur 26. wintergerst (C), 250x vergroot, code C1.



Figuur 27. Wintergerst (C), 500x vergroot, code C3.

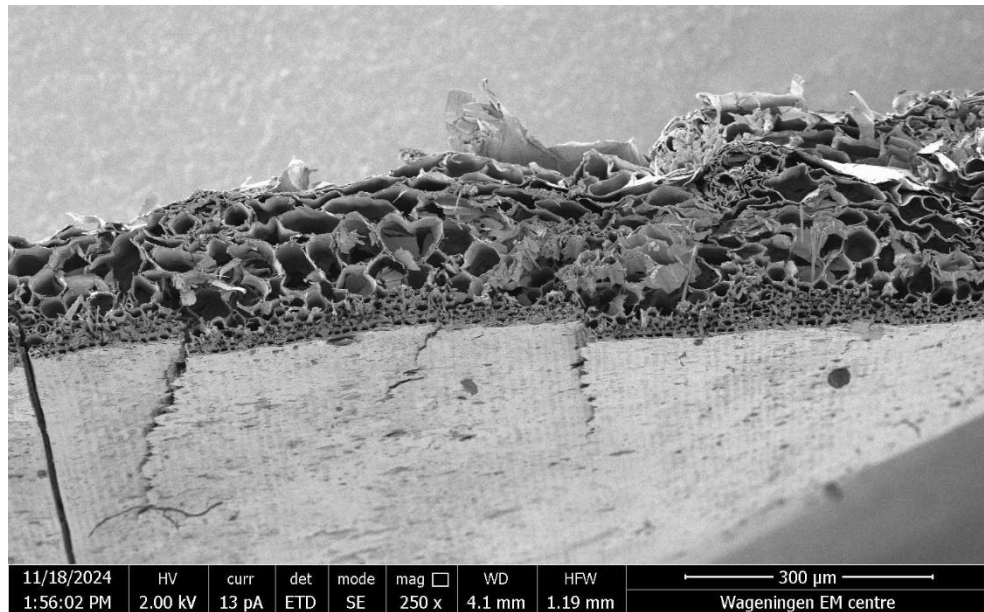


Figuur 28. Wintergerst (C), 1000x vergroot, code C4.

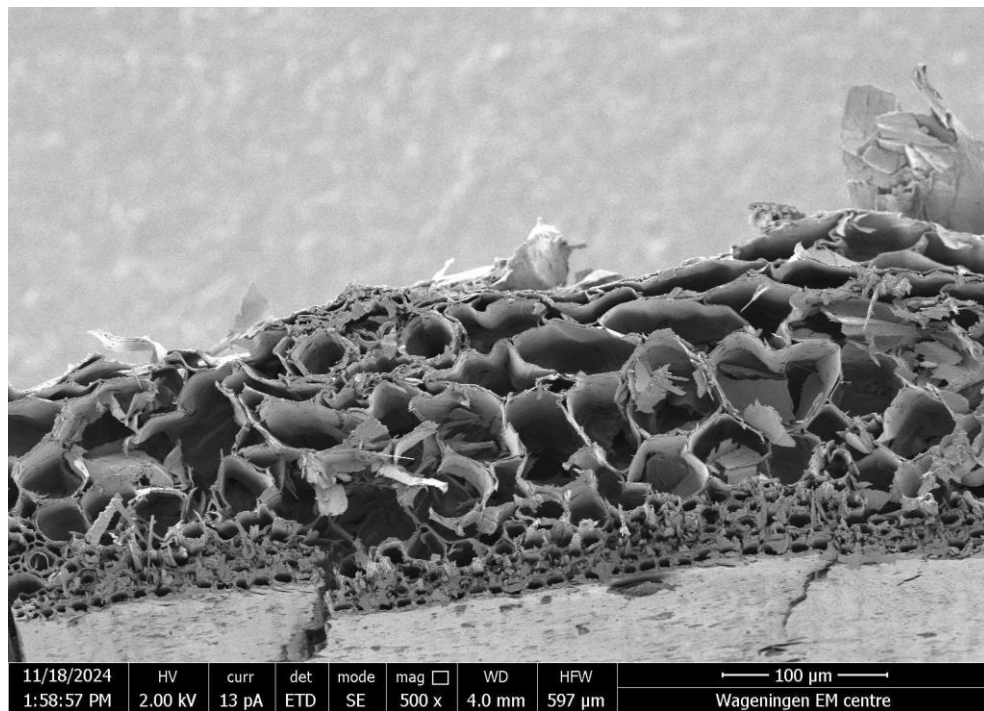


Figuur 29. Wintergerst (C), 1000x vergroot, code C5.

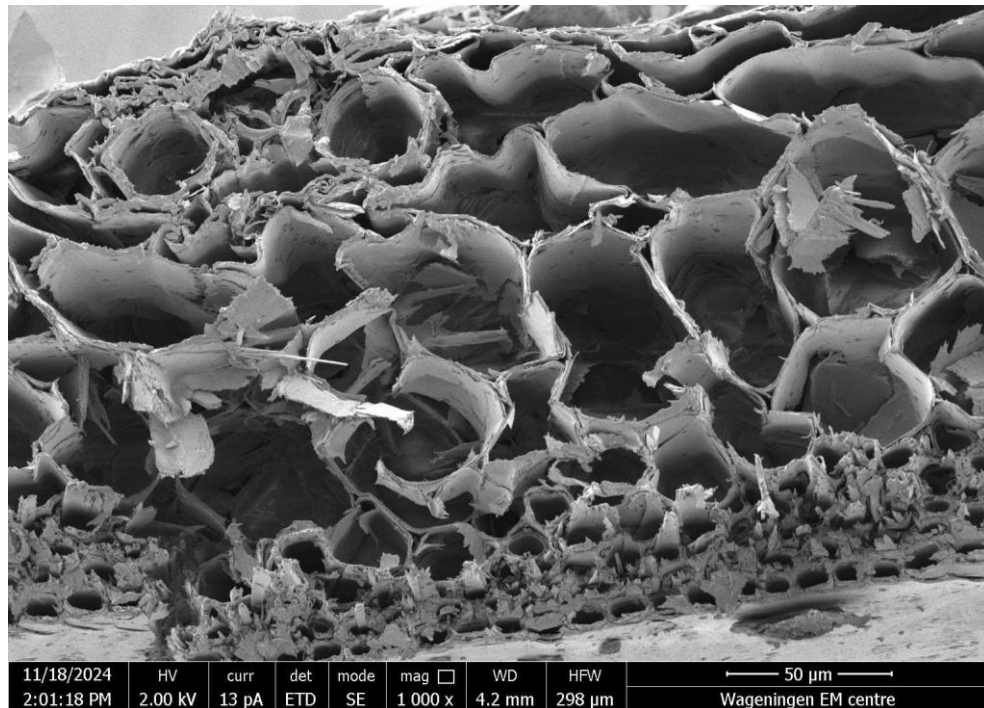
1.9 Strodeeltje 2



Figuur 30. Wintergerst (C), 250x vergroot, code C6.

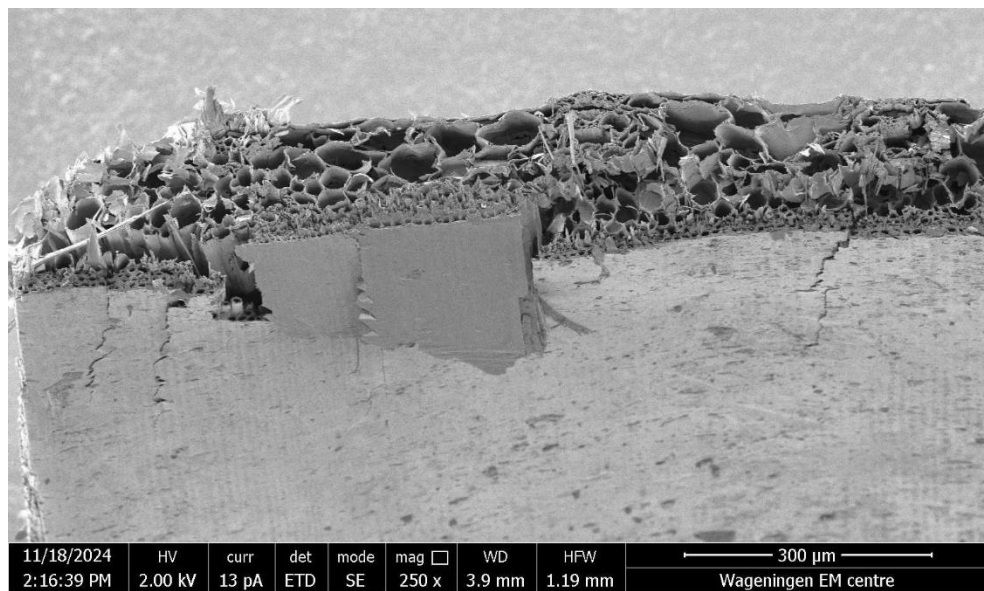


Figuur 31. Wintergerst (C), 500x vergroot, code C7.

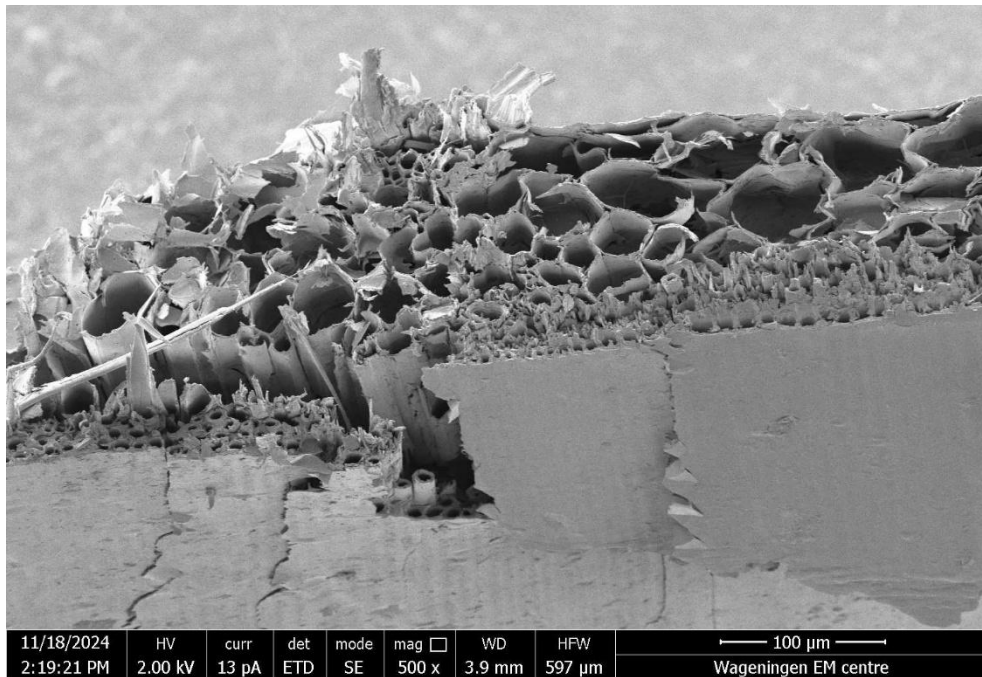


Figuur 32. Wintergerst (C), 1000x vergroot, code C8.

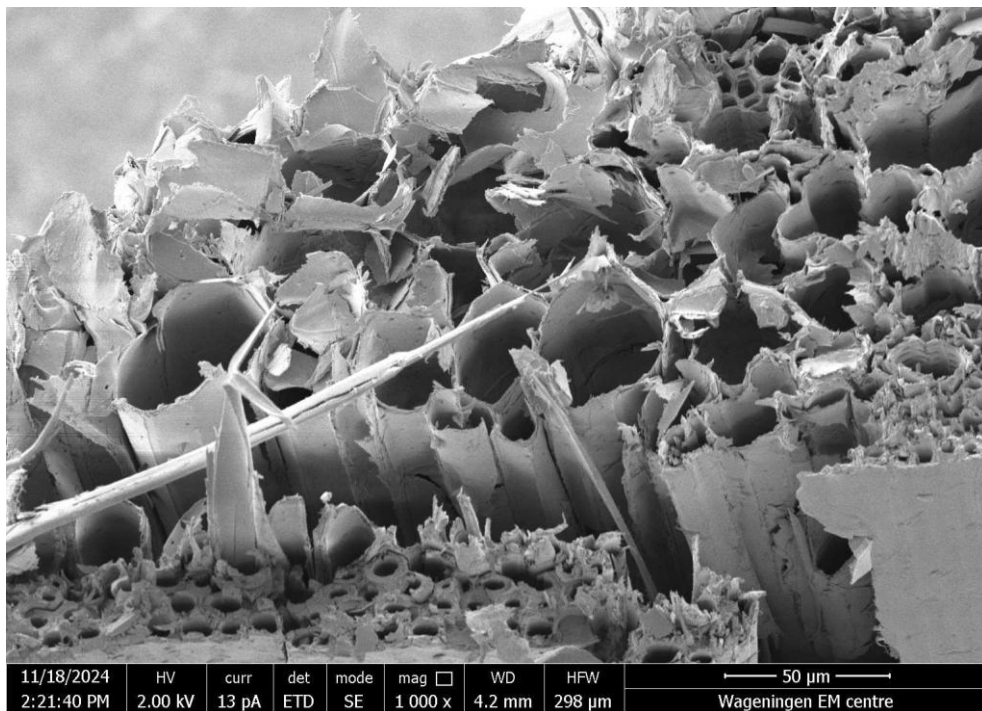
1.10 Strodeeltje 3



Figuur 33. Wintergerst (C), 250x vergroot, code C9.



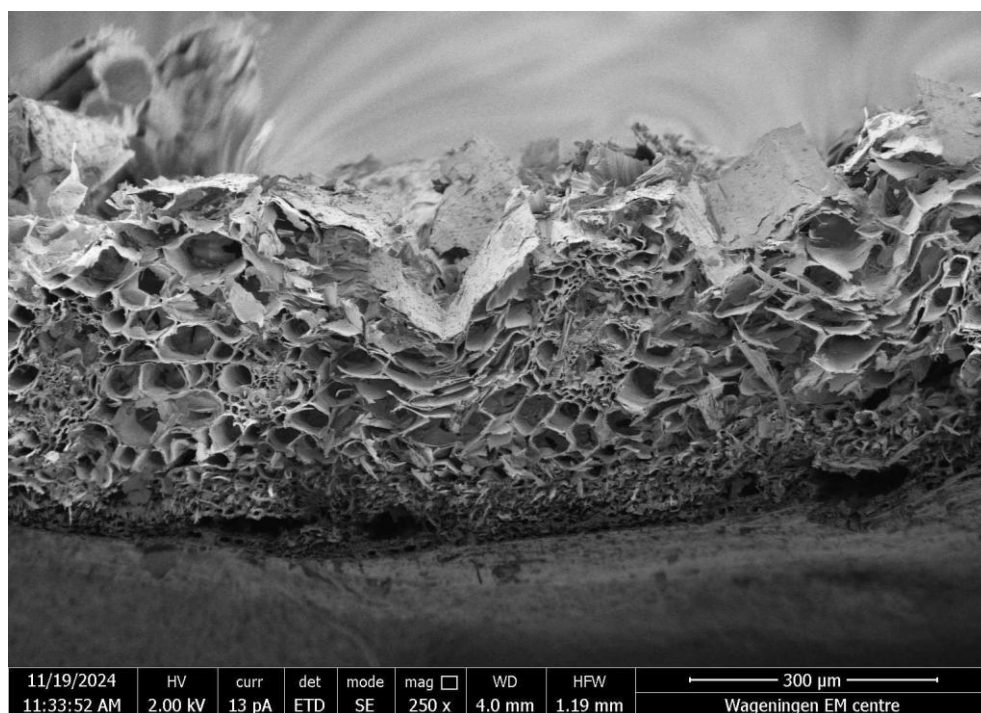
Figuur 34. Wintergerst (C), 500x vergroot, code C10.



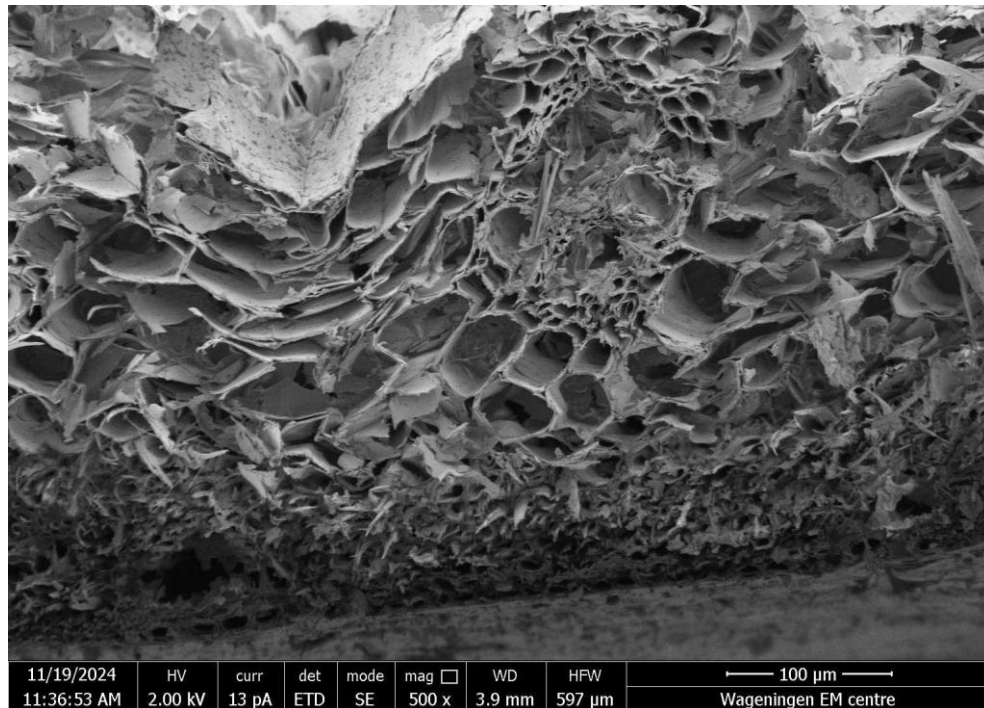
Figuur 35. Wintergerst (C), 1000x vergroot, code C11.

Bijlage D – SEM foto's stro uit woning Neede start bouw 2015, ingebruikname 2016

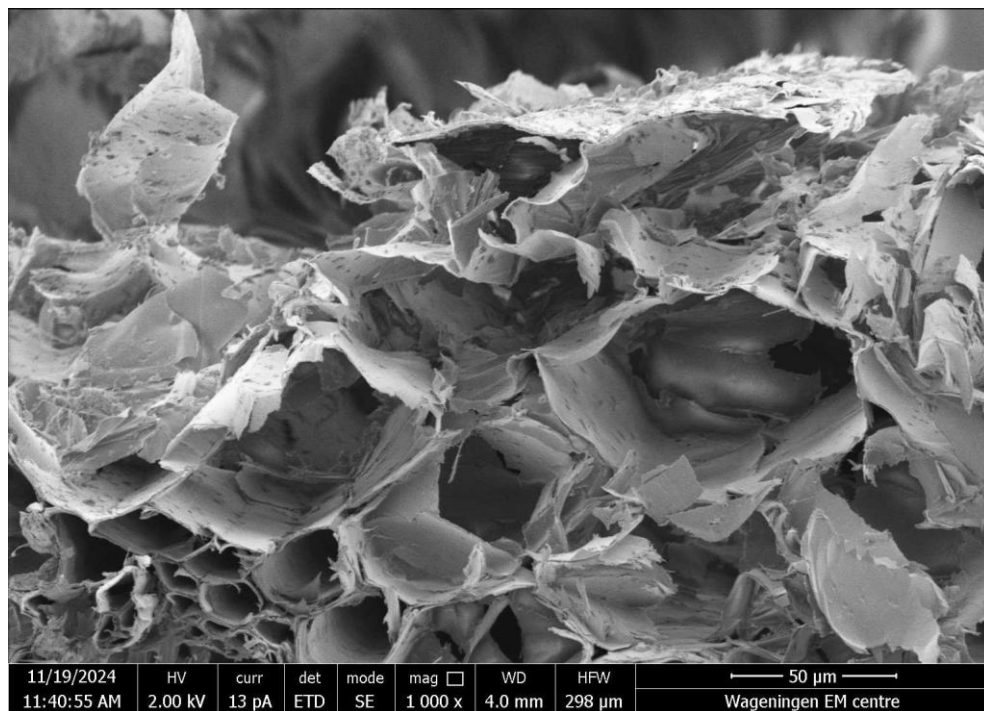
1.11 Strodeeltje 1



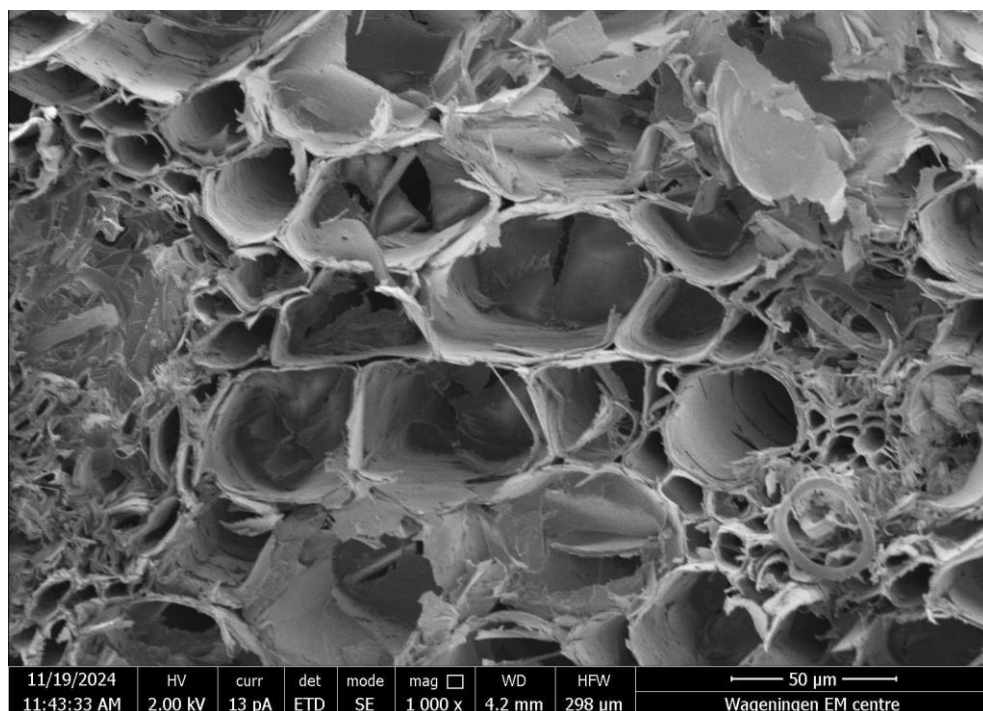
Figuur 36. Stro uit woning Neede (E), 250x vergroot, code E1.



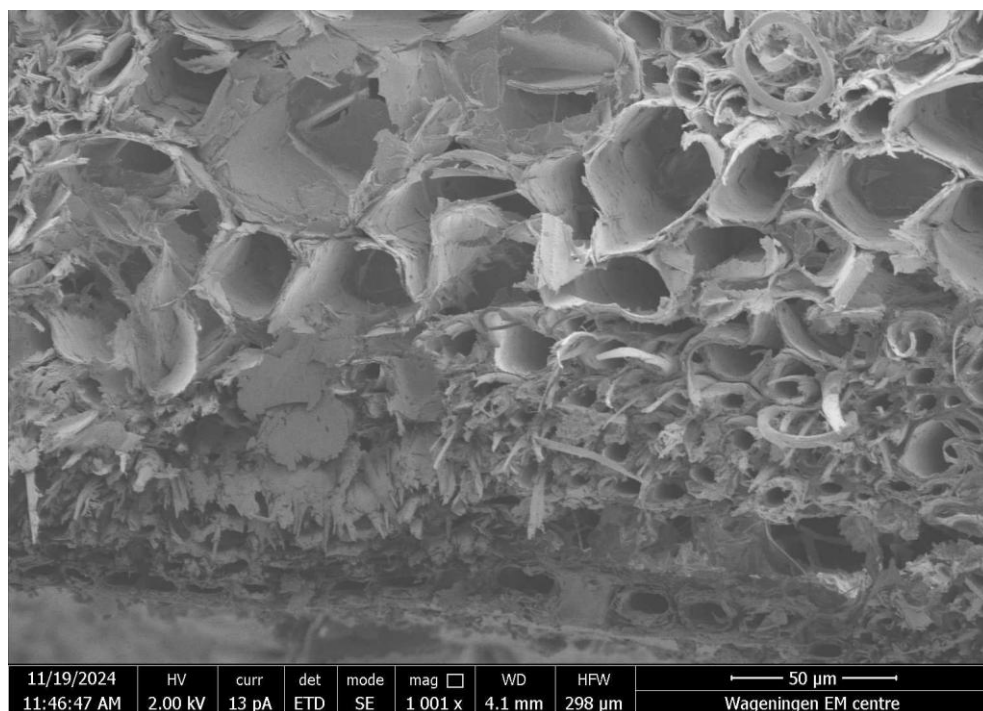
Figuur 37. Stro uit woning Neede (E), 500x vergroot, code E2.



Figuur 38. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E3.

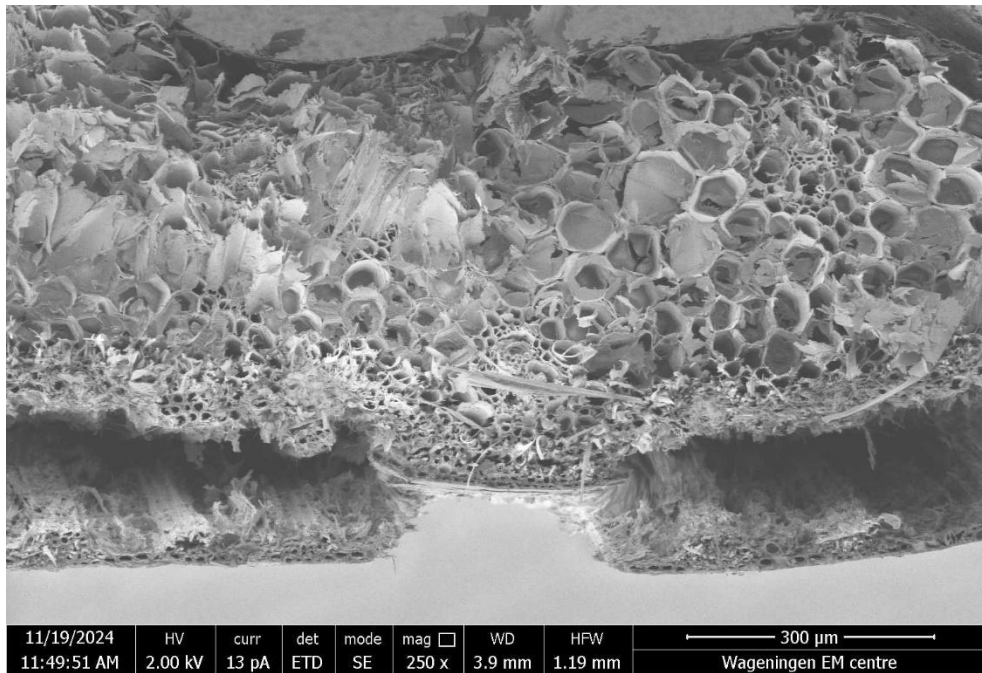


Figuur 39. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E4.

