

FIBER – NYE RÅVARER, PRODUKTER OG PROSESSER

Fremstilling og utnyttelse av biobasert skum

Andreas Lyng Nenningsland

RISE PFI

02.12.2021



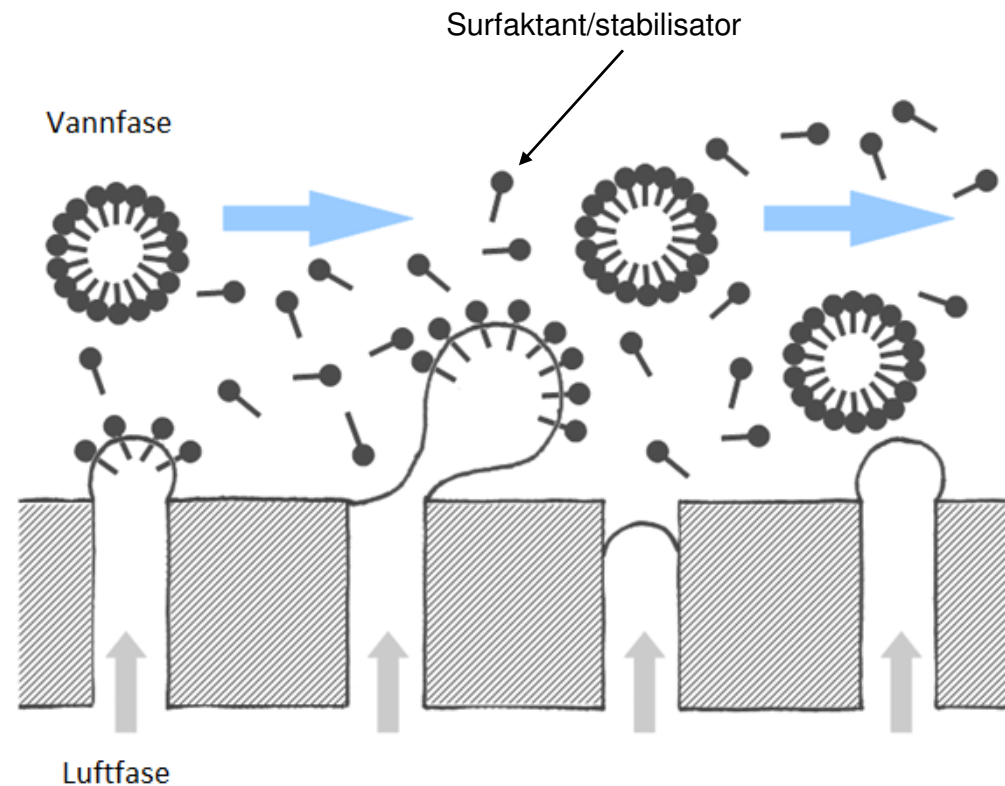
Agenda

- Skum – hvordan det dannes
- Biobasert skum fremstilt på lab
- Oppskalerte produksjoner og bruksområder



Dannelse av skum

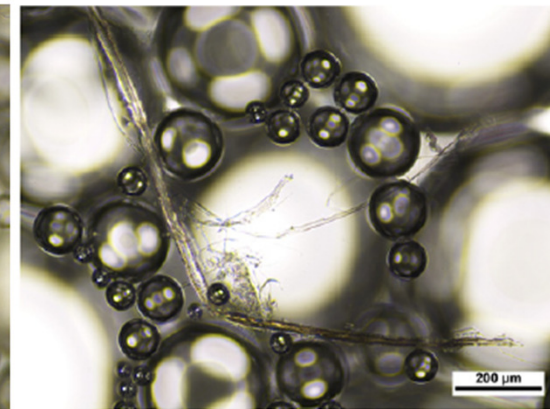
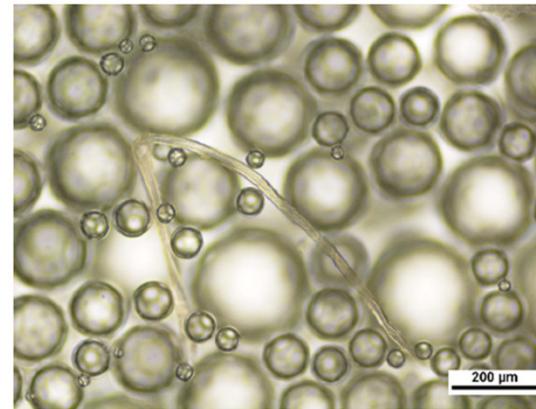
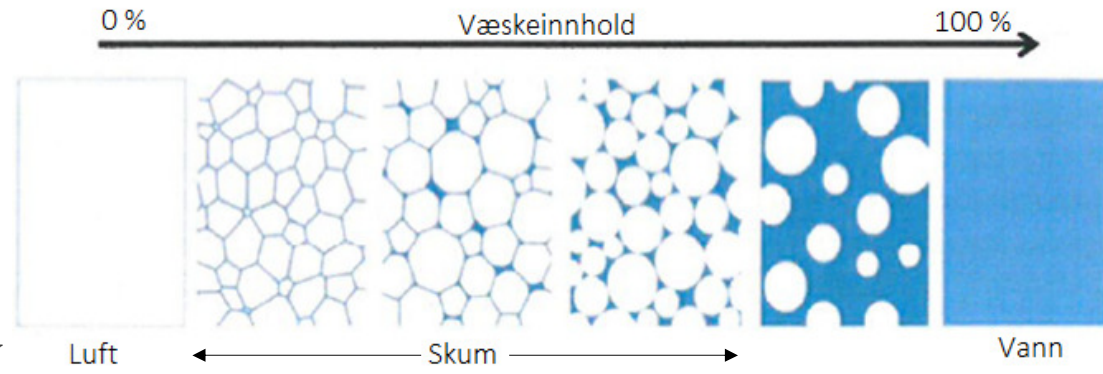
- Skum består av en gassfase dispergert i en væskefase
- Skummet er ustabil og vil bryte sammen over tid
- Tilsats av surfaktant sørger for økt stabilitet av skummet



Referanser: [1]

Trefiber i skum

- Skum karakteriseres basert på væskeinnholdet
 - Flytende skum
 - Fast skum
- Lette strukturer gir begrenset materialbehov
- Trefiber som tilsettes skum vil finne seg i væskefilmen som dannes mellom gassboblene
 - Reduserer flokkulering av fiber



Referanser: [2], [3], [4]

Agenda

- Skum – hvordan det dannes
- Biobasert skum fremstilt på lab
- Oppskalerte produksjoner og bruksområder



Råvarer for skumforming

- Fremstilling av skum av trefiber krever
 - Fiberkilde
 - Vann
 - Surfaktant/stabilisator
 - (Additiver)
- Fiberkilden slås opp til ønsket tørrstoff



Skumforming