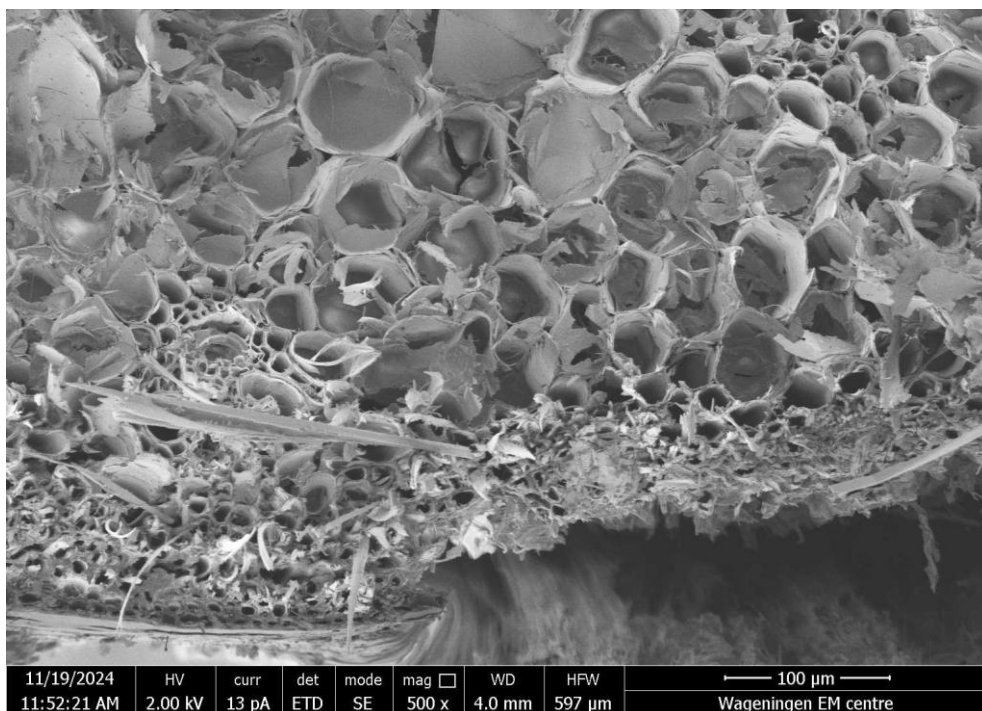


Figuur 40. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E5.

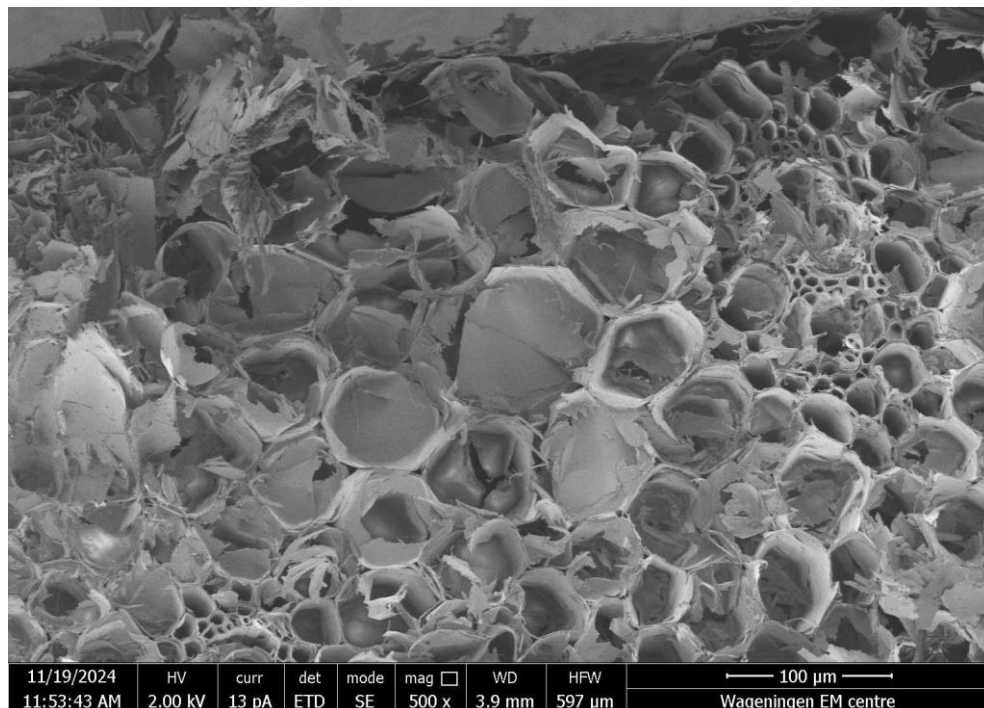
1.12 Strodeeltje 2



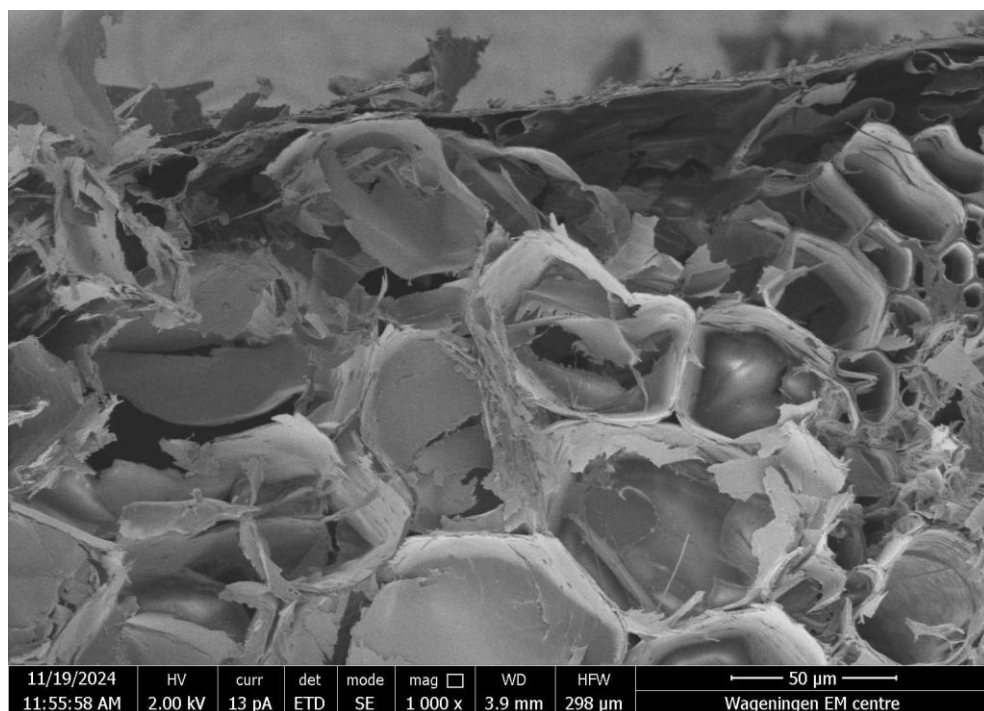
Figuur 41. Stro uit woning Neede (E), 250x vergroot, code E6.



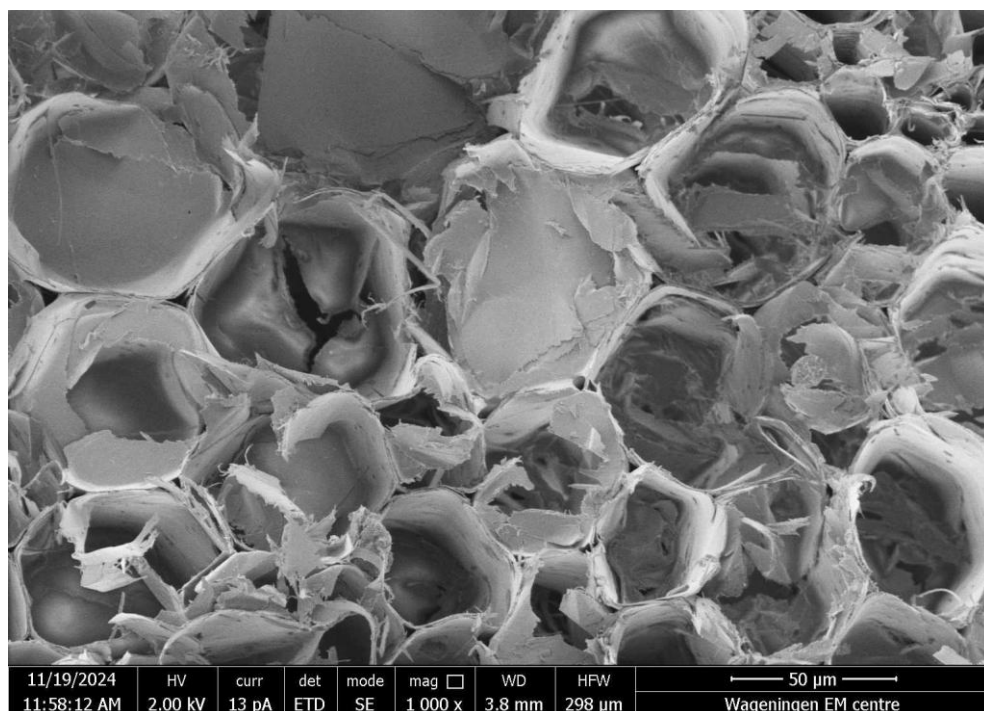
Figuur 42. Stro uit woning Neede (E), 500x vergroot, code E7.



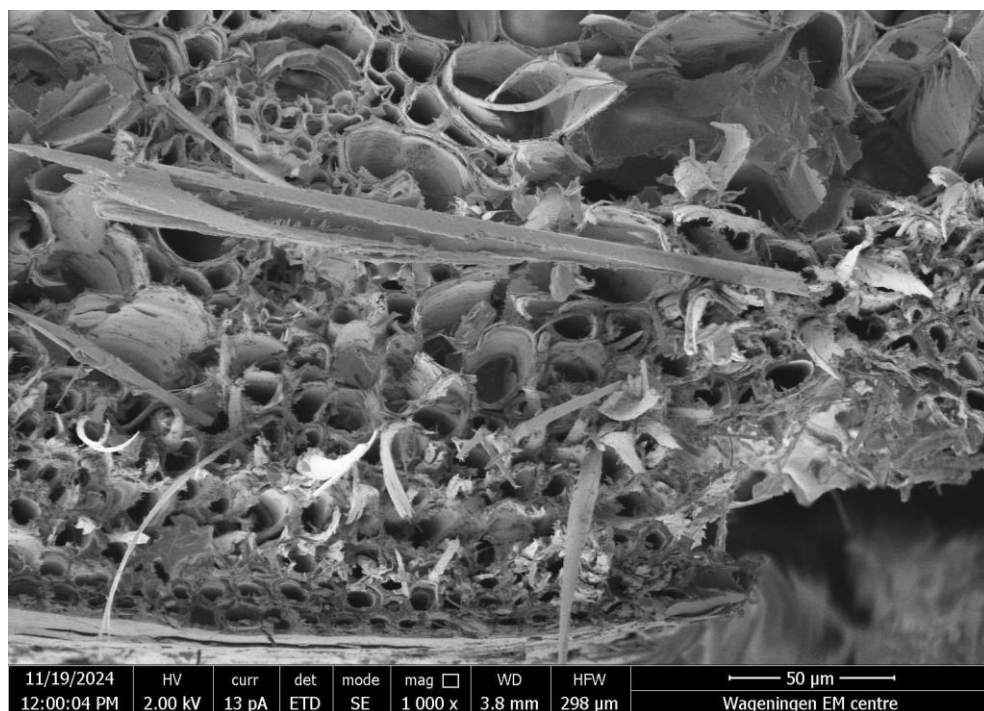
Figuur 43. Stro uit woning Neede (E), 500x vergroot, code E8.



Figuur 44. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E9.

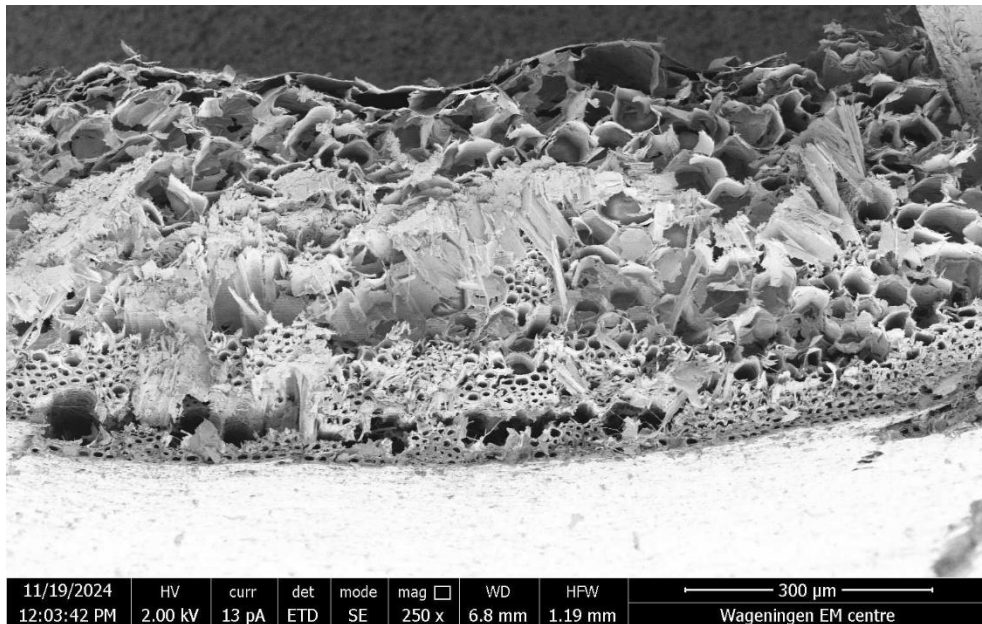


Figuur 45. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E10.

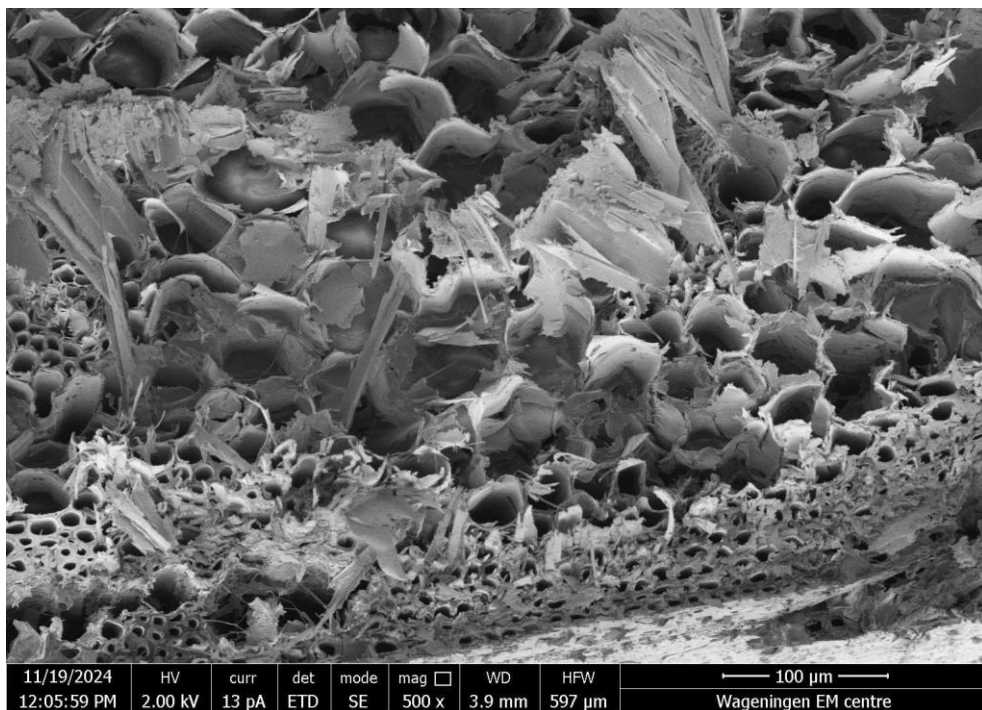


Figuur 46. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E11.

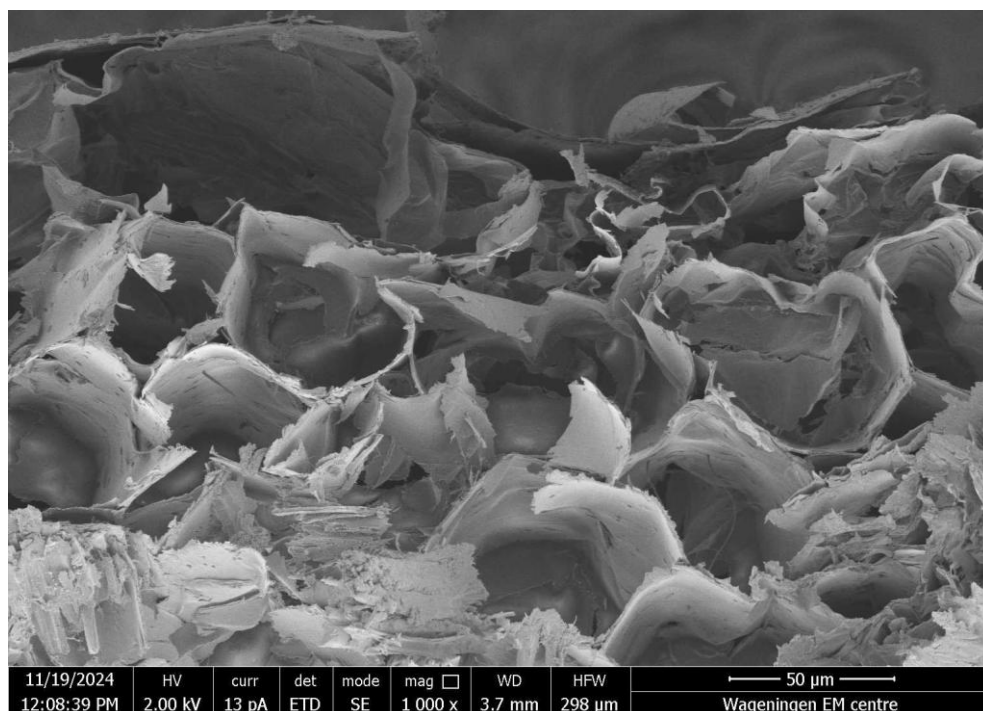
1.13 Strodeeltje 3



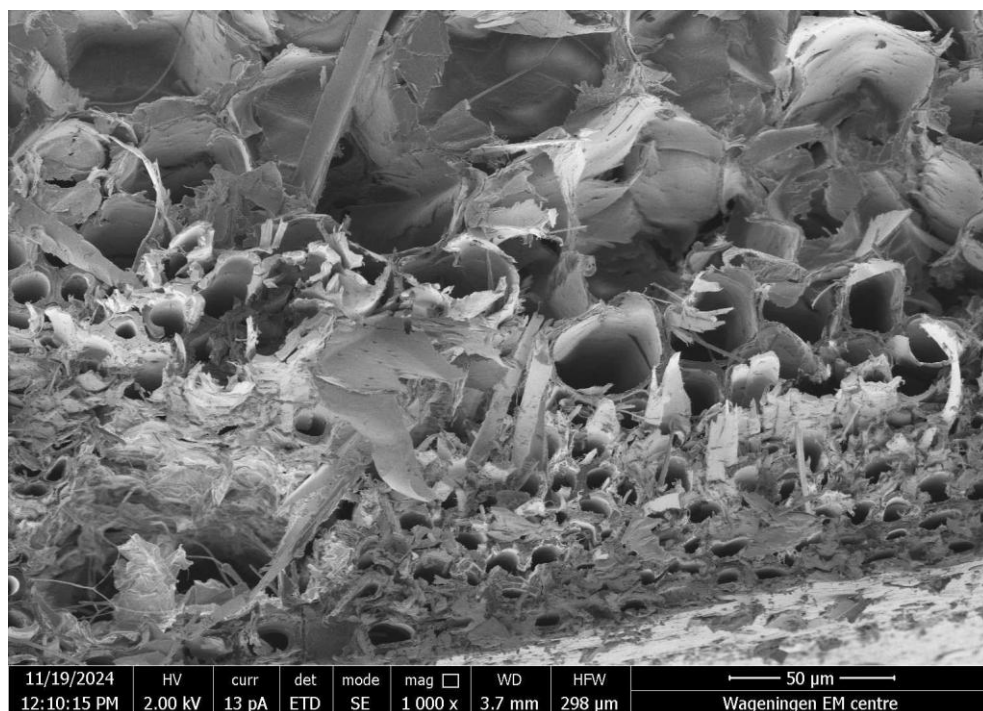
Figuur 47. Stro uit woning Neede (E), 250x vergroot, code E12.



Figuur 48. Stro uit woning Neede (E), 500x vergroot, code E13.



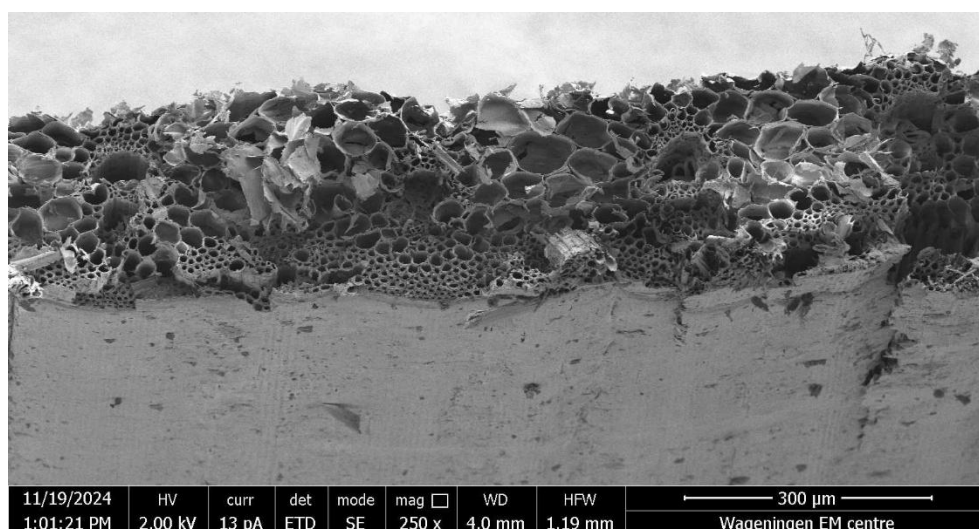
Figuur 49. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E14.



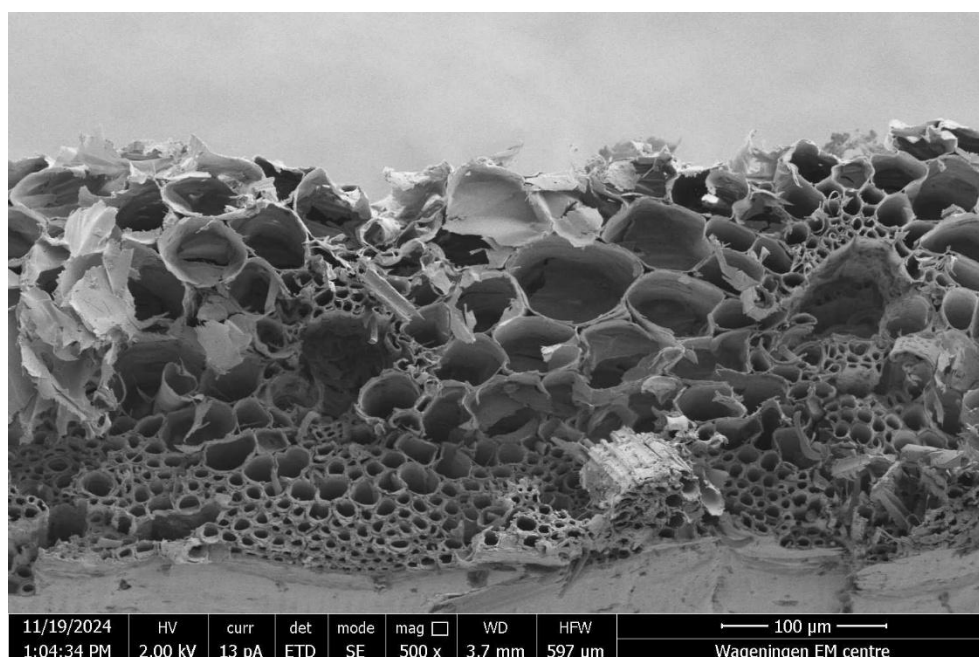
Figuur 50. Stro uit woning Neede (E), 1000x vergroot, code E15.

Bijlage E – SEM foto's stro uit woning Lent, start bouw 2014, ingebruikname 2015

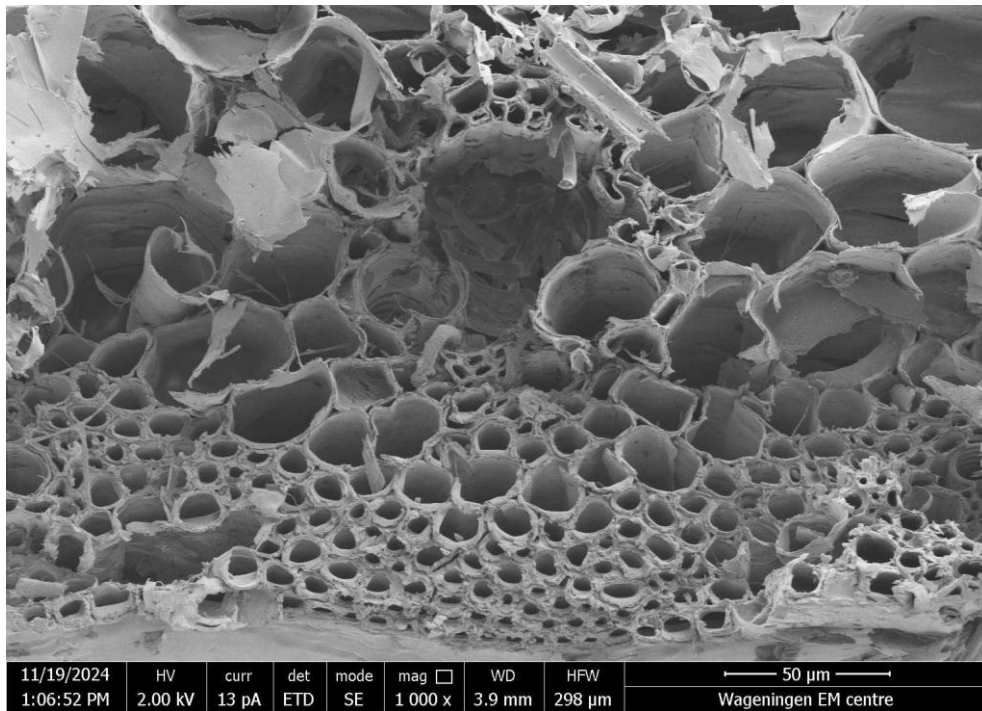
1.14 Strodeeltje 1



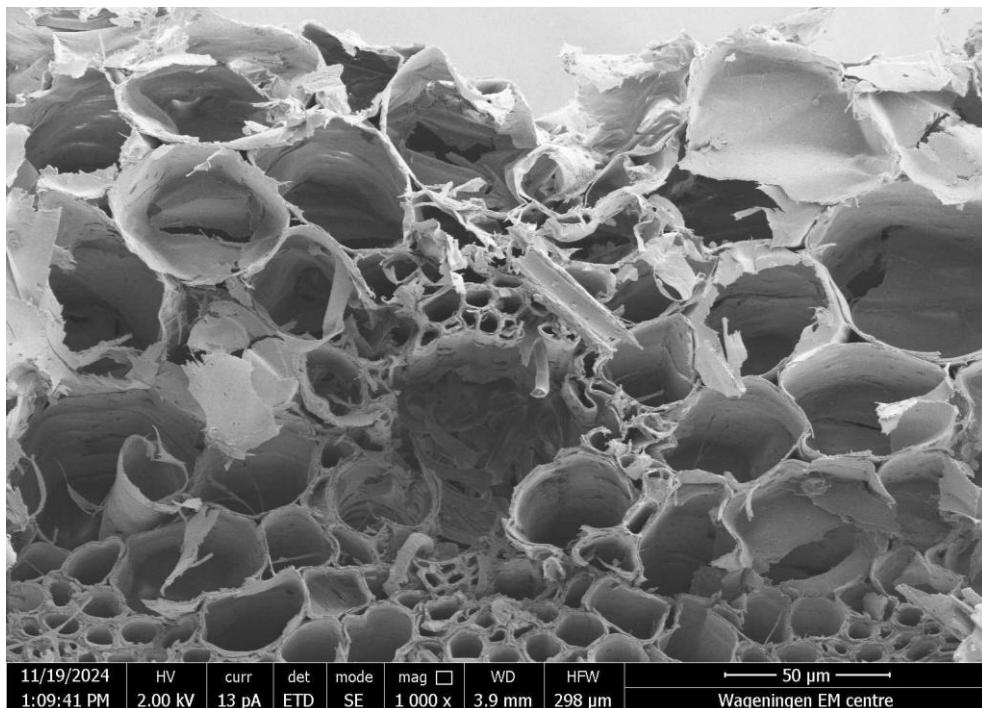
Figuur 51. Stro uit woning Lent (G), 250x vergroot, code G1.



Figuur 52. Stro uit woning Lent (G), 500x vergroot, code G2.

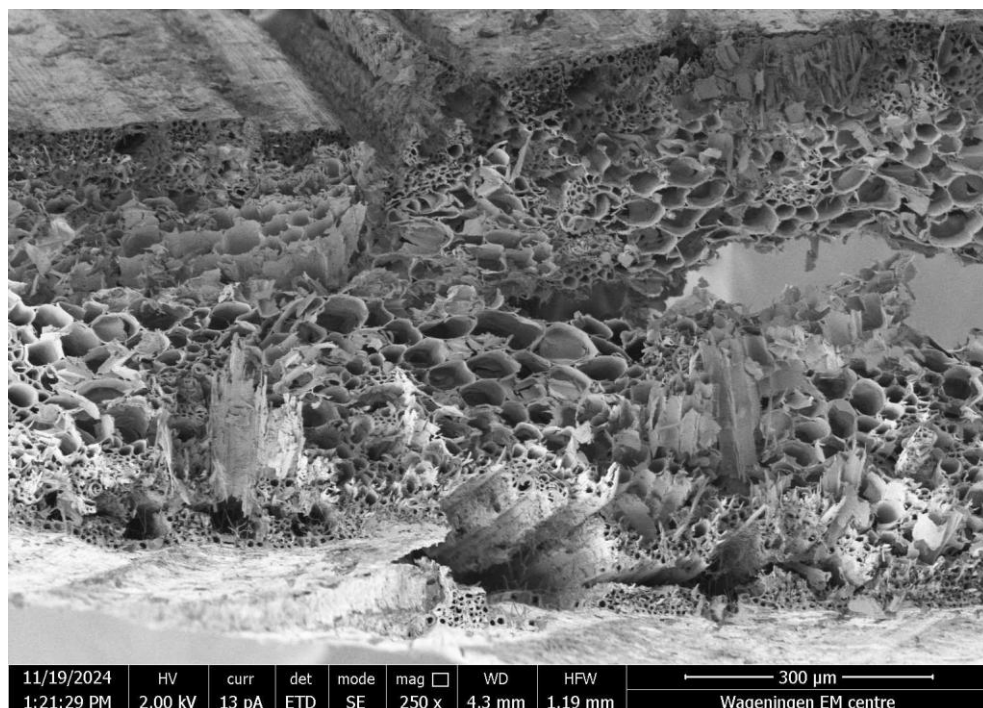


Figuur 53. Stro uit woning Lent (G), 1000x vergroot, code G3.

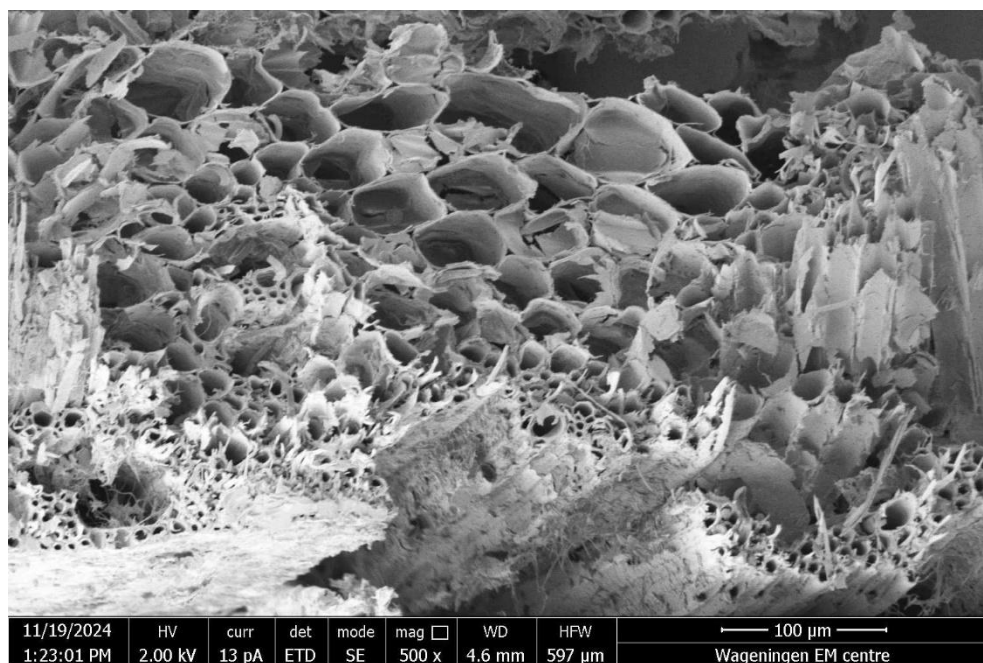


Figuur 54. Stro uit woning Lent (G), 1000x vergroot, code G4.

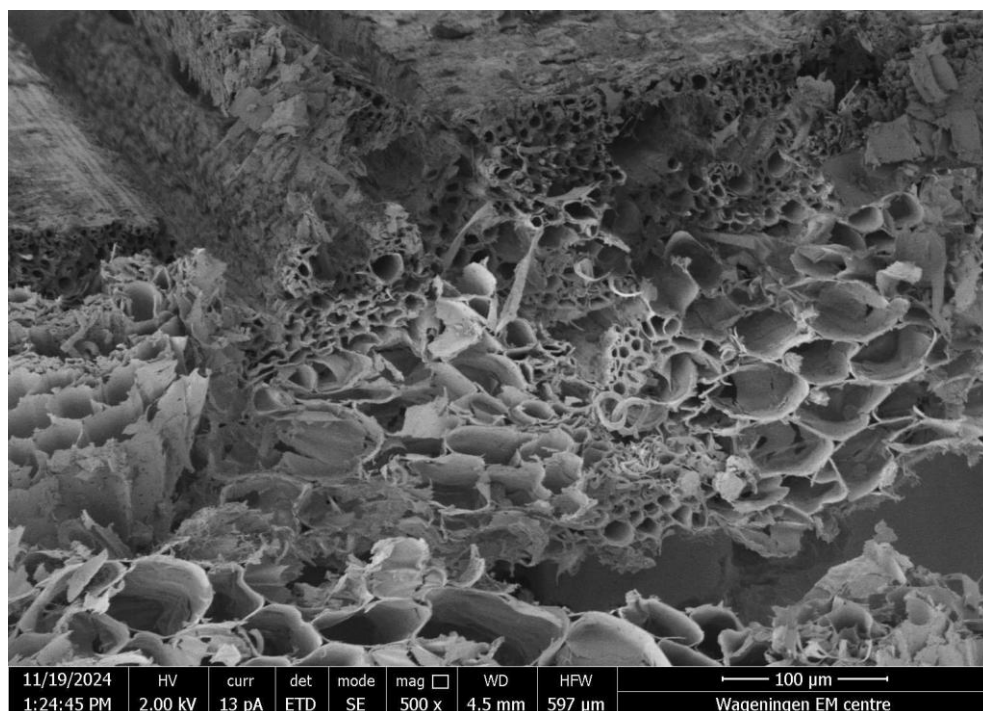
1.15 Strodeeltje 2



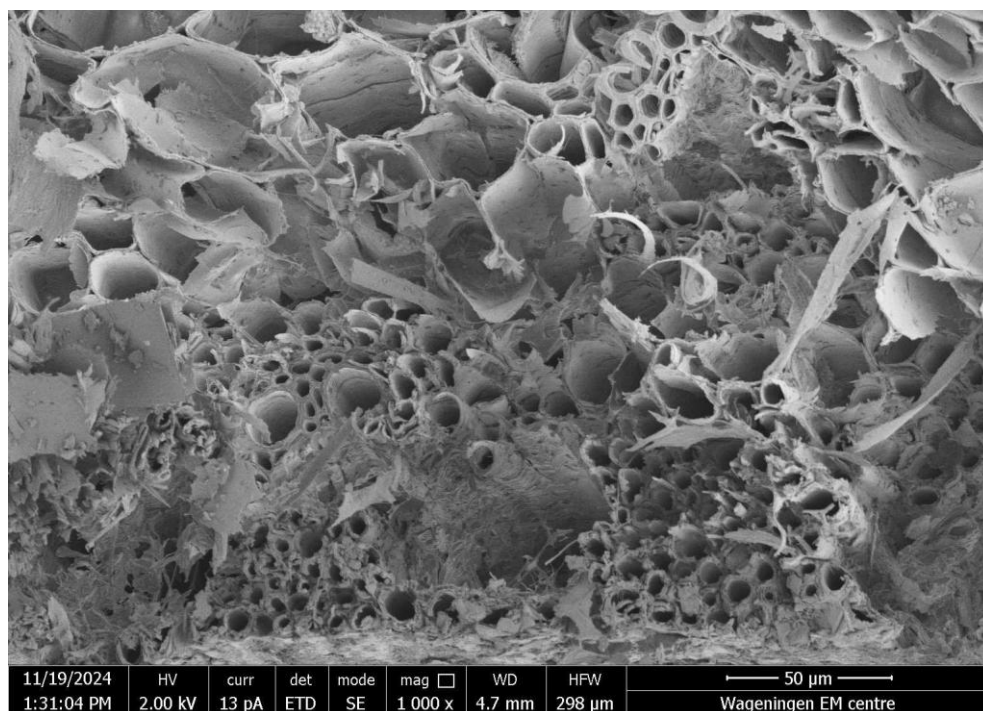
Figuur 55. Stro uit woning Lent (G), 250x vergroot, code G6. 2 Stro-deeltjes naast elkaar.



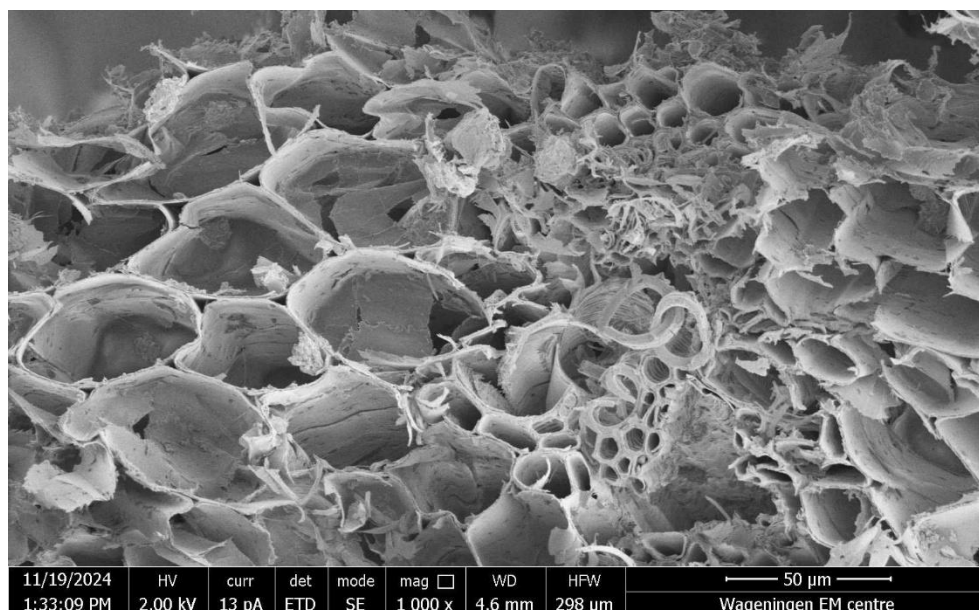
Figuur 56. Stro uit woning Lent (G), 500x vergroot, code G7.



Figuur 57. Stro uit woning Lent (G), 500x vergroot, code G8.

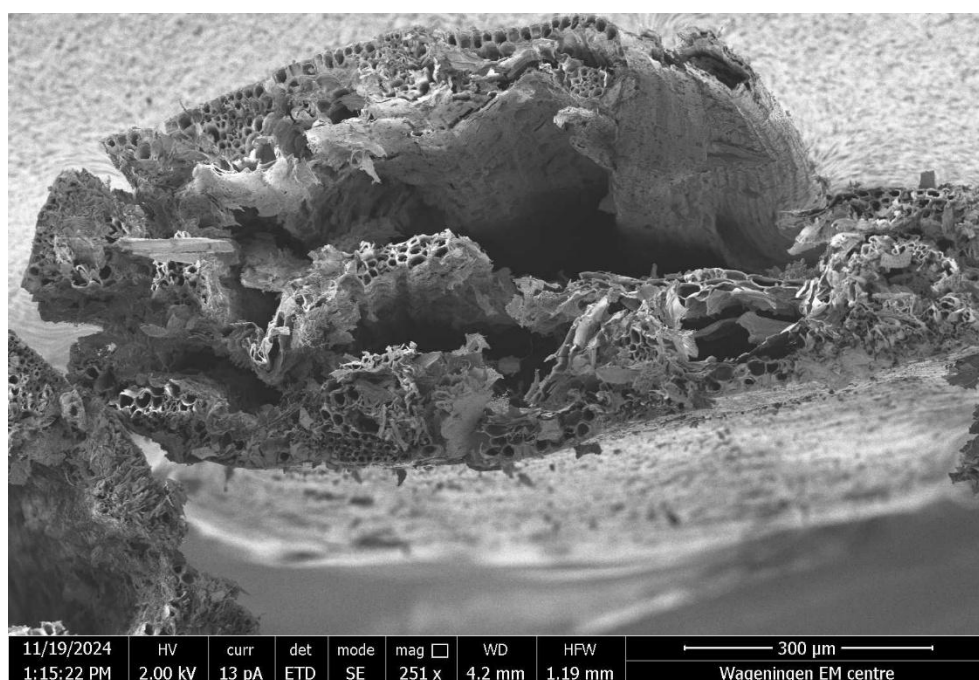


Figuur 58. Stro uit woning Lent (G), 1000x vergroot, code G9.

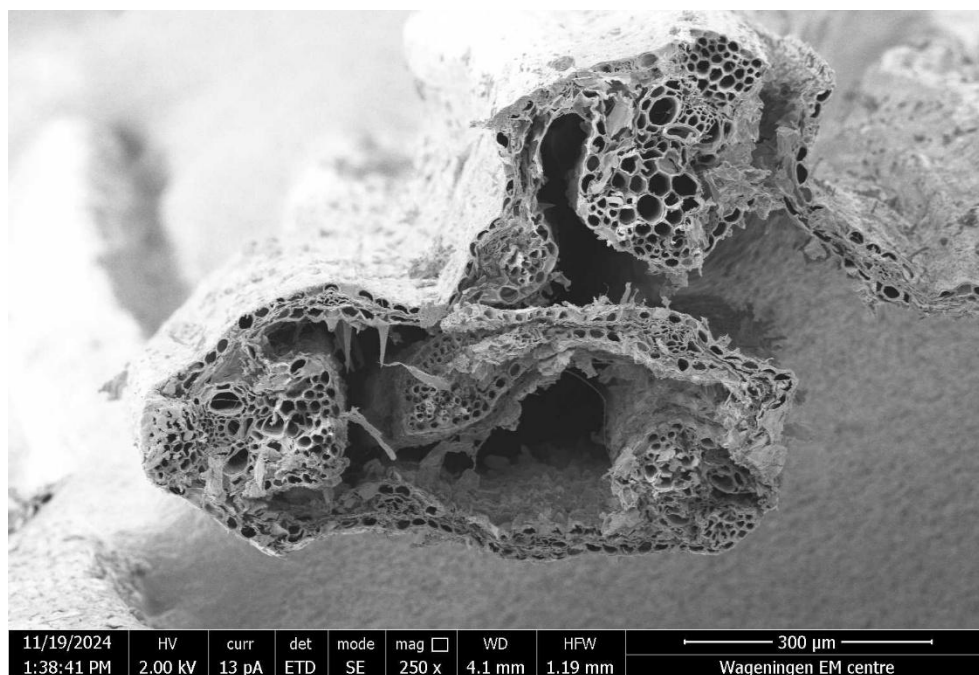


Figuur 59. Stro uit woning Lent (G), 1000x vergroot, code G10.

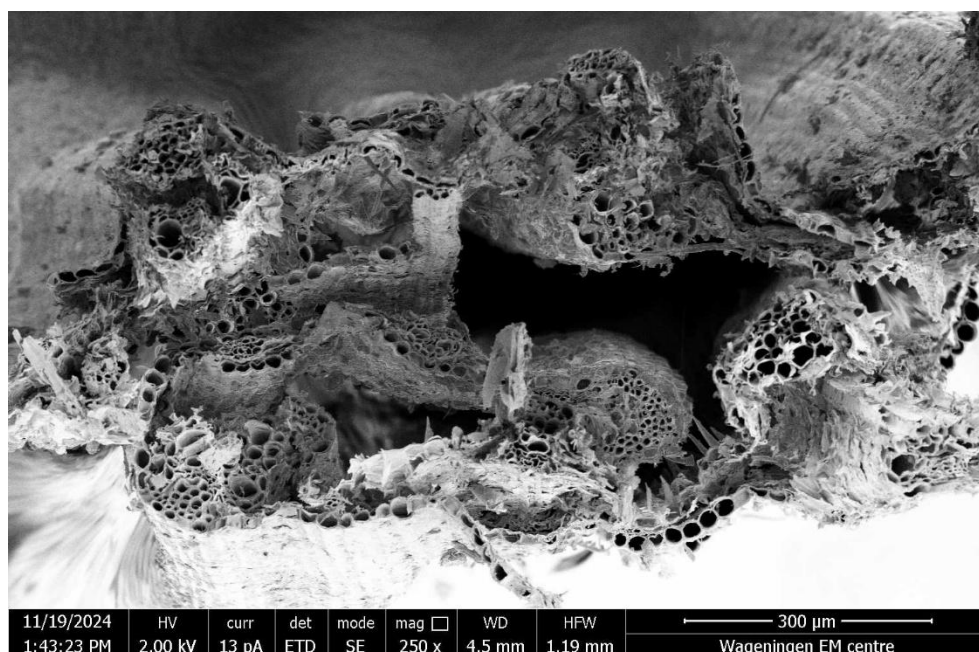
1.16 Stro-deeltjes 3, 4, 5



Figuur 60. Stro uit woning Lent (G), 250x vergroot, code G5. Afwijkende structuur t.o.v. andere stro-deeltjes; meer gevulde cellen; onduidelijk welk deel van de plant dit is.



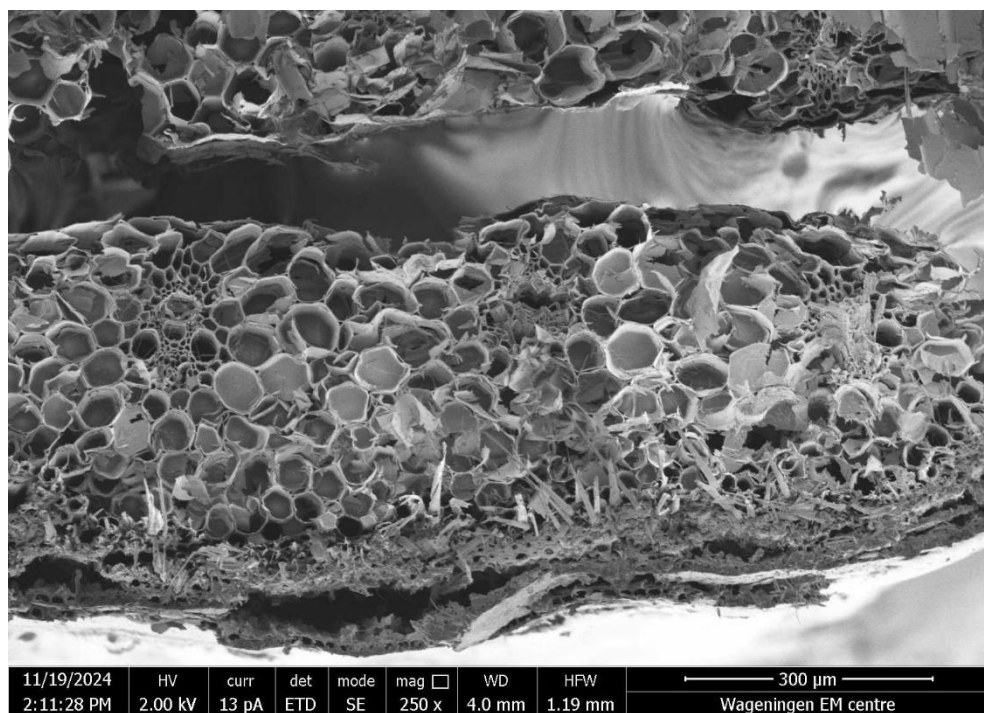
Figuur 61. Stro uit woning Lent (G), 250x vergroot, code G11. Afwijkende structuur (zie Fig. 77).



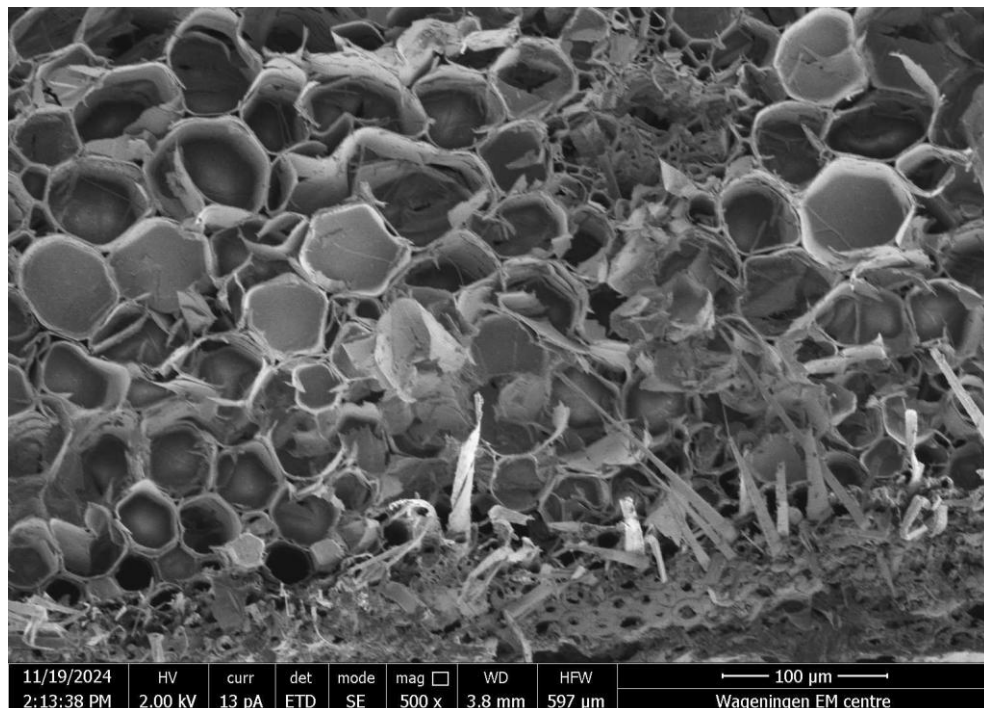
Figuur 62. Stro uit woning Lent (G), 250x vergroot, code G12. Afwijkende structuur (zie Fig. 77).

Bijlage F – SEM foto's stro uit woning Megchelen, start bouw 2014, ingebruikname 2014

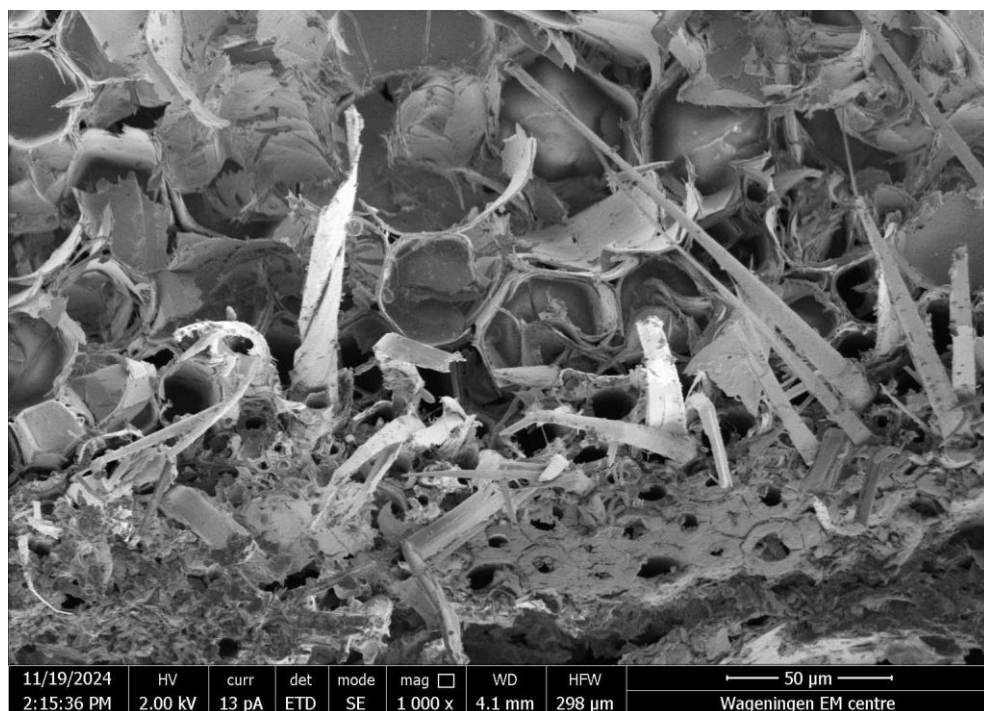
1.17 Strodeeltje 1



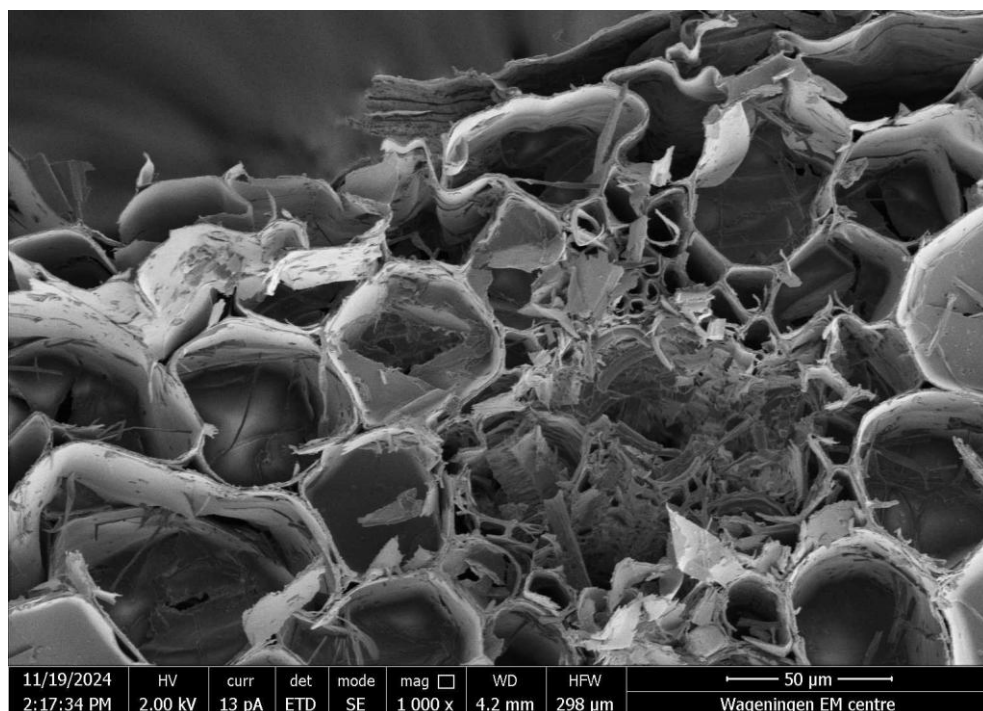
Figuur 63. Stro uit woning Megchelen (H), 250x vergroot, code H1. 2 Stro-deeltjes naast elkaar.



Figuur 64. Stro uit woning Megchelen (H), 500x vergroot, code H2.

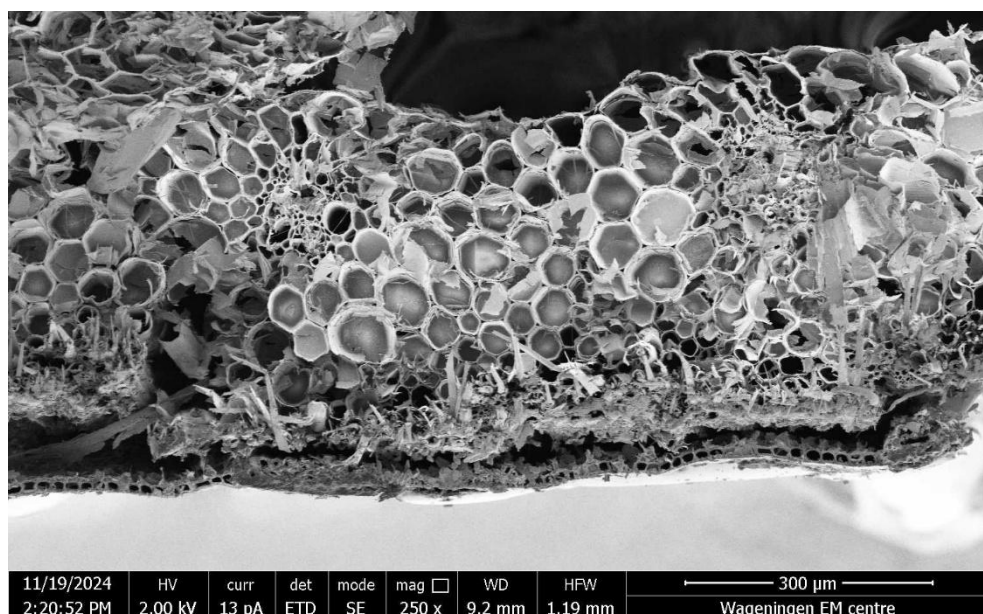


Figuur 65. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H3.

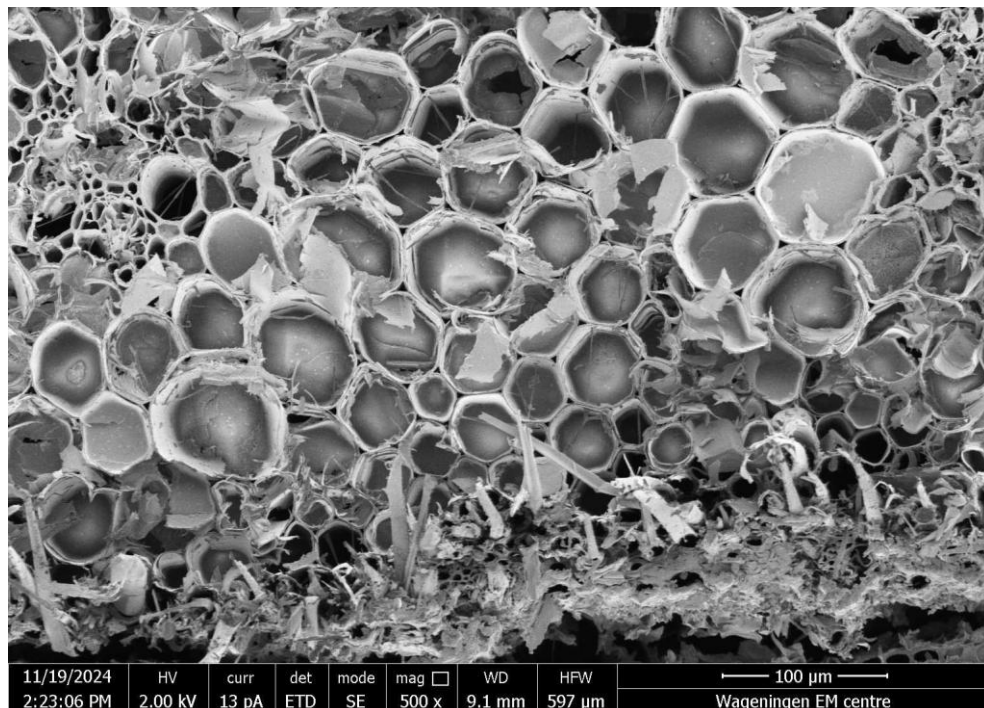


Figuur 66. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H4.

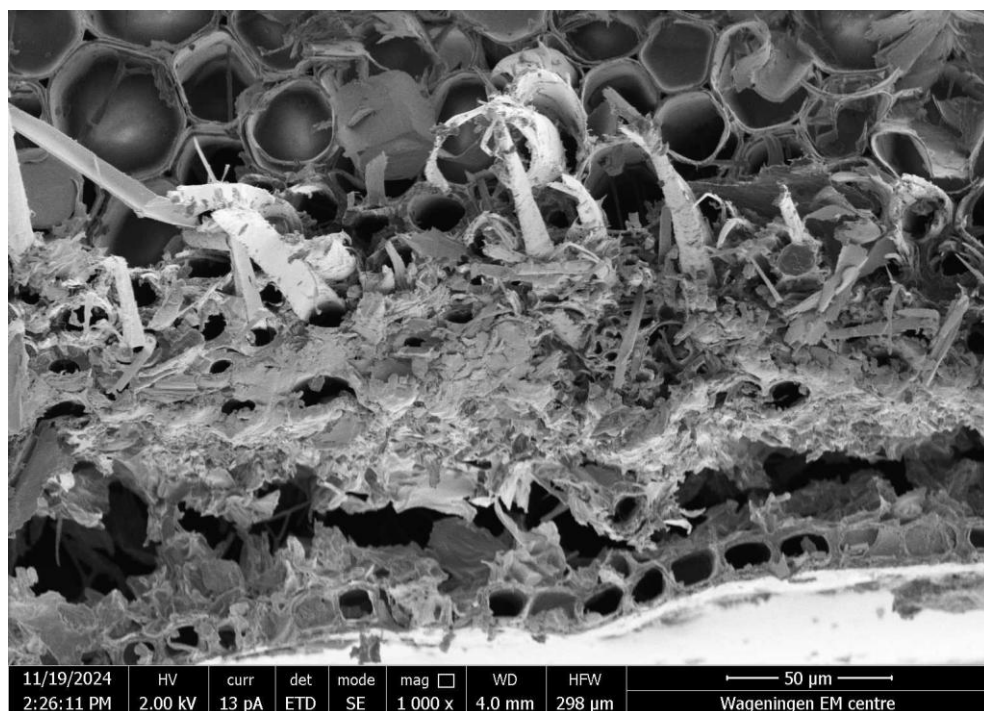
1.18 Strodeeltje 2



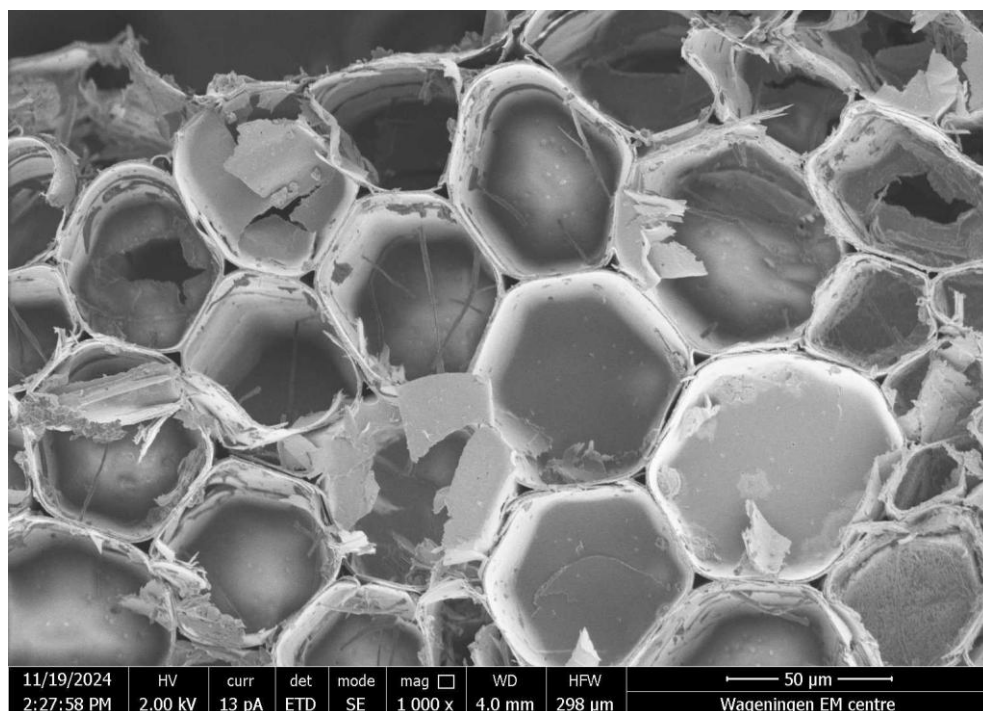
Figuur 67. Stro uit woning Megchelen (H), 250x vergroot, code H5.



Figuur 68. Stro uit woning Megchelen (H), 500x vergroot, code H6.

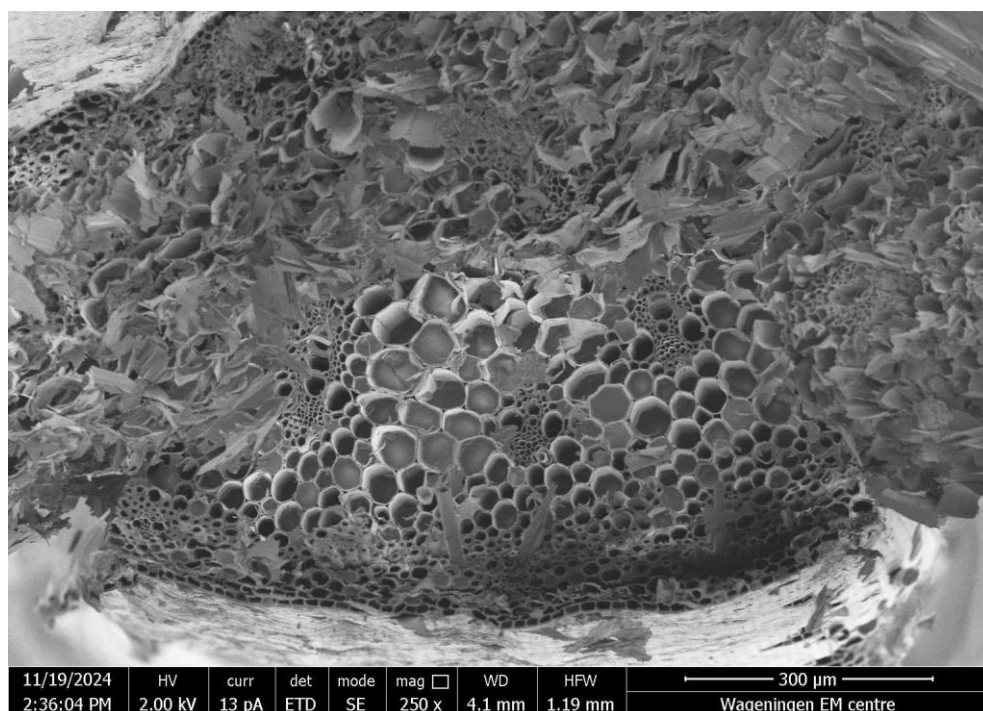


Figuur 69. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H7.

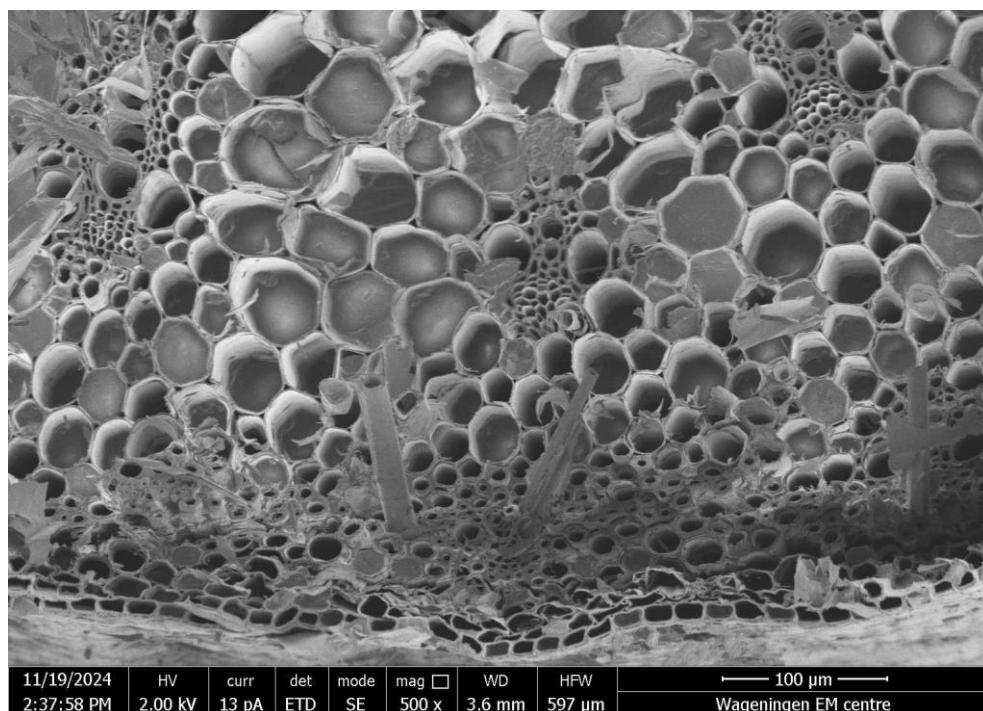


Figuur 70. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H8.

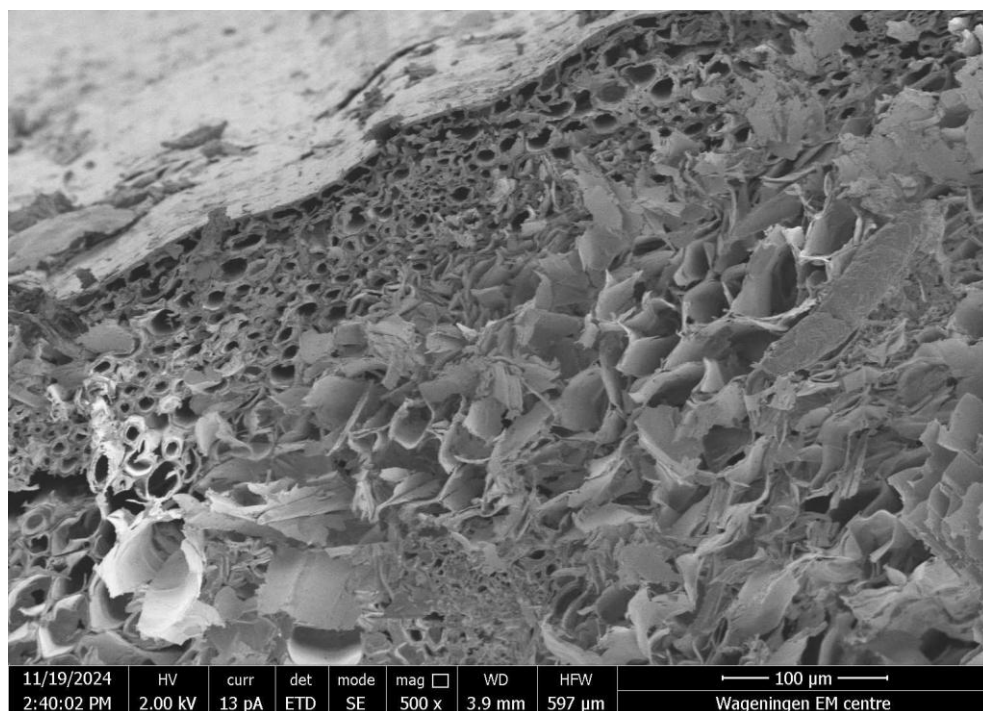
1.19 Strodeeltje 3



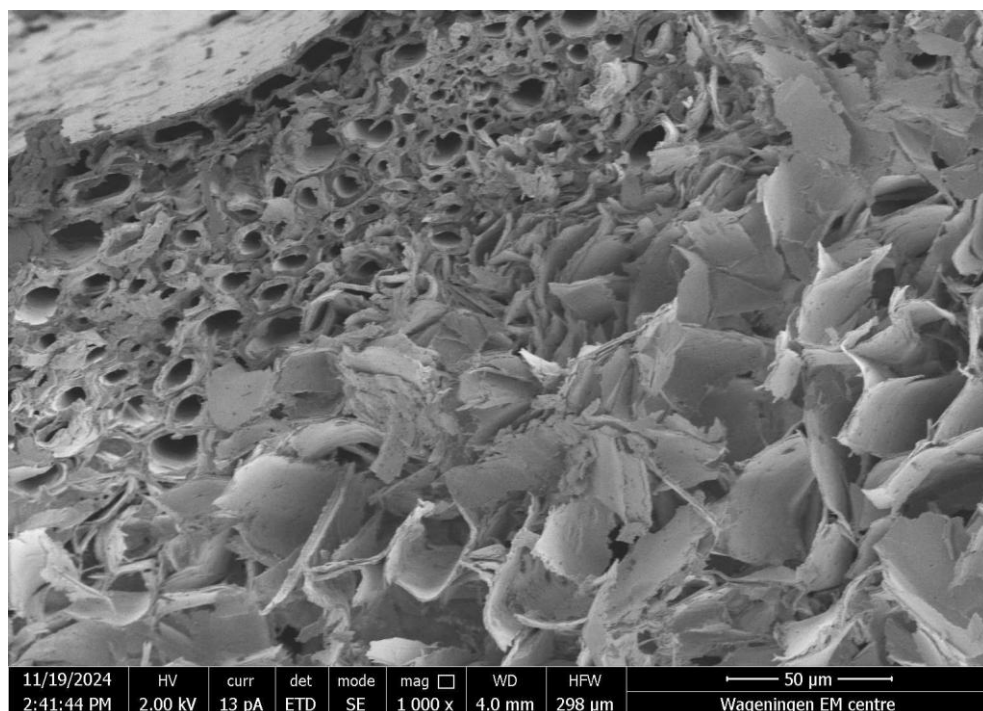
Figuur 71. Stro uit woning Megchelen (H), 250x vergroot, code H9. Dubbelgevouwen stukje stengel.



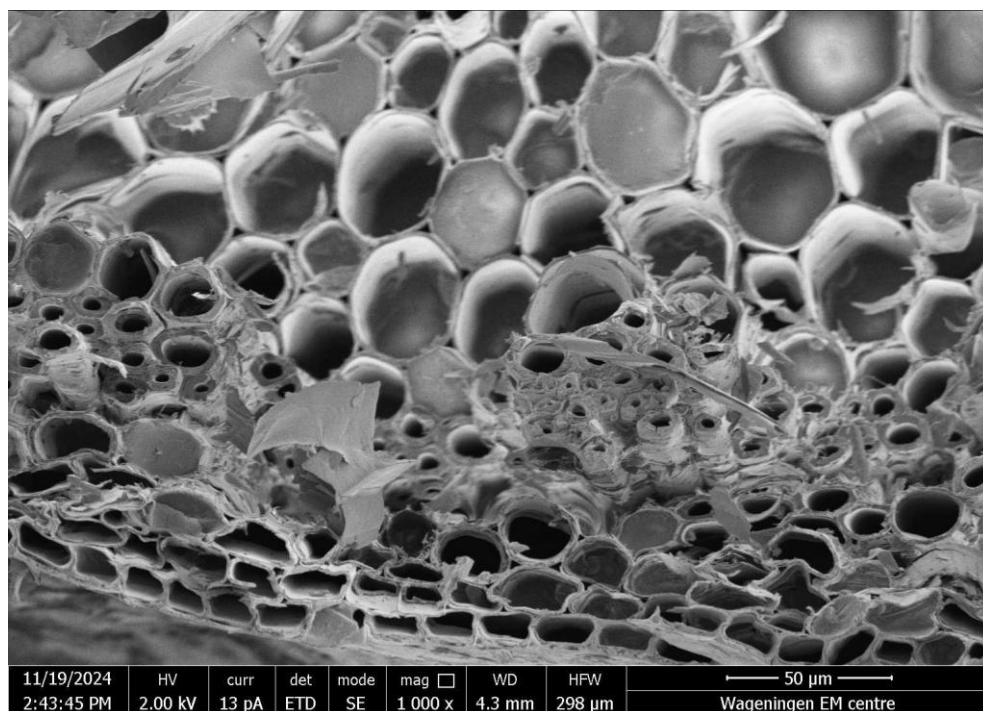
Figuur 72. Stro uit woning Megchelen (H), 500x vergroot, code H10.



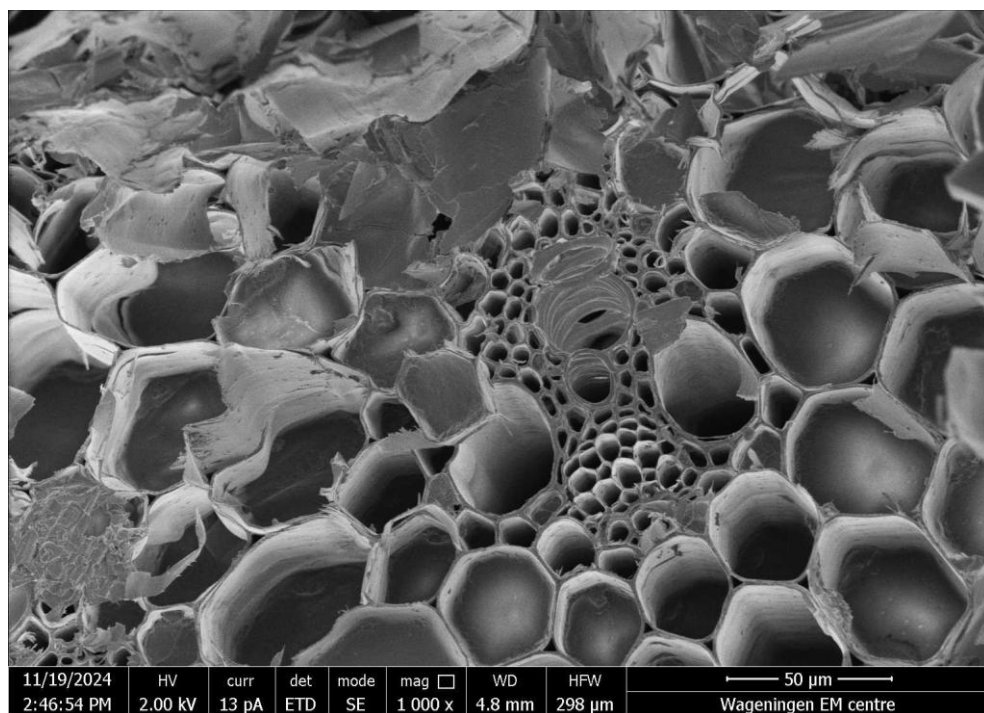
Figuur 73. Stro uit woning Megchelen (H), 500x vergroot, code H11.



Figuur 74. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H12.



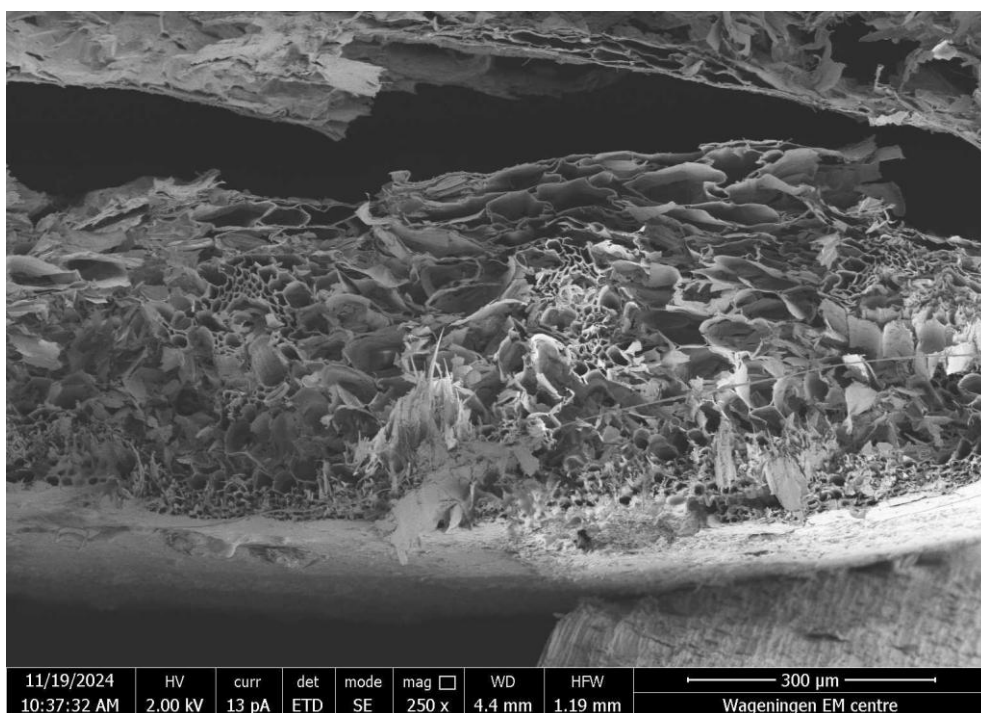
Figuur 75. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H13.



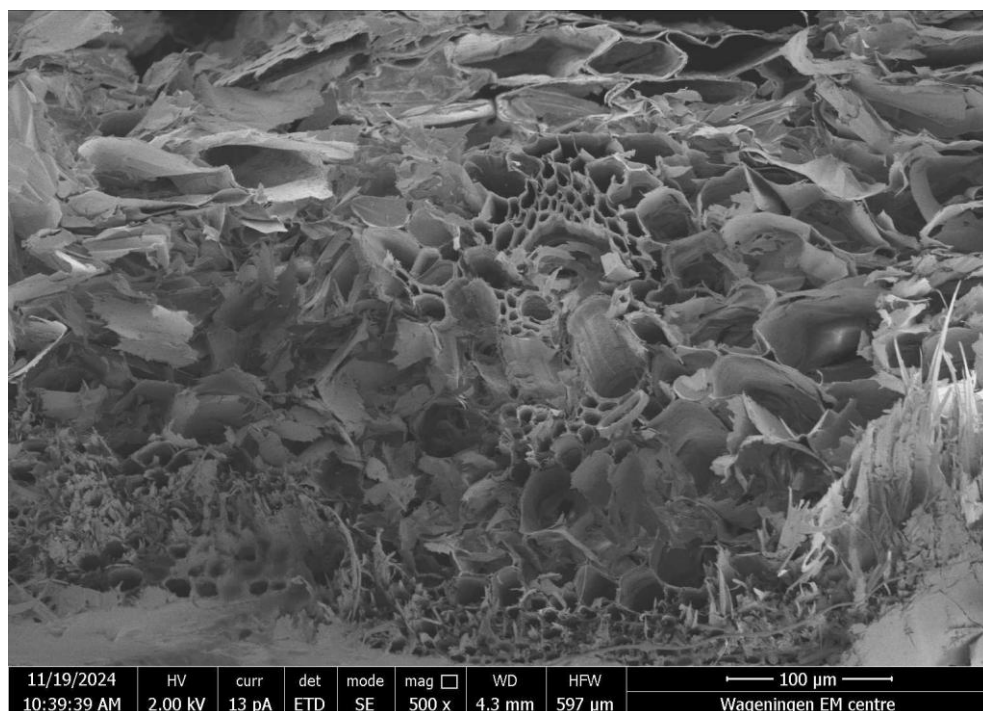
Figuur 76. Stro uit woning Megchelen (H), 1000x vergroot, code H14.

Bijlage G – SEM foto's stro uit woning Riemst, start bouw 2009, ingebruikname 2010

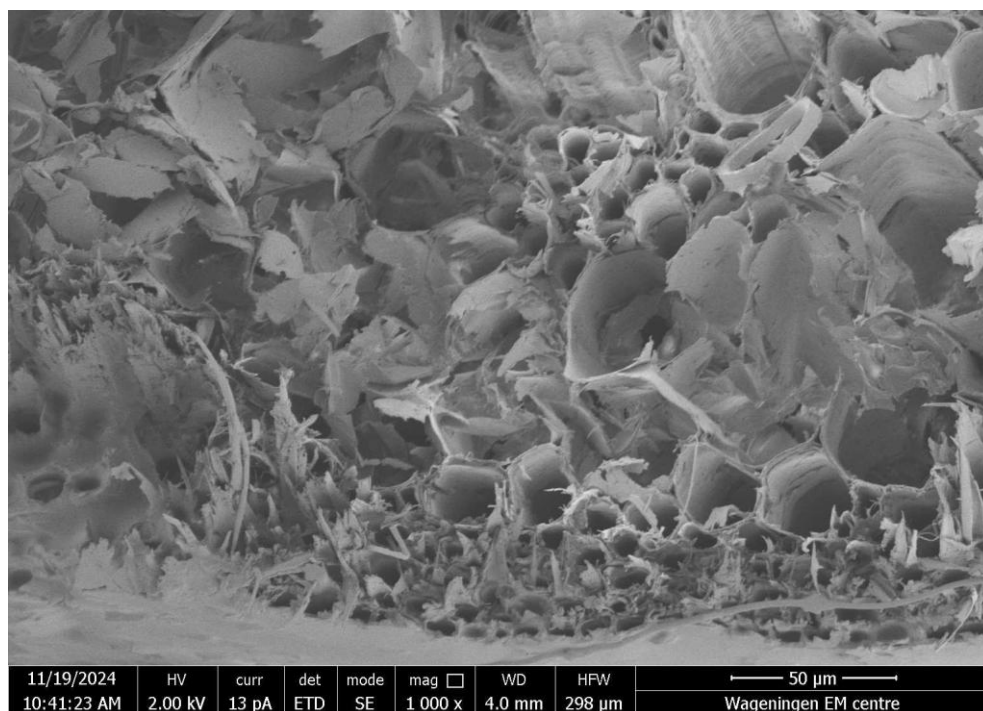
1.20 Strodeeltje 1



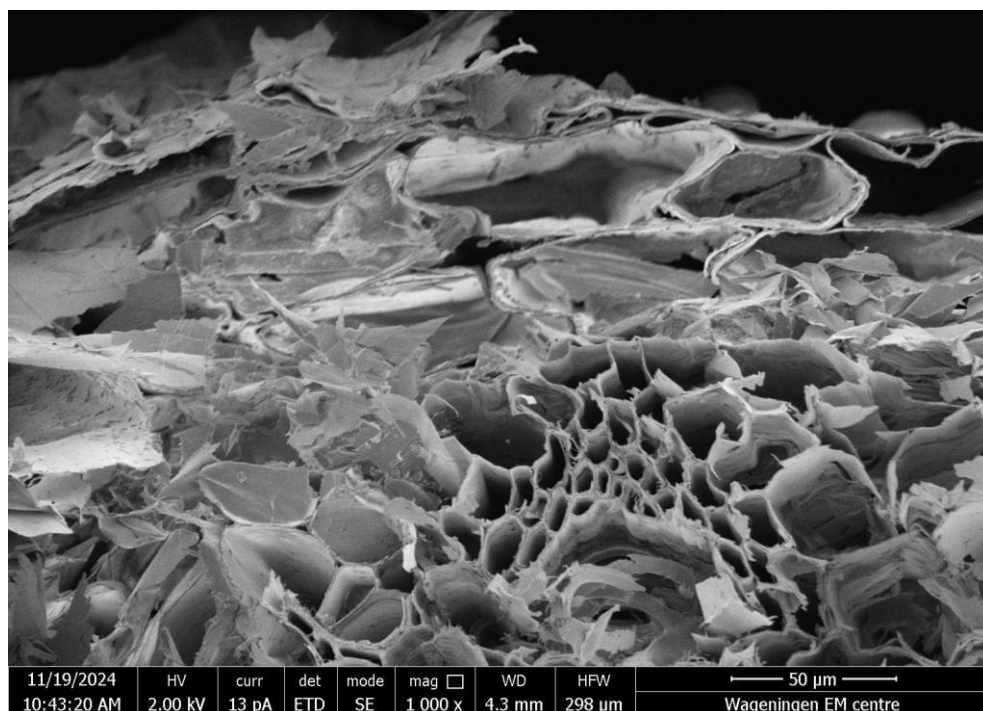
Figuur 77. Stro uit woning Riemst (J), 250x vergroot, code J1.



Figuur 78. Stro uit woning Riemst (J), 500x vergroot, code J2.

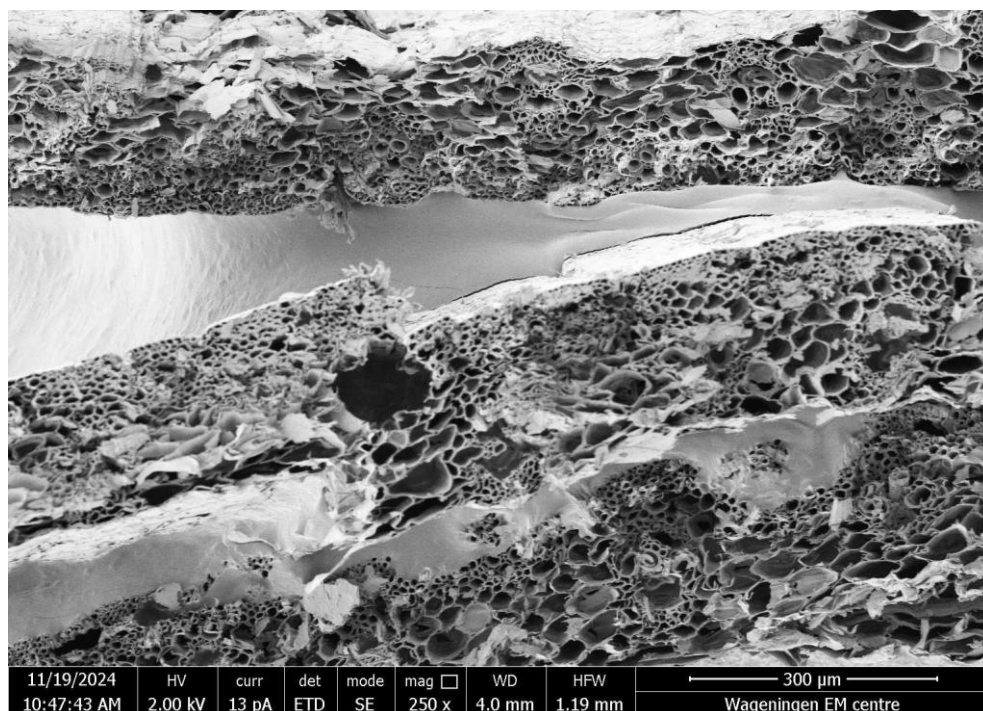


Figuur 79. Stro uit woning Riemst (J), 1000x vergroot, code J3.

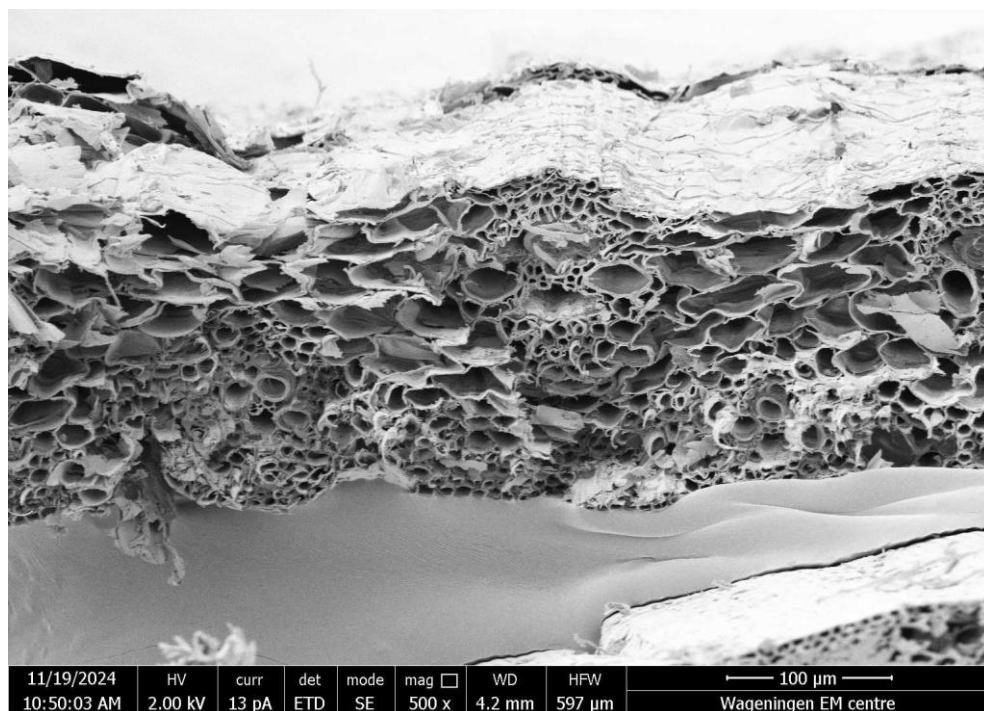


Figuur 80. Stro uit woning Riemst (J), 1000x vergroot, code J4.

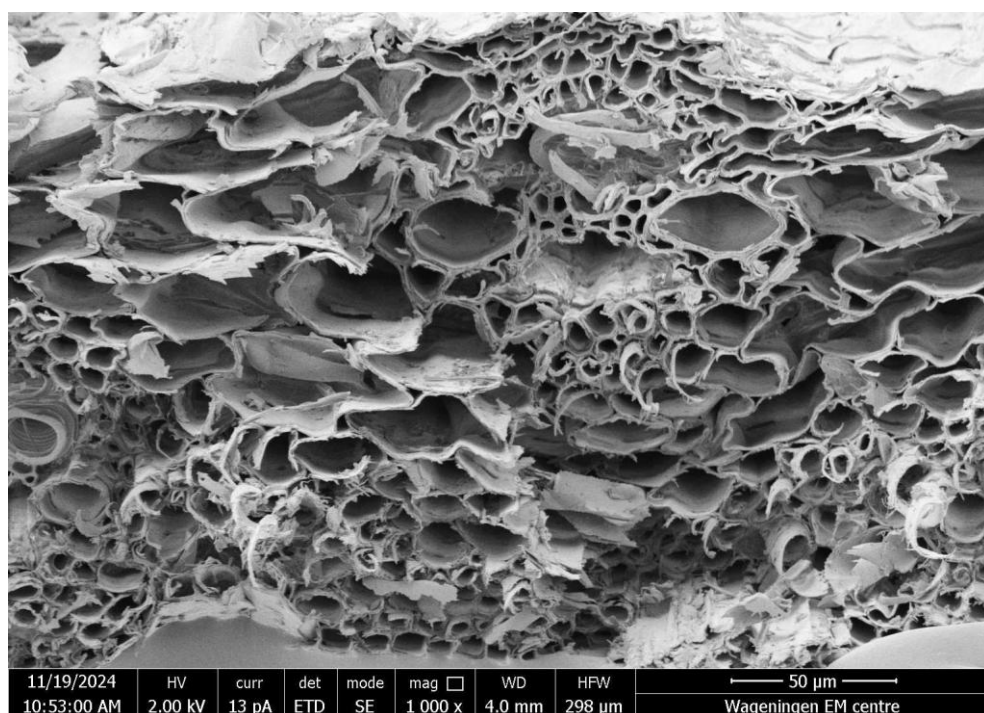
1.21 Strodeeltje 2



Figuur 81. Stro uit woning Riemst (J), 250x vergroot, code J5. Meerdere stro-deeltjes naast elkaar.

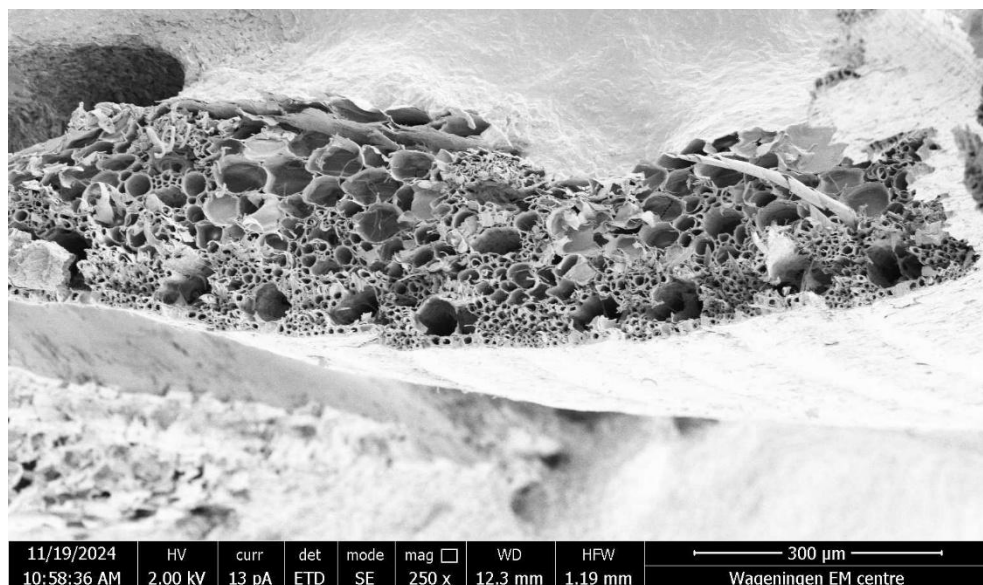


Figuur 82. Stro uit woning Riemst (J), 500x vergroot, code J6.

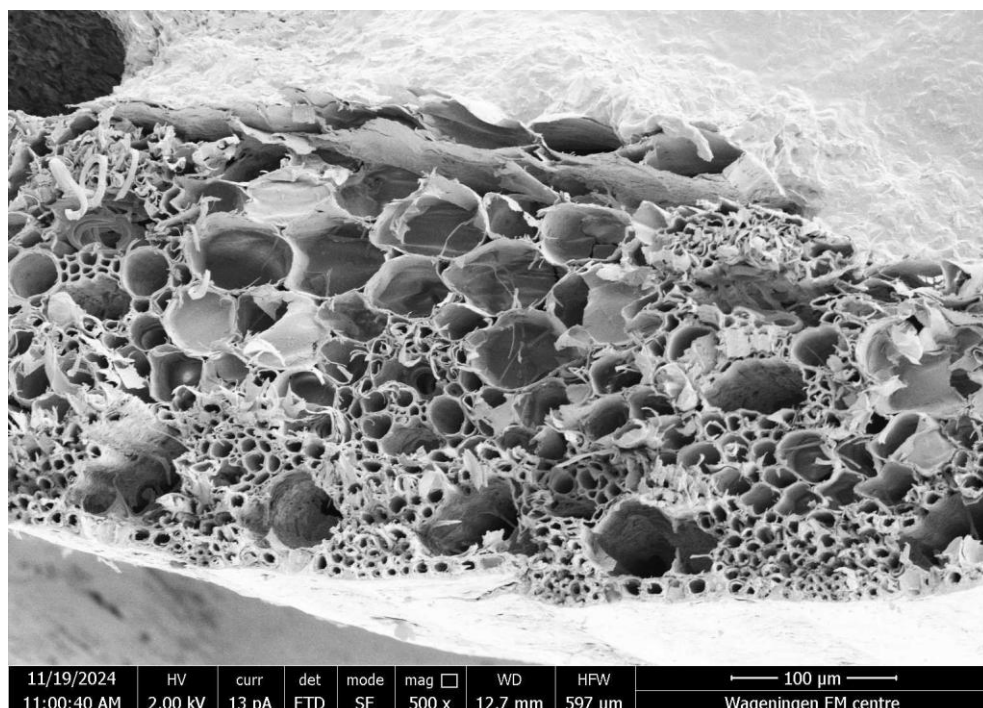


Figuur 83. Stro uit woning Riemst (J), 1000x vergroot, code J7.

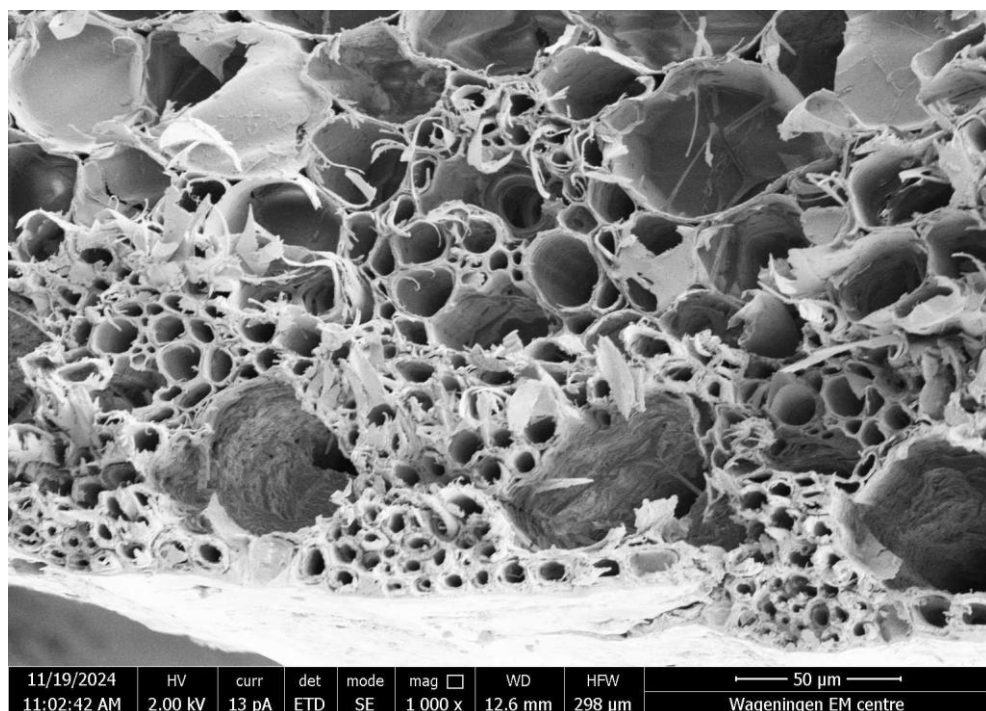
1.22 Strodeeltje 3



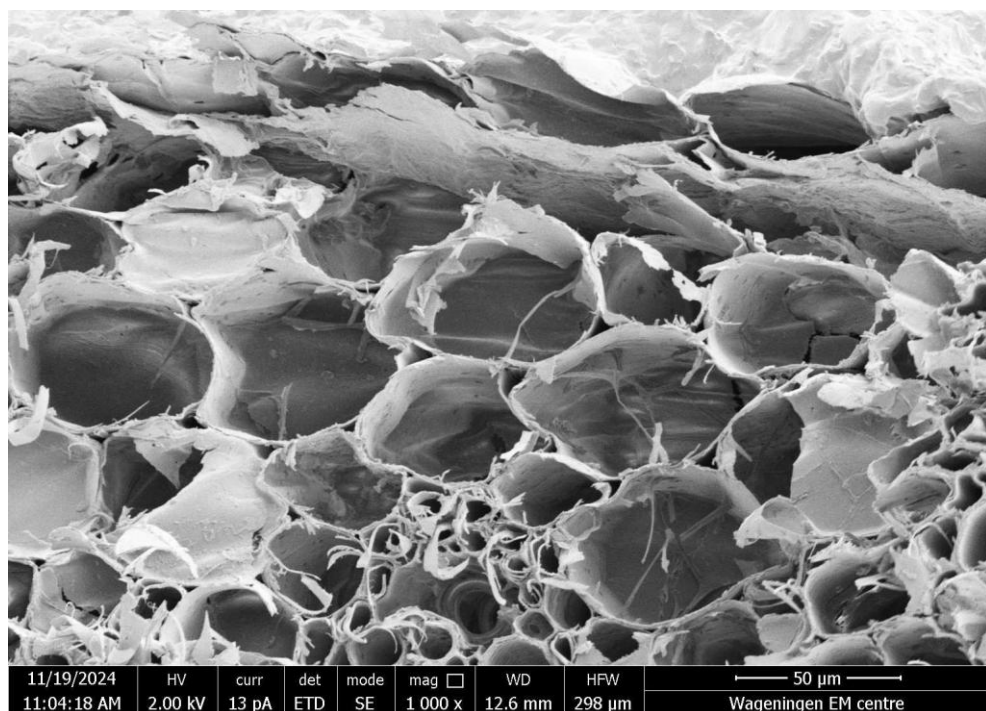
Figuur 84. Stro uit woning Riemst (J), 250x vergroot, code J8.



Figuur 85. Stro uit woning Riemst (J), 500x vergroot, code J9.



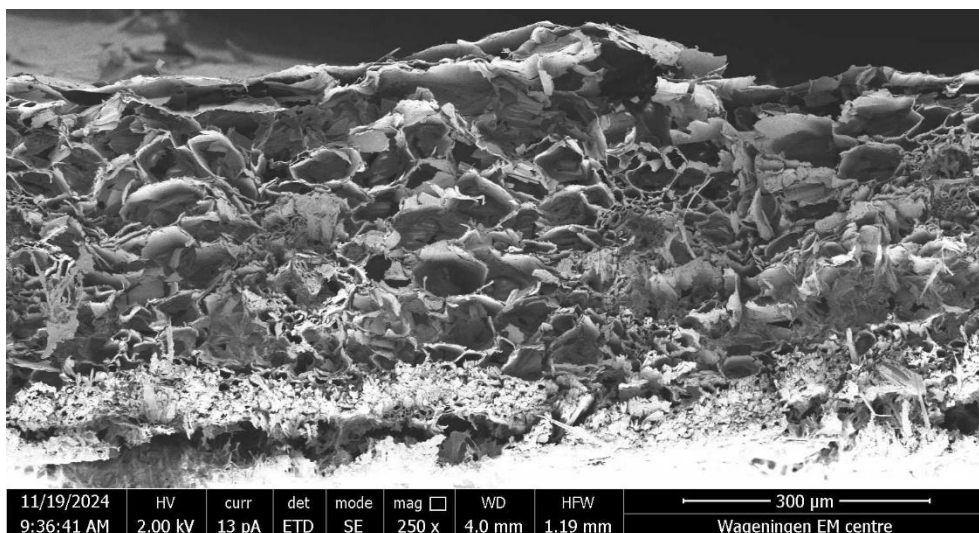
Figuur 86. Stro uit woning Riemst (J), 1000x vergroot, code J10.



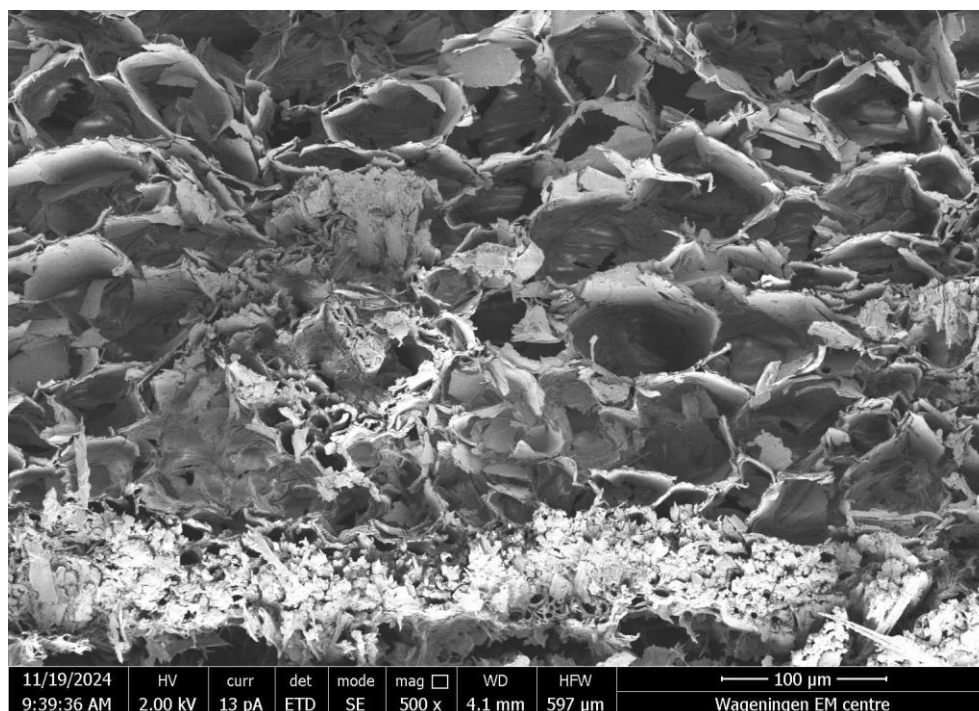
Figuur 87. Stro uit woning Riemst (J), 1000x vergroot, code J11.

Bijlage H - SEM foto's stro uit woning Herentals, start bouw 2000, ingebruikname 2003

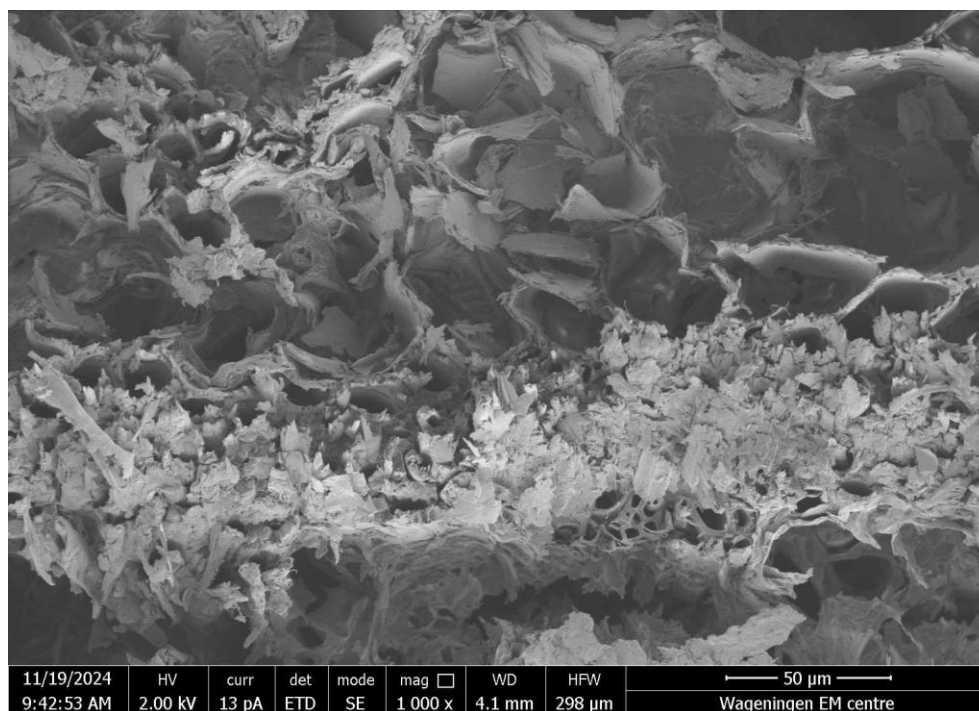
1.23 Strodeeltje 1



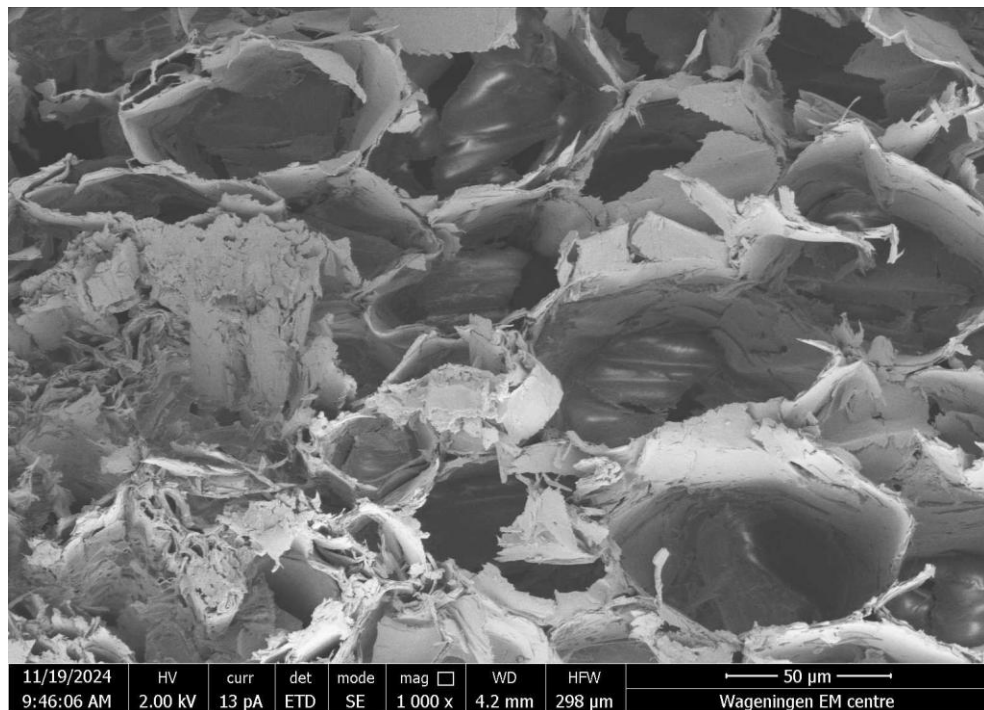
Figuur 88. Stro uit woning Herentals (K), 250x vergroot, code K1.



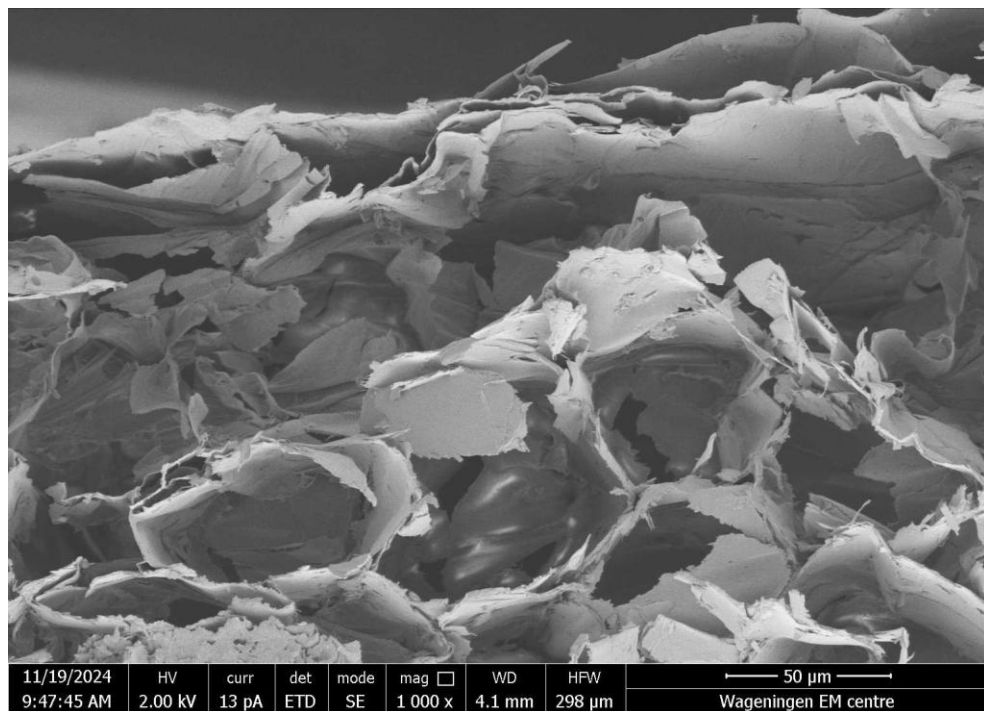
Figuur 89. Stro uit woning Herentals (K), 500x vergroot, code K2.



Figuur 90. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K3.

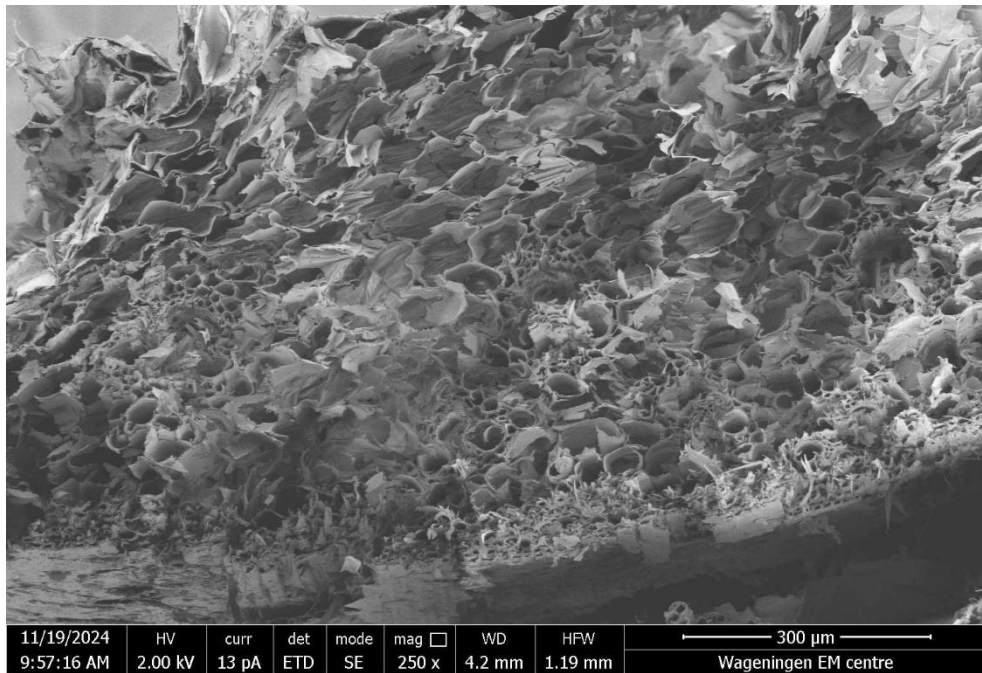


Figuur 91. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K4.

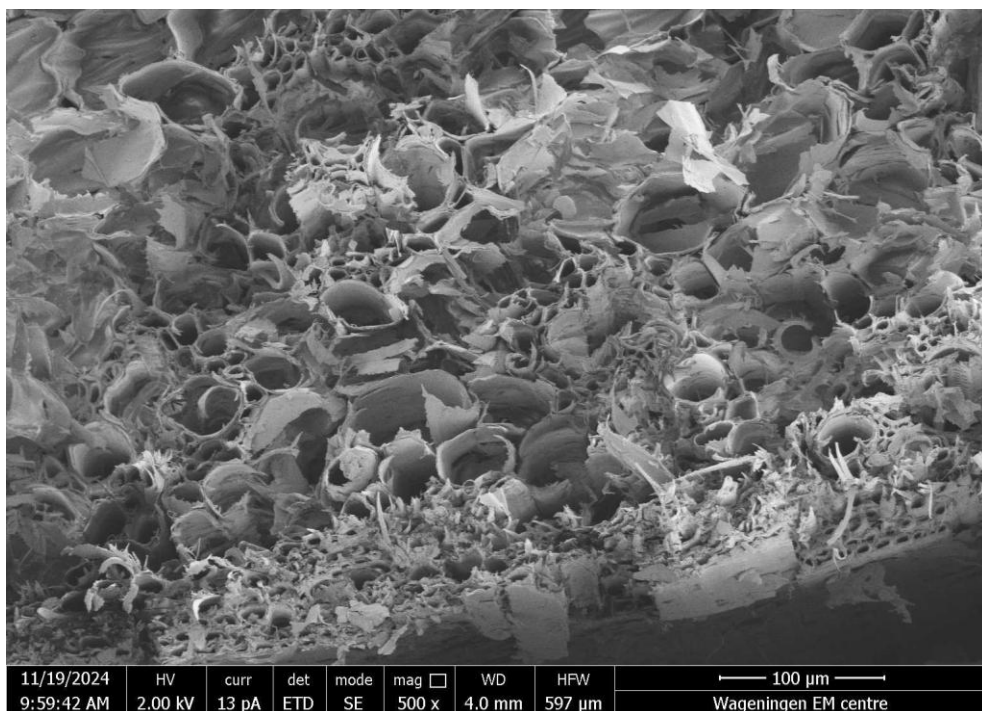


Figuur 92. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K5.

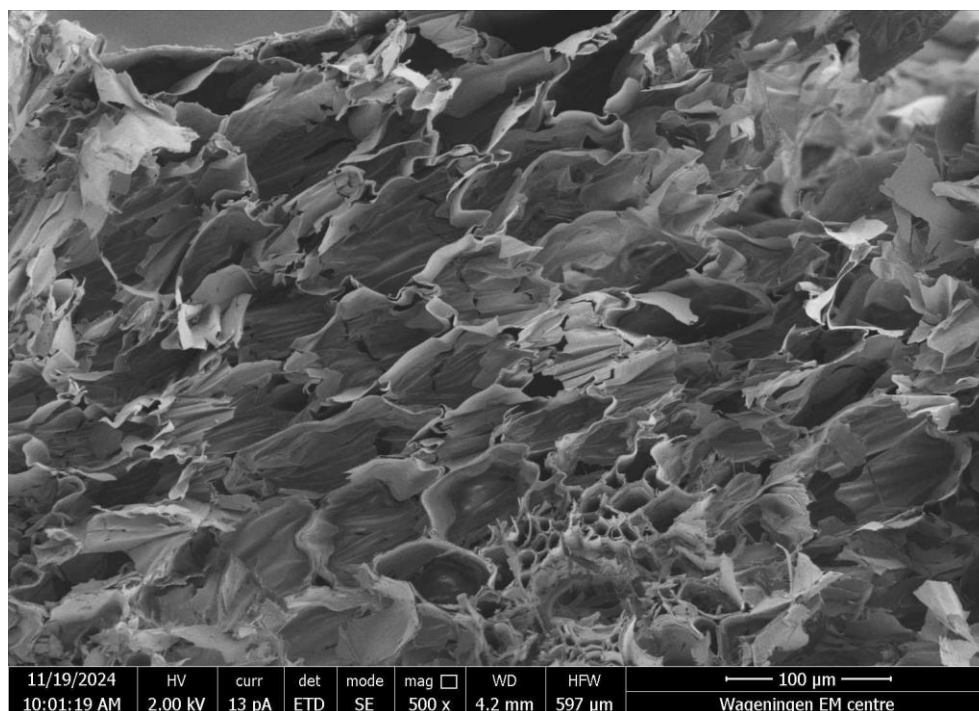
1.24 Strodeeltje 2



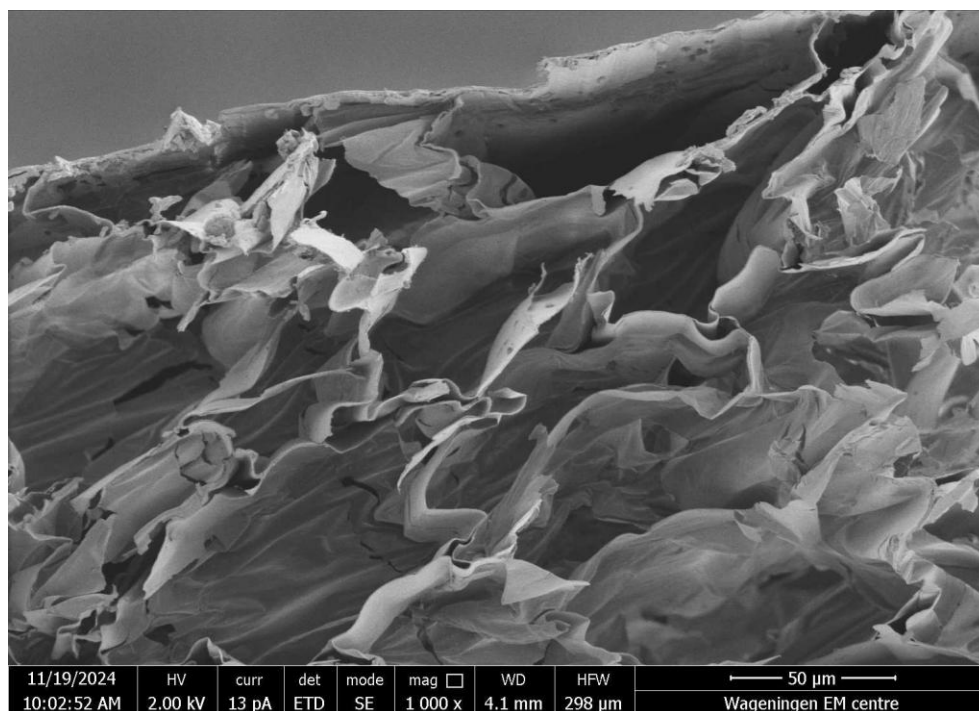
Figuur 93. Stro uit woning Herentals (K), 250x vergroot, code K6.



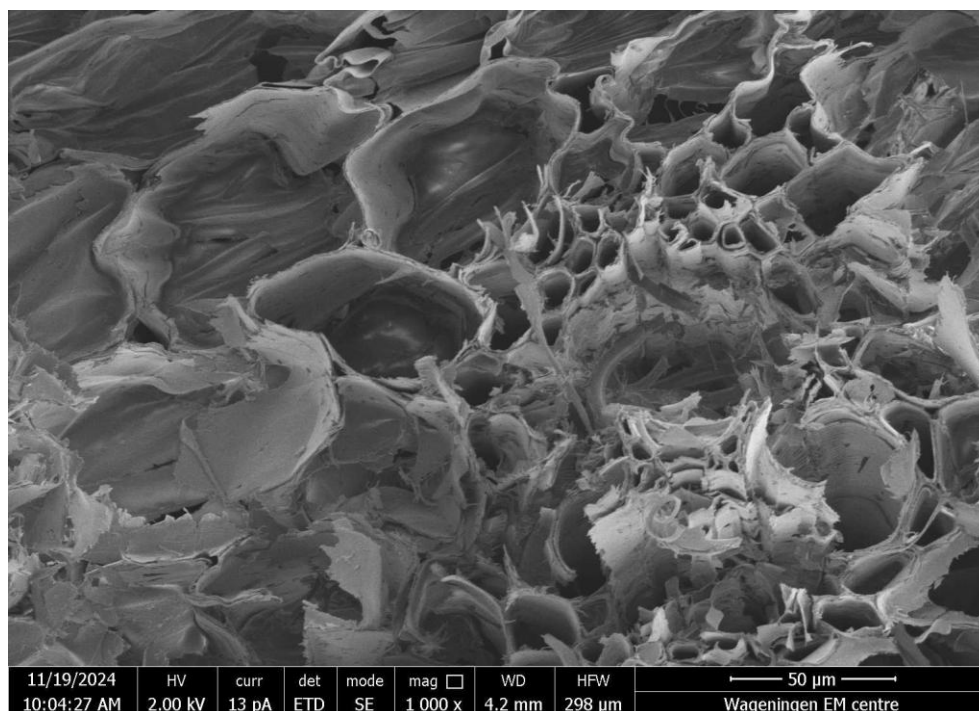
Figuur 94. Stro uit woning Herentals (K), 500x vergroot, code K7.



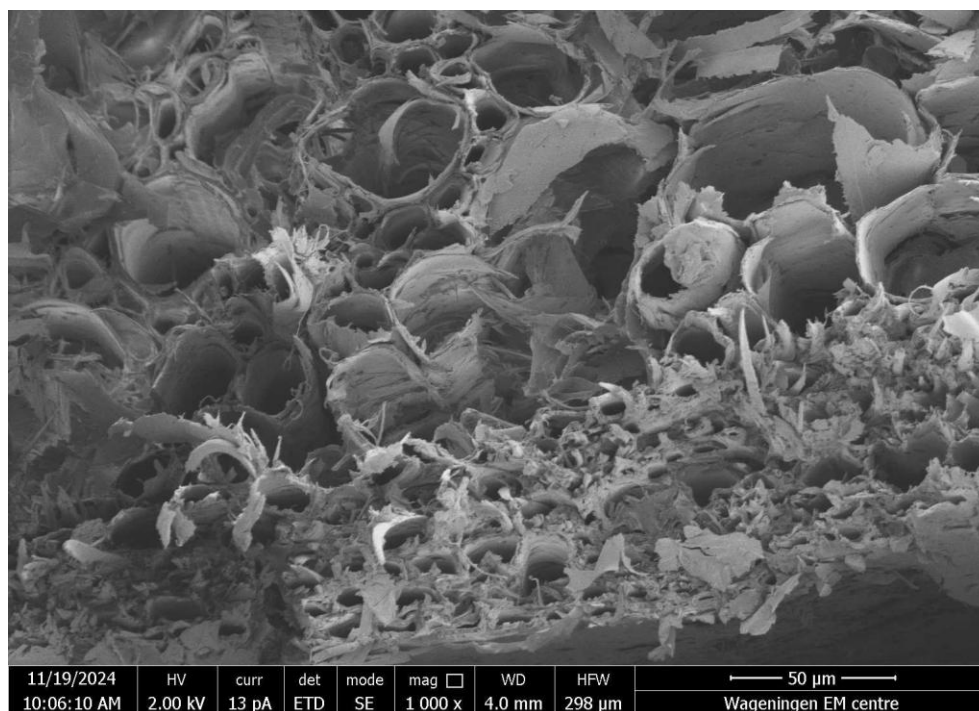
Figuur 95. Stro uit woning Herentals (K), 500x vergroot, code K8.



Figuur 96. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K9.

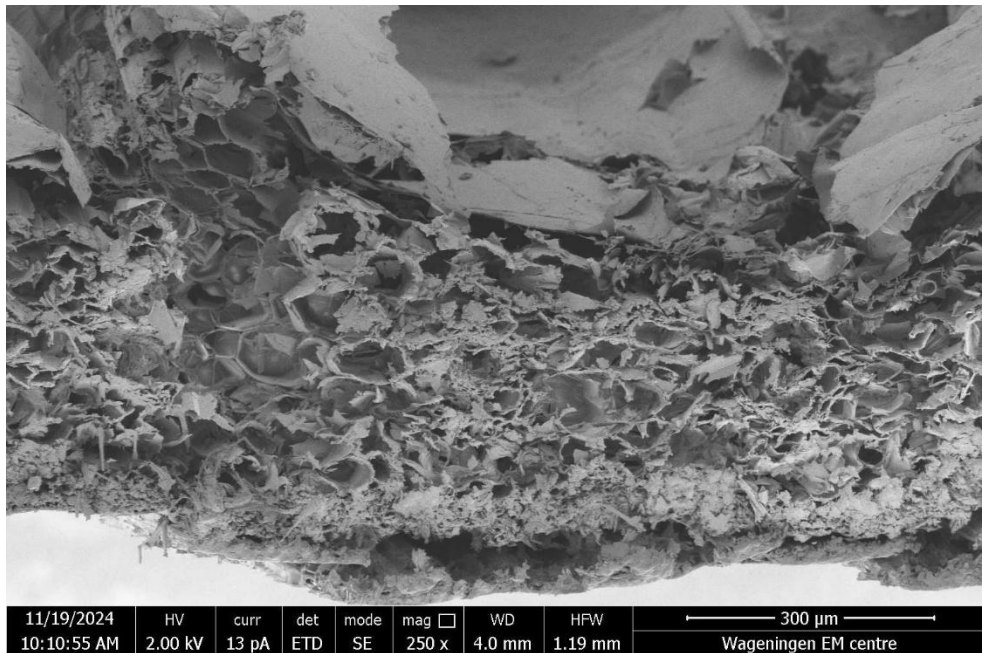


Figuur 97. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K10.

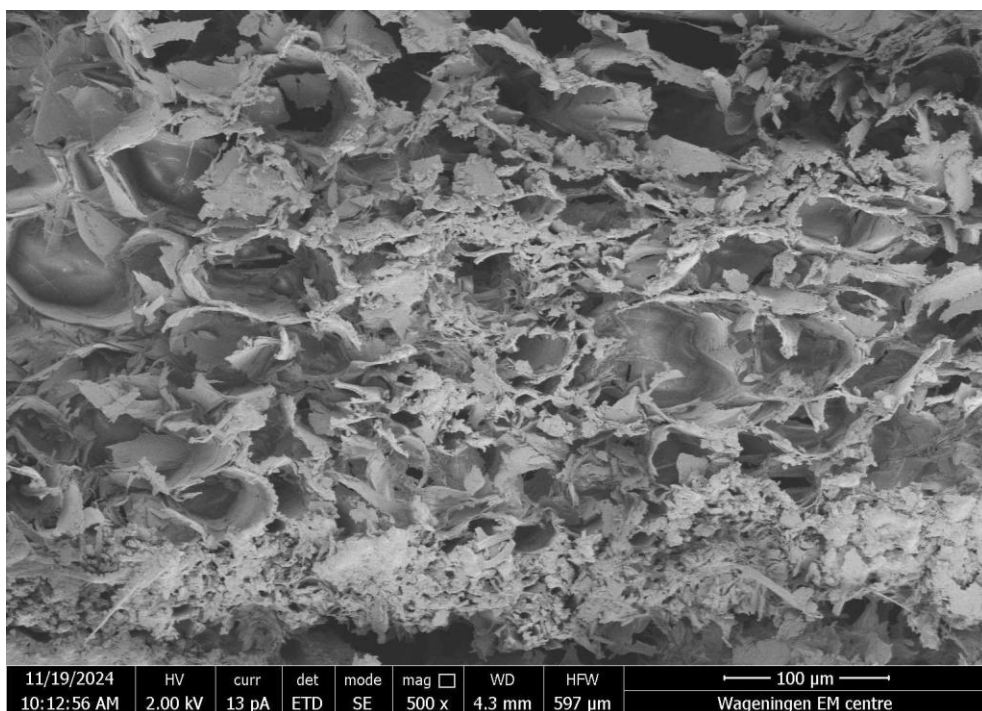


Figuur 98. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K11.

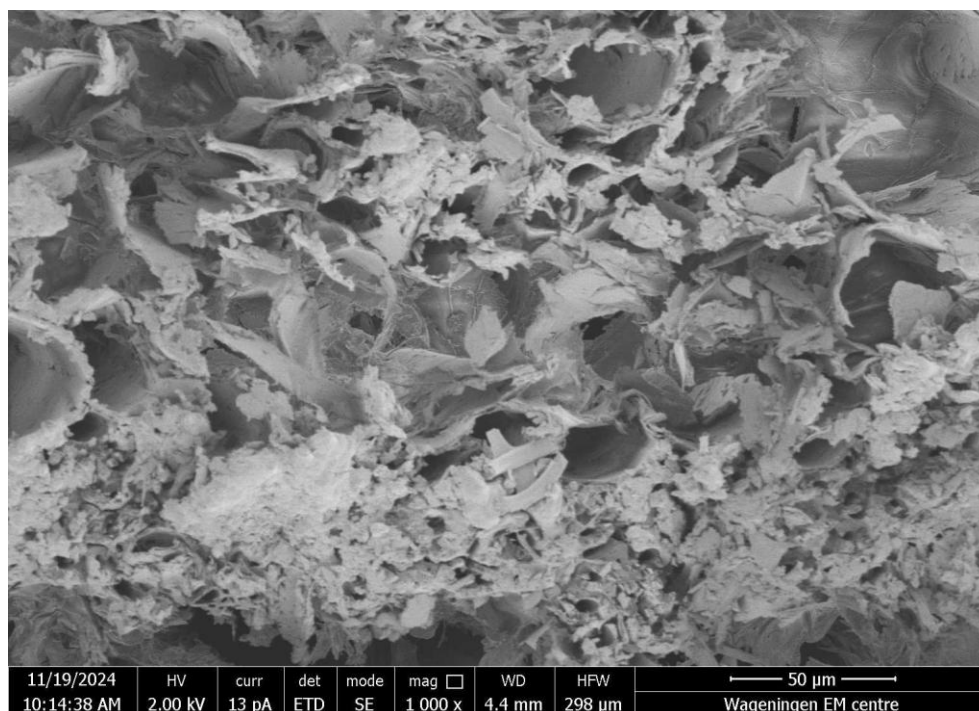
1.25 Strodeeltje 3



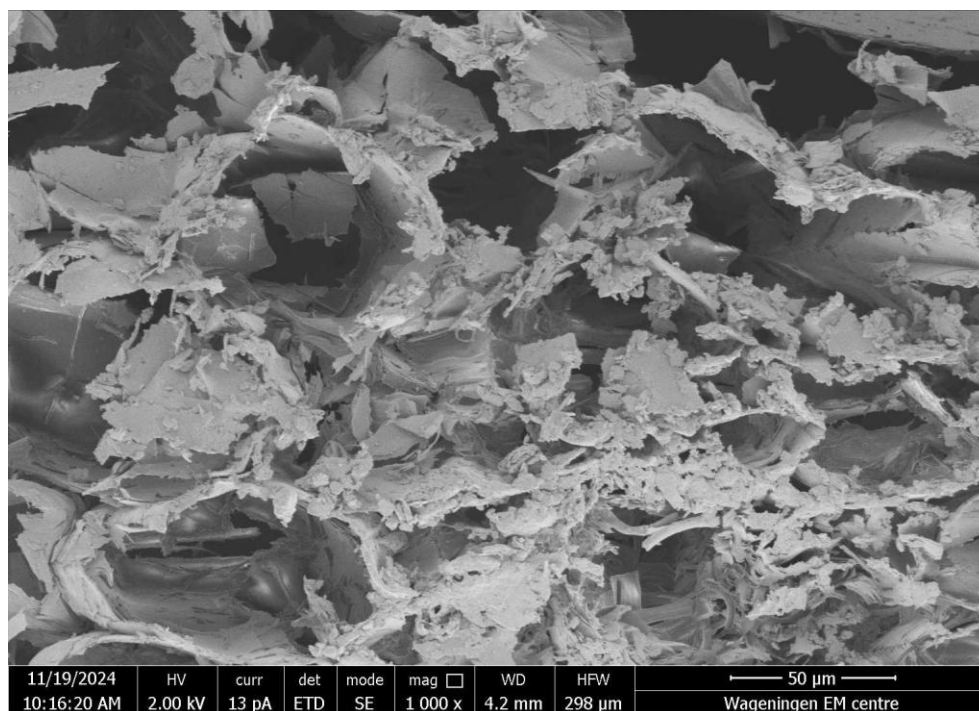
Figuur 99. Stro uit woning Herentals (K), 250x vergroot, code K12.



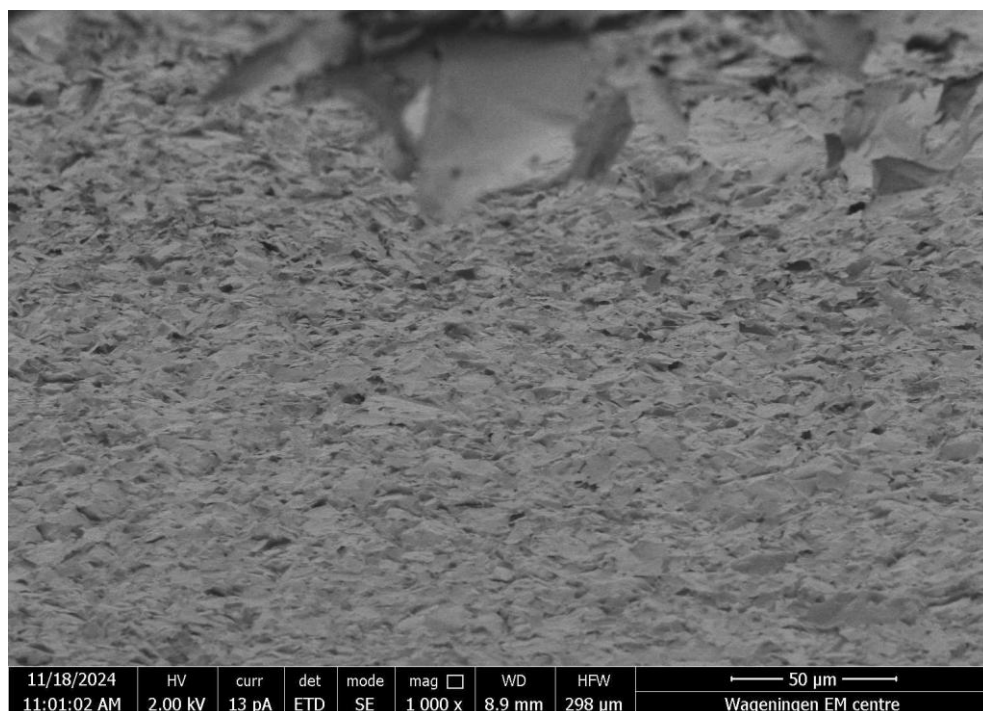
Figuur 100. Stro uit woning Herentals (K), 500x vergroot, code K13.



Figuur 101. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K14.



Figuur 102. Stro uit woning Herentals (K), 1000x vergroot, code K15.



Figuur 103. Oppervlak gebruikte lijm (Leit-C conductive carbon cement), 1000x vergroot.

Bijlage I – Checklijst Neede

Informatie over de woning/gebouw waar het stro uitgenomen wordt			Foto
Datum : 28 augustus 2024			
Locatie (adres) : Oude Deldenseweg 3 7161 MD Neede			
1	Locatie woning (windgebied, locatie, plaats, land)	Land : Nederland Plaats : Neede Locatie : Oude Deldenseweg 3 Windgebied : III	
2	Leeftijd woning	Start bouw : 2015 Ingebruikname: eind 2016 erin	
3	Nieuwbouw, bestaande bouw (na-isolatie) of renovatie	Nieuwbouw	
4	Oriëntatie gevel of het dak waar monsters uit genomen worden	Noord – Noord-Oost	
5	Gebruiksfunctie ruimte waar monsters uit de gevel of het dak genomen wordt	Keuken en opslag materialen	Ja, 1
6	Opbouw van de gevel of het dak (van binnen naar buiten, inclusief alle afmetingen en beschrijving van de toegepaste materialen)	Wanden: 20-25 mm leem, gaasnet, stro-element van 40 cm dik en 70 cm brede stro-elementen die onderling gekoppeld zijn, leem, 10 cm luchtpouw, waterkerende dampdoorlatende folie, een open gevelbekledingssysteem. In de buitengevels zijn geen installaties opgenomen. Details van het gebouw aan het einde van dit document.	Ja 2 en 3
7	Eventuele schades	Ergens via het dak is vocht in de voorgevel gekomen. Er is nu nog een lichte verkleuring zichtbaar van leem in wand die aansluit tegen het dak.	Ja 4

8	Eventuele zichtbare gebreken aan de buitenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Buitenzijde voorzien van een open gevelbekledingssysteem . Achterliggende constructie niet te beoordelen.	Ja 5
9	Eventuele zichtbare gebreken aan de binnenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Binnen toont vocht zich in die bovenhoek, zie ook punt 7.	
Informatie over het stro in de gevel of het dak			
1	Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak	Vooraf in elementen geperst. Ca, 100-110 kg/m ³	
2	Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak	Zoals in de strobalen, de balen in de wand zijn met de touwtjes naar de zijkant geplaatst. Dat wil zeggen dat de warmte weerstand parallel aan de halmrichting geregeld moet worden. in het dak is dat haaks er op, daar zijn de balen dus gedraaid ten opzichte van de wanden.	16
3	Inklinking, zetting	Elementen zijn napersen, naadloos tegen elkaar aangesloten.	
4	Afmetingen van de strostengels	Het langste wat je kunt hebben na het maaien. 5 - 30 cm	
5	Vochtgehalte van het stro direct na openmaken van de gevel (indien mogelijk)	Aan de binnenzijde is met een gatenzaag de leemlaag verwijderd. In het stro wat hierna zichtbaar is, is een sensor geplaatst die de luchtvochtigheid op ca. 150 mm in de constructie meet.	Ja 6, 7 en 8
6	Zichtbare vochtplekken en/of schimmels	Ja, bovenin via dak, zie eerdere opmerking	
7	Nestelt er ongedierte in de stro	Aangegeven is dat ongedierte stro niet lekker vinden om te eten en/of in te nestelen. Aan beide zijde leem is leem aangebracht tegen de stro-elementen. Leem is een barrière voor ongedierte	

8	lambda-waarde van het stro zoals toegepast	In de opening die is ontstaan door de leemlaag weg te halen, is de SH-3 sensor van de Thermal Properties Analyzer op drie plaatsen in het stro gestoken en is de lambda-waarde gemeten. Instellingen Thermal Properties Analyzer: volumetric specific heat $176 \text{ J}/(\text{m}^3 \times \text{K})$, gebaseerd op een dichtheid van $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ (opgave Peter Davids) en een specific Heat van $1,6 \text{ (Cellulose) kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$. De onderstaande drie waarden zijn gemeten: • $0,05626 \text{ W}/\text{m.K}$ • $0,05411 \text{ W}/\text{m.K}$ • $0,05097 \text{ W}/\text{m.K}$	Ja 9. 10 en 11
Verkrijgen en verpakken van monsters uit de gevel of het dak			
1	Vochtgehalte en temperatuur	$56,5 \text{ \% RV}$ op ca. 150 mm in de constructie (van binnen uit) $65,8 \text{ \% RV}$ in de desbetreffende ruimte $22,3 \text{ }^\circ\text{C}$ op ca 100 mm in de constructie (van binnen uit) $24.6 \text{ }^\circ\text{C}$ in de desbetreffende ruimte	Ja 12, 13 en 14
2	Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde	Monster tarwestro genomen in een monsterzak verpakt. Het monster is voorzien van de monstercode 060.62192-E	Ja 15
3	Dichtheid (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	$100\text{-}110 \text{ kg}/\text{m}^3$ (Opgave Peter Davids)	
4	Lambda (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	nvt	

Opmerkingen		
Er is vooraf goed beoordeeld op welke manier het beste in de constructie gemeten kan worden. Het uitboren van een koker (zoals dat gebeurt bij het controleren van de dichtheid bij het inblazen) heeft geen zin, veel schade en bij uitnemen van het materiaal uit de koker valt alles los (geen relatie met werkelijke situatie). Er is met een gatenzaag door hem leem gezaagd. Met een draaiende beweging (om stro erachter zo veel mogelijk in takt te laten) is het leem verwijderd. In de ontstane opening zijn metingen in het stro verricht. Het leem is kurkdroog, alleen stof bij boren. Overige zaken: Andere zaken in strobalen. Indien gras zichtbaar, weggleggen. Iets gras is niet wenselijk maar ook geen probleem. Als het goed verwerkt wordt en goed geïnstalleerd, wordt en blijft het droog. Uit foto's van de bouw van gebouw blijkt dat vocht tijdens de bouwfase een uitdaging is. Op welke manier kan de in aanbouw zijde constructie het beste beschermd worden. Dit speelt niet alleen bij strobouw, maar ook bij houtbouw. De ontwikkelingen gaan daarom ook naar het bouwen met grote elementen waarbij snel gebouwd wordt. De bouwmethode van dit gebouw is inmiddels achterhaald, zie foto 17 en 18		

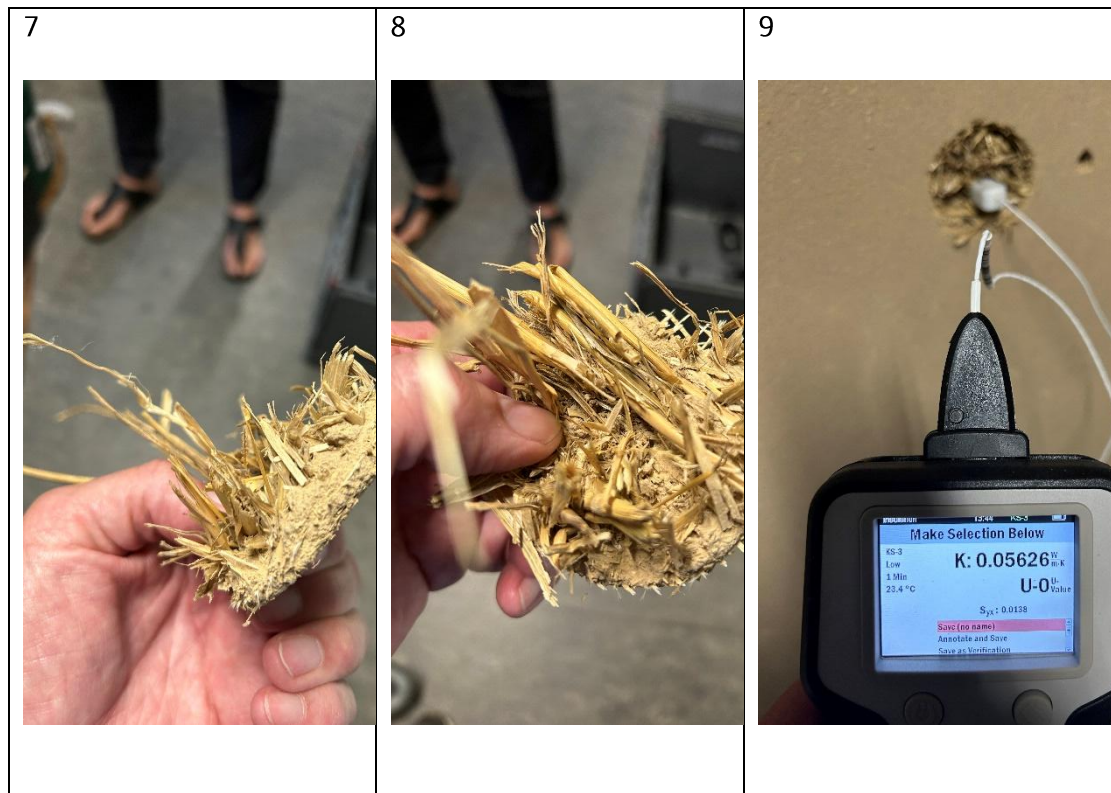
Opgemaakt op: Gerrit Buitenhuis

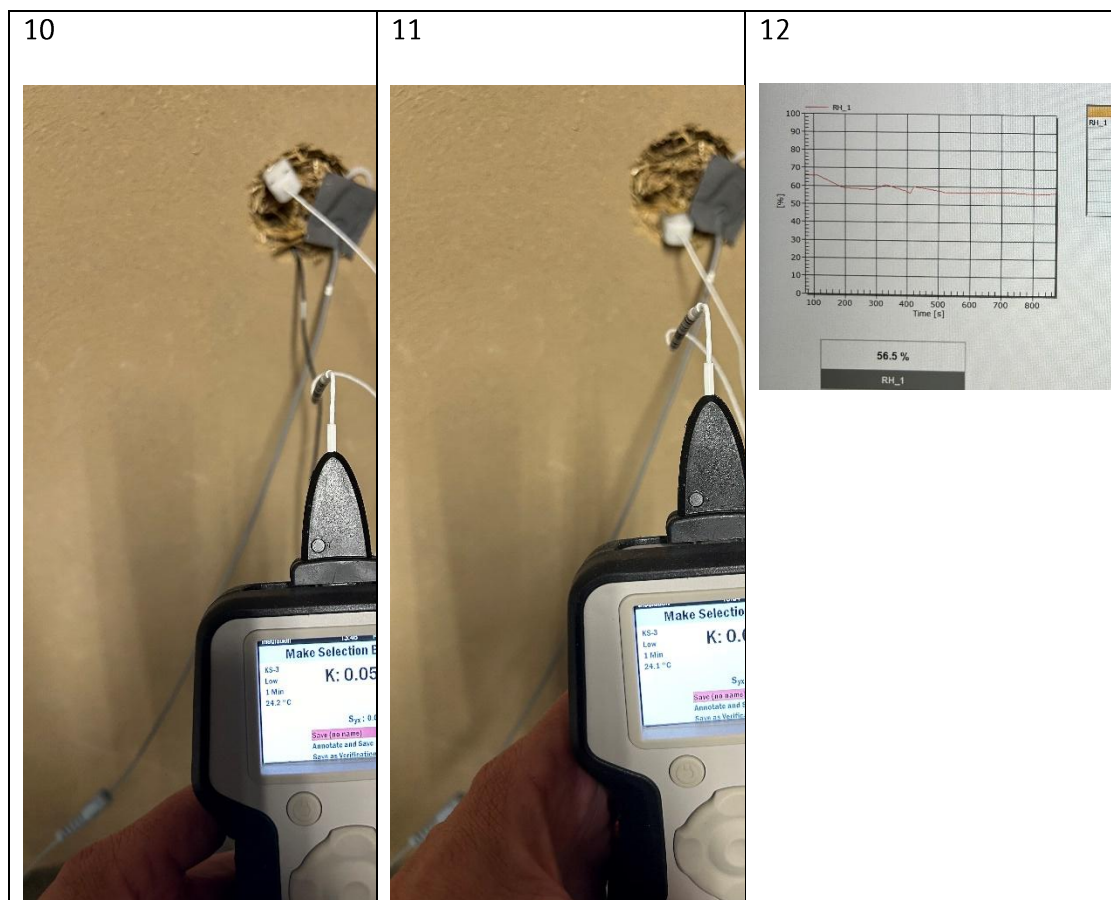
Door : 3 september 2024

Foto's



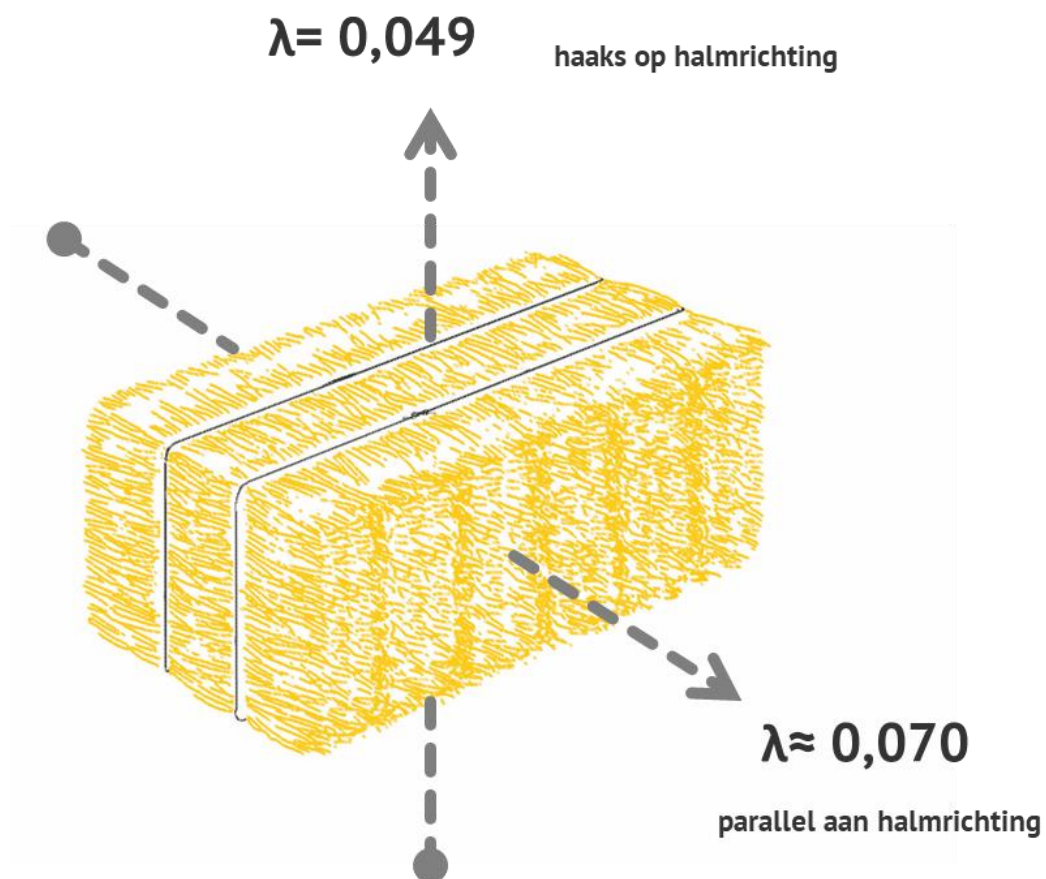
4. 	5 	6  Sensor voor meten RV in de constructie en de sensor voor het meten van de lambda-waarde
---	---	---





13	14	15
		

- 16



- 17



- 18



Nieuwbouw Kantoor VplusD Neede



Demonstratie gebouwen voor het ecologisch bouwen.

Het bouwen met Prefab stro-elementen.

- Hergebruik materialen
- Hoge R.C. waarden
- Hergebruik hemelwater
- Hout CV kachel gekoppeld aan warmte pomp van het woonhuis
- Zonnepanelen
- Sedum dak
- Schapevilt
- Persten
- Resolschuim
- Isolatie
- Lekkage
- Natuurvent

WWW.VPLUSD.NL & WWW.STRAWBLOCKSSYSTEMS.NL



Bijlage J – Checklijst Lent

Informatie over de woning/gebouw waar het stro uitgenomen wordt			Foto
Datum : 16 september 2024			
Locatie (adres) : Project Iewan, Iewan – Strowijk Nijmegen , te Lent, De Kleine Wiel, Karl Marxstraat 101			
1	Locatie woning (windgebied, locatie, plaats, land)	Land : Nederland Plaats : Lent (Bij Nijmegen) Locatie : Bebouwd Windgebied : III	1, 2 en 3
2	Leeftijd woning	Start bouw : 17 maart 2014 start bouw Ingebruikname : half april 2015	
3	Nieuwbouw, bestaande bouw (na-isolatie) of renovatie	Nieuwbouw, woongebouwen, drie verdiepingen	
4	Oriëntatie gevel of het dak waar monsters uit genomen worden	1. Zuidzijde, beschut. Gevel tweede verdieping onder galerij. 2. Noorzijde, onbeschut, begane grond in de ketel/stookruimte	
5	Gebruiksfunctie ruimte waar monsters uit de gevel of het dak genomen wordt	1. Woonruimte 2. Ketel/stookruimte	
6	Opbouw van de gevel of het dak (van binnen naar buiten, inclusief alle afmetingen en beschrijving van de toegepaste materialen)	Details: zie foto's Van binnen naar buiten: - laag leem - Jute weefsel - meerdere leemlagen - strobalen tussen houten ribben (strobalen handmatig aangebracht, wel aangedrukt, ter plaatsen van de houten ribben, los stro tussen de balen) - OSB-plaat - regelwerk - houten gevelbekleding (onbeschutte gevels), plaat met afwerking (beschutte gevels)	4 t/m 9

7	Eventuele schades	Met name elementen op de bovenste verdieping tijdens de zomervakantie nat geworden (veel regen). Door de bewoners zijn de elementen afgedekt met zeilen. Heeft niet kunnen voorkomen dat er toch water in de elementen is gekomen. Bij verschillende elementen is stro vervangen. Na oplevering: - dakterras overstroom als gevolg van een verstopt afvoer. Water onder de elementen/kozijnen door in woningen - dak-doorvoer niet gelijk goed waterdicht gemaakt - lekkage in het groene dak boven een van de betonnen muren. - Lekkage bij een balkonaansluiting door de gevel (is op zich een hele kritisch detail) Direct na oplevering overlast van muizen en superkleine luisachtige. De stroluizen liepen over vensterbanken. De papier- en zilversjes zijn pas later gekomen, in 2019. Inmiddels is het veel minder (2024).	
8	Eventuele zichtbare gebreken aan de buitenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Door gevelafwerking, geen schades waargenomen	
9	Eventuele zichtbare gebreken aan de binnenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Als er bij deze bouwmethode zich een lekkage voordoet, wordt dit gelijk zichtbaar in het leem aan de binnenzijde van de gevels. Het leem trekt vocht aan en wordt daardoor donkerder. Er zijn geen verkleuringen van leemstuc aangetroffen.	
Informatie over het stro in de gevel of het dak			
1	Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak	Op OSB platen zijn houten ribben aangebracht. De strobalen zijn (handmatig) aangedrukt	1
2	Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak	Kris kras door elkaar, zoals normaal bij een strobaal.	

3	Inklinking, zetting	Er is een thermografische onderzoek uitgevoerd van de gevels en daken van appartementencomplex Iewan in Lent. Deze opnames zijn uitgevoerd om eventuele thermische onregelmatigheden op te sporen in de uitwendige schil van het gebouw. Het onderzoek is uitgevoerd op 20 januari 2016 conform de NEN-EN-13187. Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan geconcludeerd worden dat er zich enkel bij het dak van het hoogste gebouwdeel drie thermische afwijkingen voordoen. Deze afwijkingen zijn hoogstwaarschijnlijk het gevolg van luchtlekkages. De gevels vormen een gesloten thermisch geheel. Het rapport “Thermografisch onderzoek Iewan te Lent”, Projectnr. M14 396.402, uitgevoerd door K+ Adviesgroep bv bevindt zich in het dossier van dit project.	
4	Afmetingen van de strostengels	Zoals ze in een strobaal voorkomen	
5	Vochtgehalte van het stro direct na openmaken van de gevel (indien mogelijk)	Geen vochtgehalte gemeten. Door dikke laag leem aan de binnenzijde. Door de bewoners wordt met regelmaat op verschillende punten het vochtgehalte van het stro in de gevels gemeten. Hiervoor zijn meetpunten (Gat in leemstuc waar de sensor door in het stro gestoken kan worden) in verschillende ruimte. De openingen worden met een kurk afgesloten. Het overzicht met meetwaarden is overgenomen in de bijlage (ter informatie). Uit de gemeten waarden lijkt het erop dat het stro droger wordt.	
6	Zichtbare vochtplekken en/of schimmels	Nee	
7	Nestelt er ongedierte in de stro	Zie eerdere opmerking over muizen en superkleine luisachtige vliegjes en zilversjes. Niet duidelijk of de stro-gevel hiervoor de aanleiding was.	

8	lambda-waarde van het stro zoals toegepast	In het stro in de mock-up in de centrale hal en in een opening aan de binnenzijde van de buitengevel van de ketel/stookruimte, waar stro zichtbaar was, is de SH-3 sensor van de Thermal Properties Analyzer in het stro gestoken en is de lambda-waarde gemeten. Instellingen Thermal Properties Analyzer: volumetric specific heat $96 \text{ J}/(\text{m}^3 \times \text{K})$, gebaseerd op een dichtheid van $60 \text{ kg}/\text{m}^3$ (gok aan de hand van mock-up) en een specific Heat van $1,6 \text{ (Cellulose) kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$. De onderstaande drie waarden zijn gemeten: • $0,05075 \text{ W}/\text{m.K}$ (mock-up in centrale hal) • $0,04471 \text{ W}/\text{m.K}$ (mock-up in centrale hal) • $0,06091 \text{ W}/\text{m.K}$ (buitengevel van de ketel/stookruimte, meest reële waarde)	10, 11 en 12
Verkrijgen en verpakken van monsters uit de gevel of het dak			
1	Vochtgehalte en temperatuur	Niet gemeten	
2	Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde	Twee monster genomen in een monsterzak verpakt. 1. Zuidzijde, beschut. Gevel tweede verdieping onder galerij, monstercode 060.62192-F 2. Noorzijde, onbeschut, begane grond in de ketel/stookruimte, monstercode 060.62192-G Er kon niet verteld worden welk type stro toegepast is. Dit is nagevraagd bij Gerrit Wessels, van Vastbouw in Rijssen. Doorverwezen naar Straw Block Systems. Daan Hartige een mail gestuurd.	
3	Dichtheid (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	n.v.t.	
4	Lambda (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	n.v.t.	

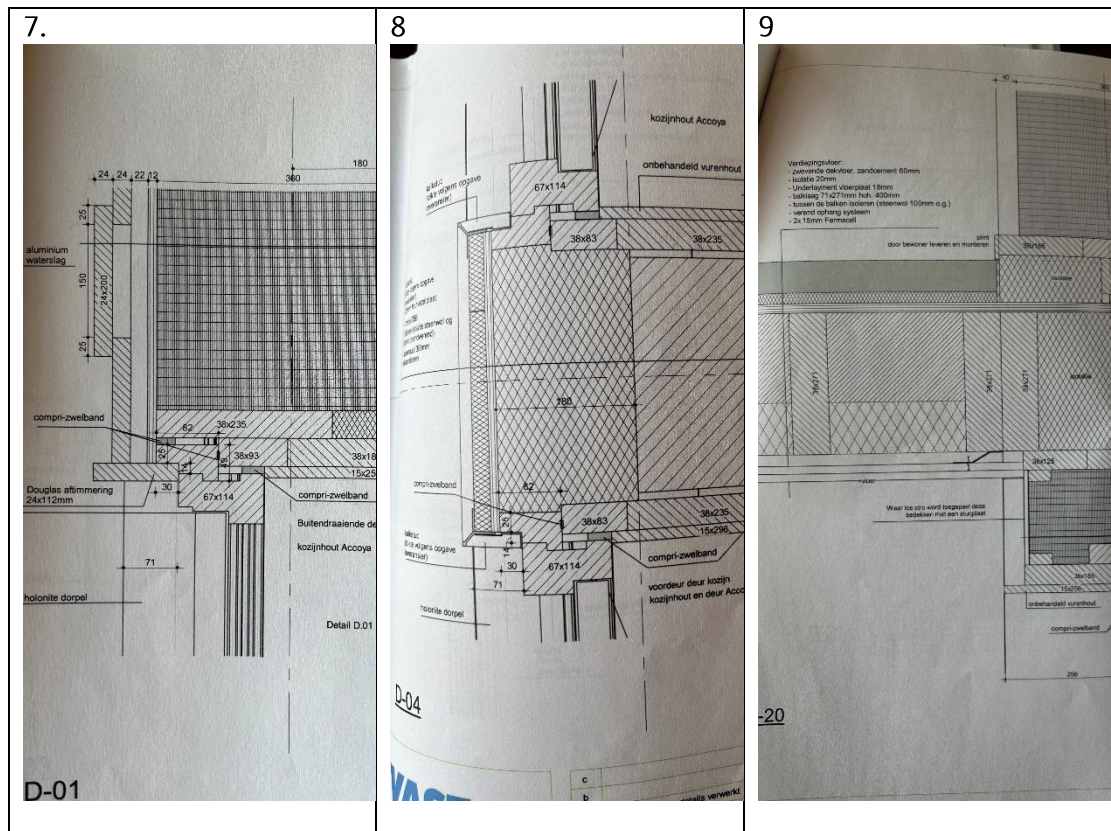
Opgemaakt op: 19 september 2024

Door : Gerrit Buienhuis

Foto's









Toevoeging: Vochtmetingen door bewoners (ter informatie)

Locatie meetpunt	2016	2018	2020	2022
Meetpunt 1 Ger/Nel	LO	13,2	12,8	10,2
Meetpunt 2 Arne/Ella. Rondom de deurkozijn (vanwege lekkage balkon) rechts onder de trap	11,5	11,8	10,1	11 (niet naast kozijn)
Meetpunt 3 Saskia/Rune Slaapkamer rechtsonder	LO	11,8	12,9	12
Meetpunt 4 Marjanne/Koen	LO	10,5	11	10,5
Meetpunt 5 Lara	LO	11,7	?	10,3
Meetpunt 6 Kaat/Luder Midden noord muur, achter kastje	LO	12,4	12,1	10,1
Meetpunt 7 Niobe/Torenkamer rechts in de hoek. West muur	LO	13,2	11,3	10
Meetpunt 8 Wen/Lydia Woonkamer achter kastje	LO	13,3	12,5	11,5
Meetpunt 9 Judith/Daltons Achter 't bed. Bed optillen/kantelen	LO	14	12,4	10,2
Meetpunt 10 Werkplaats. Noordgevel, rechtsonder bij entree deur	LO	13,7	11,3	10,3
Meetpunt 11 Werkplaats Achter houtstelling (i.v.m. lekkage dak)	LO	12,6	11,8	10/low

Bijlage K – Checklijst Megchelen

Informatie over de woning/gebouw waar het stro uitgenomen wordt			Foto
Datum : 30 oktober 2024			
Locatie (adres) : Kantoor Nico Wissing, Julianaweg 22, 7078 AR Megchelen			
1	Locatie woning (windgebied, locatie, plaats, land)	Land : Nederland Plaats : Megchelen Locatie : Bebouwd Windgebied : III	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
2	Leeftijd kantoor	Start bouw : voorjaar 2014 Ingebruikname : december 2014 Architect Sander Giesen (06 42146477)	
3	Nieuwbouw, bestaande bouw (na-isolatie) of renovatie	Nieuwbouw. Het kantoor is al een soort cassette onder de bestaande overkapping gebouwd. Hierdoor heeft de bouw minimaal last gehad van weersinvloeden.	
4	Oriëntatie gevel of het dak waar monsters uit genomen worden	De voorgevel van het kantoor is naar het oosten gericht. Het in het zicht zittende stro is genomen uit de wanden (noord- en zuidzijde) die volledig onder de overkapping bevinden.	
5	Gebruiksfunctie ruimte waar monsters uit de gevel of het dak genomen wordt	Kantoorfunctie	
6	Opbouw van de gevel of het dak (van binnen naar buiten, inclusief alle afmetingen en beschrijving van de toegepaste materialen)	Opbouw vloer. - De vloer van het kantoor bestaat uit balken met daar tussen strobalen. Deze is zwevend op de beton- nen vloer van de bestaande overkapping geplaatst. Op de vloer is een elektrische vloerverwarming geplaatst met hierop een vloerbedekking van geitenhaar. Opbouw wanden - Van buiten naar binnen: een cement gebonden spaanplaat – regelwerk – OSB – houten ribben met hiertussen strobalen – binnenplaat – Jute weefsel – ca. 10 mm leemstuc - Strobalen zijn met mankracht aangestampt tussen de houten ribben. - In het kantoor is op twee plaatsen geen binnenplaat aangebracht. Het stro zit in het zicht	

		Het gebruikte stro komt uit de eigen omgeving, waarschijnlijk tarwestro.	
7	Eventuele schades	Geen	
8	Eventuele zichtbare gebreken aan de buitenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Geen	
9	Eventuele zichtbare gebreken aan de binnenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Geen	
Informatie over het stro in de gevel of het dak			
1	Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak	Strobalen aangebracht tussen houten ribben. Strobalen zijn met mankracht aangestampt tussen de houten ribben.	
2	Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak	Kris kras door elkaar, zoals normaal bij een strobaal.	
3	Inklinking, zetting	Geen sporen van inklinking.	
4	Afmetingen van de strostengels	Zoals ze in een strobaal voorkomen.	
5	Vochtgehalte van het stro direct na openmaken van de gevel (indien mogelijk)	Wanden aan de binnenzijde niet opengemaakt. Stro zit in het zicht. In het stro is een sensor geplaatst die de luchtvochtigheid op ca. 150 mm in de constructie meet. Gemeten luchtvochtigheid 67,4%. Luchtvochtigheid in de ruimte 69,1%.	8, 9
6	Temperatuur	De temperatuursensor is in het stro gedrukt tot halverwege de wanddikte. De temperatuur van de linkerwand, die grenst aan de buitenlucht, bedraagt 16,3 graden, de temperatuur in de rechterwand die grenst aan de algemene ruimte bedraagt 20,1 graden. Ruimtetemperatuur in de kantoorruimte 21 graden.	12
7	Zichtbare vochtplekken en/of schimmels	Nee	

8	Nestelt er ongedierte in de stro	Geen muizen, kleine luisachtige vliegjes en/of zilvervisjes aangetroffen tijdens de bouw en het gebruik van het kantoor.	
9	Lambda-waarde van het stro zoals toegepast	In het zichtbare stro in het kantoor is de SH-3 sensor van de Thermal Properties Analyzer op verschillende plaatsen in het stro gestoken en is de indicatieve lambda-waarde gemeten. Instellingen Thermal Properties Analyzer: volumetric specific heat $96 \text{ J/(m}^3 \times \text{K)}$, gebaseerd op een dichtheid van 60 kg/m^3 (aan de hand van de ontvangen informatie) en een specific Heat van $1,6 \text{ (Cellulose) kJ/(kg} \times \text{K)}$. De onderstaande waarden zijn gemeten: Linkerswand grenzend aan de buitenlucht: • $0,04132 \text{ W/m.K}$ • $0,03654 \text{ W/m.K}$ • $0,03964 \text{ W/m.K}$ Rechterwand grenzend aan de algemene ruimte: • $0,02804 \text{ W/m.K}$ • $0,02918 \text{ W/m.K}$ Omdat de waarden aan de lage kant lijken, is de dichtheid bijgesteld naar 50 kg/m^3. In vergelijking met het stro in andere project, was het stro hier minder dicht. Met deze instelling is de onderstaande waarde gemeten in de linkerwand grenzend aan de buitenlucht: • $0,05258 \text{ W/m.K}$ Het indicatief bepalen van de lambda-waarde met de Thermal Properties Analyzer blijft indicatief. Uit de metingen blijkt dat de waarde aan de lage kant zijn er best wel variëren. Dit past bij het beeld van het in het zicht zijnde stro. De dichtheid van het stro wisselde.	10, 11
Verkrijgen en verpakken van monsters uit de gevel of het dak			
1	Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde	Uit beide wanden in het kantoor is, uit het zichtbare stro, een monster genomen, monsternummers 060.62192-H en 060.62192-I. Monster is op ca. 60 cm vanaf de vloer genomen uit de linkerwand die aan de buitenlucht (onder de overkapping) grenst, monster 060.62192-I is op ooghoogte genomen uit de rechterwand die grenst aan de algemene ruimte.	
2	Dichtheid (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	Nee	

3	Lambda (indien voldoende materiaal uitgenomen kan worden)	Nee	
---	---	-----	--

Opgemaakt op: 30 oktober 2024

Door : Gerrit Buitenhuis

Foto's

1



Vooraanzicht kantoor. Het gedeelte met de twee grote glasvlakken is het kantoorgedeelte. Het gedeelte met de wat kleinere gele kozijnen is een algemene ruimte.

2



Rechterzijde van het kantoor (van voren gezien) Links het kantoor, rechts de algemene ruimten.

3



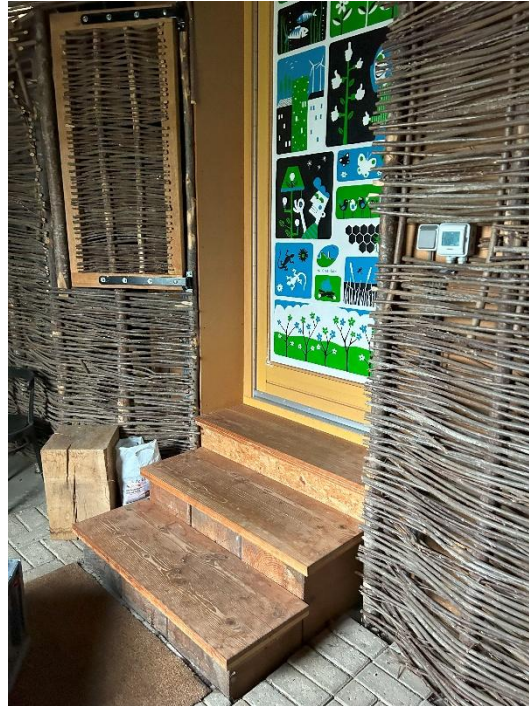
Linkerzijde van het kantoor (van voren gezien).

4



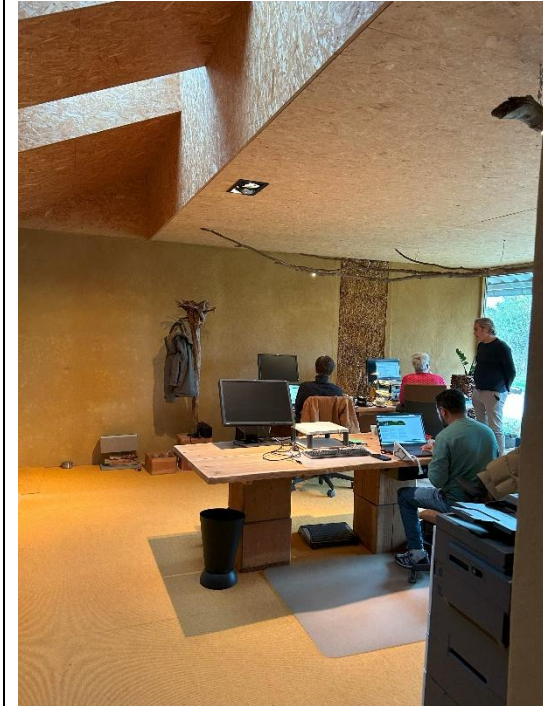
Linkerzijde van het kantoor (van voren gezien). Hier is duidelijk te zien dat het kantoor onder de overkapping staat.

5



Deur naar het kantoor aan de achterzijde van het kantoor. Kantoor komt uit aan de achterzijde onder de overkapping.

6



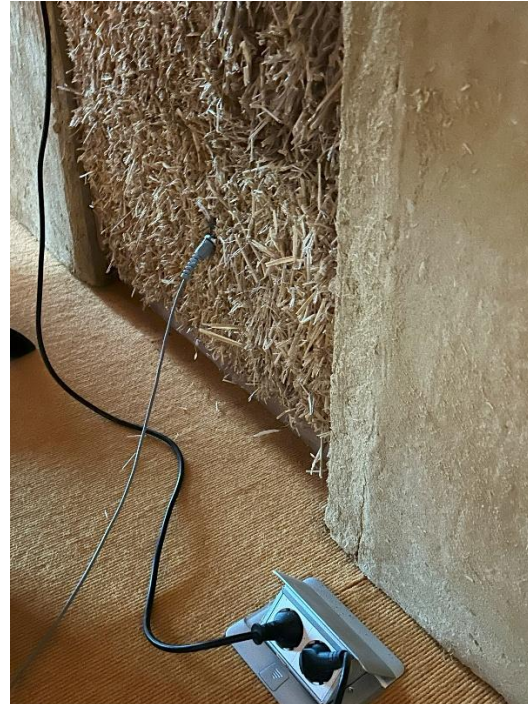
Rechterzijde van het kantoor (van de voorzijde van het kantoor gezien) met de strook stro in het zicht. Deze wand grenst aan de algemene ruimte.

7.



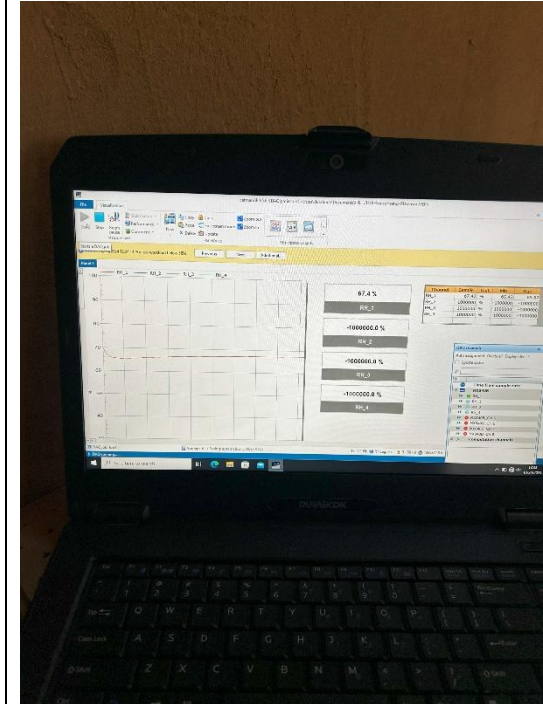
Linkerzijde van het kantoor (van de voorzijde van het kantoor gezien) met de strook stro in het zicht. Deze wand grenst aan de buitenlucht onder de overkapping.

8



Meten van de luchtvochtigheid in het stro

9



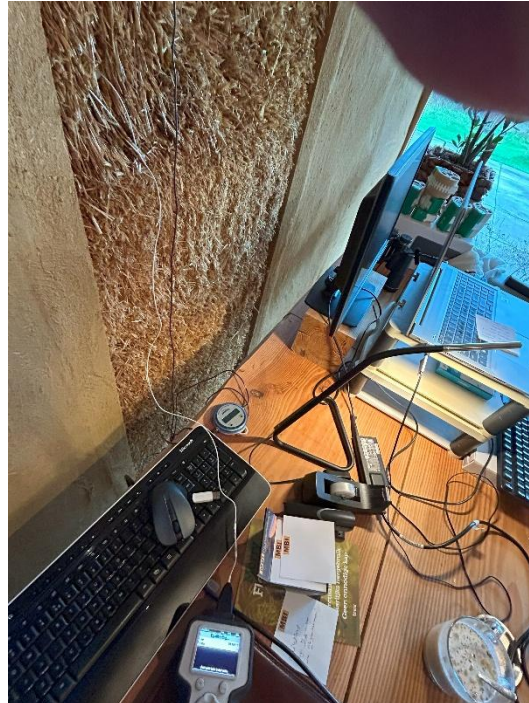
Meetcomputer die de luchtvochtigheid in de strowand registreerd

10



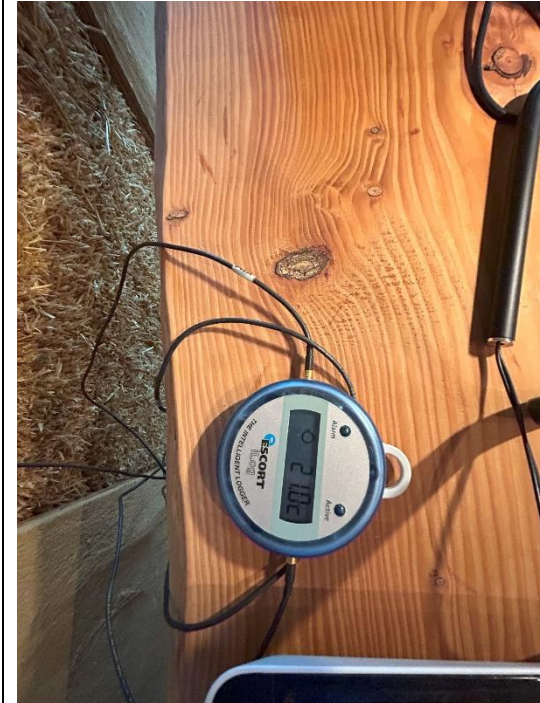
Meten indicatieve lambda-waarde linkerzijde kantoor

11



Meten indicatieve lambda-waarde rechterzijde kantoor

12



Meten temperatuur in de strowand en de luchttemperatuur in het kantoor

Bijlage L – Checklijst

Riemst

Informatie over de woning/gebouw waar het stro uitgenomen wordt			Foto
Datum : 12 november 2024			
Locatie (adres) : Tikkelsteeg 11 3770 Riemst, Architectengroep Barchi			
1	Locatie woning (windgebied, locatie, plaats, land)	Land : België Plaats : Riemst Locatie : Bebouwd	
2	Leeftijd kantoor	Start bouw : 2009 Ingebruikname : 2010 Architect : Architectengroep Barchi	
3	Beschrijving bouwconcept	Het huis van David Michiels in Herentals is het eerste huis waarbij Peter van Architectengroep Barchi in aanraking kwam met bouwen met strobale. Naar aanleiding van de eerste woning is het concept wat aangepast. Ondertussen is het een bouwconcept geworden waarmee heel veel mooie projecten zijn gerealiseerd. Het systeem is redelijk uitontwikkeld en heeft bewezen te voldoen. Het huidige concept lijkt in een weel opzichten op de vakwerkhuisen. In dit concept zijn de vakken wat groter gehouden en is het vlechtwerk (gepleisterde twijgen) vervangen door strobale. De basis van dit concept is een houten skelet dat als eerste opgebouwd wordt (foto 1). Op dit skelet is het dak met redelijke overstekken, gelijk aangebracht. De zijkanten van de Skelet worden dichtgezet met een regelwerk (foto 2) en folie. De strobale voor de wanden worden binnen opgeslagen en vanbinnen uit in het skelet geplaatst. Het houten skelet is gebouwd met 14 x 36 cm gelamineerde balken.	

		Strobalen worden, in tegenstelling tot de het plaatsen van de strobalen in de woning in Herentals, op hun zijkant geplaatst, breedte ca. 36 cm. Peter geeft uit dat het qua isolatiewaarde niet uitmaakt (foto 3), maar het wel ca. 10 cm wanddikte scheelt. De strobalen worden in verband op elkaar geplaatst. Om de 2/3 lagen strobalen worden twee houten delen van 6/18 cm tegen elkaar op de gestapelde strobalen gelegd. Tegen de standers worden op een afstand boven de balk stalen hoeklijnen aangebracht. Hiertussen worden hydraulische krikken geplaatst waarmee de balk naar beneden worden gedrukt (foto 4). De strobalen worden zover ingedrukt totdat ze net niet gaan uitbuiken. In het midden wordt de balk eventueel aangedrukt door een van een verticale balk (foto 5). Aan de buitenzijde worden over de horizontalen en verticale balken en om de hoeken een wapeningsnet aangebracht (foto 6) voor het aanbrengen van de afwerking. De afwerking bestaat uit twee lagen traskalkstuc. Als er aan de buitenzijde een andere gevelbekleding (hout of soms zelfs metselwerk) wordt aangebracht, wordt er slechts één laag traskalkstuc aangebracht (foto 7). Traskalkstuc is dampopen en luchtdicht. Aan de binnenzijde worden over de horizontalen en verticale balken en om de hoeken een juten wapeningsnet (foto 8) aangebracht voor het aanbrengen van het leem. De afwerking bestaat uit twee lagen leem (foto 9). Leem is dampopen en luchtdicht. De woning is zowel aan de buitenzijde als aan de binnenzijde dampopen en luchtdicht. In de vakken kunnen naar wens kozijnen aangebracht worden, uitgaande van strobaalhoogten van 45 cm. De kozijnen worden aan de buitenzijde luchtdicht afgeplakt met een overstucbare tape (foto).	
4	Oriëntatie gevel of het dak waar monsters uit genomen worden	Westgevel, foto 10 Stro tussen stuc en houtenbalk door uit constructie gehaald.	
5	Gebruiksfunctie ruimte waar monsters uit de gevel of het dak genomen wordt	Onverwarmde bergruimte.	
6	Opbouw van de gevel of het dak (van binnen naar buiten, inclusief alle afmetingen en beschrijving van de toegepaste materialen)	Zie beschrijving bouwconcept. 3cm traskalk rechtstreeks op strobalen (rechttop geplaatst =36cm) + 3cm leem rechtstreeks op strobalen	

7	Eventuele schades	Eigen kantoor: - Kantoor is om en oude eik heen gebouwd. Boom heeft dak beschadigd waardoor lekkage. Werd zichtbaar in het leem aan de binnenzijde. Gerealiseerde woningen - Architect is 10 jaar verantwoordelijk voor het gebouw dat hij ontwerpt er begeleid tijdens de bouw zelf. Er zijn tot nu toe geen schades bekend. In twee woningen is er brand geweest waarbij schade tot één vak beperkt is gebleven. Niet bekend met schades door vocht. Al er vocht in de constructie komt, tekent dit zich gelijk in het leem. Je ziet het ook weer drogen (als oorzaak weggenomen wordt).foto 11 principe compact dak	
Informatie over het stro in de gevel of het dak			
1	Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak	Strobalen worden op hun kant in verband tin het houten skelet gestapeld.	
2	Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak	Zoals stro in een strobaal.	
3	Inklinking, zetting	Strobalen worden extra samengeperst in skelet, zodat er geen inklinking kan plaats vinden en er rechtstreeks op het stro kan gepleisterd worden foto 12	
4	Afmetingen van de strostengels	Zoals stro in een strobaal..	
5	Zichtbare vochtplekken en/of schimmels	In kantoor nog sporen van de lekkage door de boom.	
6	Nestelt er ongedierte in de stro	Stro is geen voedsel voor knaagdieren : zie foto 13	
Verkrijgen en verpakken van monsters uit de gevel of het dak			
1	Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde	Monster, waarschijnlijk tarwestro, genomen uit de niet verwarmde berging, daar waar het leem wat wijkt van het houten skelet (foto), monsternummer 060.62192-J. Monster op 13 november 2024 afgeleverd bij de WFBR.	

Opgemaakt op: 13 november 2024

Door : Gerrit Buitenhuis

Foto's

1. Dragend skelet



2. Inpakken skelet



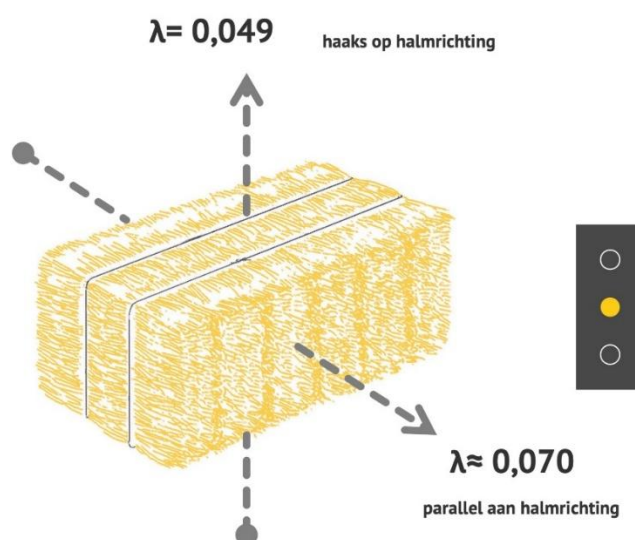
3. Isolatiewaarde stro

**Lambda-waarde
Warmtegeleiding**

- Gemiddelde waarden Europese testen

W/mK (Watt / meter * Kelvin)

Hoe lager, hoe beter.



4. Samenpersen strobale



5. Gevel gevuld met stro



6. Wapening voor pleister



7. Aanbrengen gevelbekleding



8. Jutte



9. Aanbrengen leem



10. Aanzicht gevel



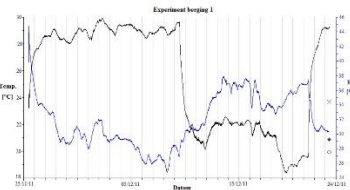
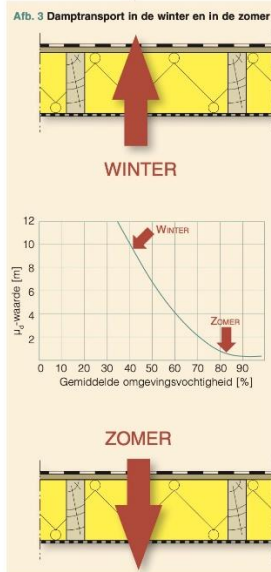
11. Principe dakopbouw

principe dakopbouw conform richtlijnen WTCB

WTCB-Contact 2012/2 Compact dak
WTCB-Contact 2019/5 Capilair actieve isolatiesystemen

6 | WTCB-Contact 2012/2

onderzoeksproject



Grafiek 4-1 Relatieve vochtigheid en temperatuur in berging Kleant

Tabel 4-2 Vochtmetingen strobale dak in Rijssen

Vochtig	Datum	Tijd	Temperatuur berging [°C]	RV berging [%]	Temperatuur buiten [°C]	RV buiten [%]
1	25/11/11	11:00	24	17	11,0	6,9
2	23/12/11	10:00	26	33	11,2	8,7
3	26/01/12	17:00	24	36	11,0	8,9
4	09/03/11	10:00	25	40	11,5	7,9



Grafiek 4-18 Vochtgehalte in het stro van een plat strobedek dak gedurende de winter

12. Aandrukken stroballen



13. Strobouwcursus – stro is geen voedsel voor knaagdieren

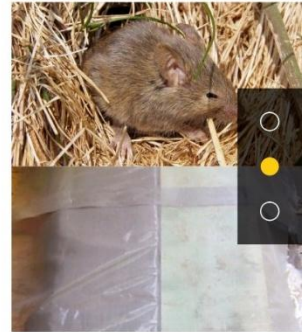
Ongedierte / insecten

Knaagdieren :

- stro is geen voedsel voor knaagdieren
- houden niet van hoge gehalte cellulose in stro
- zorg dat er geen graanresten in het stro zitten

Te nemen voorzorgsmaatregelen tegen insecten :

- insecten houden niet van hoge gehalte cellulose in stro
- stro is langs beide zijden bepleisterd
- muggengaas te voorzien aan onderzijde



Bijlage M – Checklijst Herentals

Informatie over de woning/gebouw waar het stro uitgenomen wordt			Foto
Datum : 12 november 2024			
Locatie (adres) : Diesterbaan 30 Herentals, David Michiels			
1	Locatie woning (windgebied, locatie, plaats, land)	Land België Plaats Herentals Locatie vrijstaand, bebouwde omgeving	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	Leeftijd kantoor	Start bouw eind 1999 (kelder). Begin 2000 begonnen met een houtskelet te monteren. Vanaf mei 2000 zijn de eerste stobalen aangebracht Ingebruikname 2003 Architect: Architectengroep Barchi (barchi.be)	
3	Nieuwbouw, bestaande bouw (na-isolatie) of renovatie	Nieuwbouw Idee komt voort uit ervaringen opgedaan tijdens een fietstocht in Australië. Fiets gestolen, onderweg gaan werken voor onderdak. Gehoord van een strowoning in de bergen van Dorrigo in Australië. Project bezocht, boek gekocht en naar huis gestuurd.	
4	Oriëntatie gevel of het dak waar monsters uit genomen worden	Noordoost	
5	Gebruiksfunctie ruimte waar monsters uit de gevel of het dak genomen wordt	Het betreft een woning. Het stro is genomen van achter het “window of truth” naast de voordeur. Het betreft de hal achter de voordeur (verkeersruimte).	2
6	Opbouw van de gevel of het dak (van binnen naar buiten, inclusief alle afmetingen en beschrijving van de toegepaste materialen)	De woning is gebouwd op een kalkzandstenen kelder. De muren van de kelder steken een 20-tal cm boven het maaiveld uit. Hierop is een houten skelet van Douglas naaldhout geplaatst. In het skelet zijn op bepaalde plaatsen stalen schoren voor stabiliteit opgenomen. Het skelet is opgebouwd uit Douglas delen van 75 x 220 mm	

		Het Douglas houten skelet, inclusief onderdak, is eerst gebouwd. Hierna zijn de strobalen plat liggend gestapeld in de wanden van het skelet aangebracht. Bij het aanbrengen van het stro, zat het onderdak dus al op de woning. Het stro is tijdens de bouwfase beschermd tegen weervloeden, lees regen. Het stro heeft tijdens de bouw in de in aanbouw zijnde woning gelegen. De strobalen zijn in verband gelegd. Alleen aan het begin van het proces zijn de strobalen onderling verbonden met houten pinnen. Tijdens het verdere bouwproces zijn er maximaal 4 lagen strobalen in verband gestapeld, soms minder omwille van raamhoogtes of dergelijke. Hier bovenop is telkens een houten balken aangebracht. Met een spanband is het stro tussen de balken aangetrokken. Hierna is met klossen en wiggen het stro nog verder aangedrukt. De balk is bevestigd aan de staanders van het skelet. Op deze balk zijn weer vier lagen strobalen aangebracht waarop weer een balk en vervolgens is het stro weer samengeperst. Afwerking buitenzijde - Gevelbekleding: Geventileerde gevelbekleding – enkele leemlaag met veel kalk en strosnipper – strobaal - Buitenpleister: pleister – twee lagen traskalk – gekloofd bamboe matten – strobaal Afwerking binnenzijde - Twee lagen leem, totale dikte ca. 4 cm. Op de wanden met wandverwarming een iets dikker laag Luchtdichtheid was geen onderwerp in rond de eeuwwisseling. De woning is later gecontroleerd op luchtlekken. Zaten met name in aansluitingen kozijnen gevel en gevel op vloer. Er zijn geen luchtlekken aangetroffen door het stro heen. Er zijn in de 25 jaar geen schades waargenomen als gevolg van condensvorming in de constructie.	
7	Eventuele schades	Tijdens de bouw: - Aan de noordzijde, door een scheur in een dakplaat, water naar binnen gekomen. Gevel was aan de binnen- en buitenzijde nog niet afgewerkt. Los gehaald, zwarte stipjes (schimmel). Vak leeg gehaald en opnieuw droog stro aangebracht. - Bijna brand door een Halogeen bouwlamp die omviel op losliggend stro. Na ingebruikname: - Een lekkende wasmachine. Vocht zichtbaar in leemlaag, is weer helemaal weggetrokken.	

8	Eventuele zichtbare gebreken aan de buitenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Geen	
9	Eventuele zichtbare gebreken aan de binnenzijde van de gevel of het dak (en de onderlinge aansluitingen)	Geen	
Informatie over het stro in de gevel of het dak			
1	Manier van aanbrengen van het stro in de gevel of het dak	Strobalen van 45 cm breed, 36 cm dik en 65-100 cm lang. Strobalen zijn plat neergelegd en in verband op elkaar gestapeld	
2	Hoe liggen de strostengels georiënteerd in de gevel of het dak	Zoals in een strobaal gebruikelijk Tarwestro, waarschijnlijk.	
3	Inklinking, zetting	Geen tekenen van inklinken of zetting	
4	Afmetingen van de strostengels	Zoals in een strobaal gebruikelijk	
6	Zichtbare vochtplekken en/of schimmels	Geen	
7	Nestelt er ongedierte in de stro	In of vanuit het stro geen ongedierte aangetroffen. Wel kledingmotten in de woning. Wel last gehad van boktorren in bepaalde Douglas delen in de slaapkamer en de carport. Na 5 jaar ontdekt door knagend geluid. Delen te herleiden tot laatste levering. Delen deels vervangen, deels met gif behandeld.	
Verkrijgen en verpakken van monsters uit de gevel of het dak			
1	Microscopisch onderzoek naar de specifieke details relevant voor de isolatiewaarde	Een monster genomen vanachter het “window of truth” naast de voordeur, monsternummer 060.62192-J Monster op 13 november 2024 afgeleverd bij de WFBR.	2

Opgemaakt op: 13 november 2024

Door : Gerrit Buitenhuis

Foto's

1.



Aanzicht voorzijde woning

2.



Window of truth

3.



Binnenzijde zuidgevel

4.



Achterzijde en zijkant woning

5.



Achterzijde woning

6.



Ondersteuning uitgebouwde slaapkamer (oude meerpaal)

7.



Afrormosia kozijnen. Aan de binnenzijde onbehandeld, aan de buitenzijde transparant afgewerkt

8.



Rond kozijn in WRC gevelbekleding achterzijde woning

7 Ondertekening

TNO Mobility & Built Environment Delft, 21 mei 2025

Digitaal ondertekend door G. buitenhuis
op 2025-05-22 11:49:40



G. Buienhuis
Auteur

Digitaal ondertekend door Drs. R.A. Bezemer
op 2025-05-21 11:32:47



Drs. R.A. Bezemer
Project Manager

Digitaal ondertekend door Ir.ing. M. Steins
op 2025-05-21 12:03:39



Ir. ing. M. Steins
Research Manager
Building Materials&Structures

Mobility & Built Environment

Molengraaffsingel 8
2629 JD Delft
www.tno.nl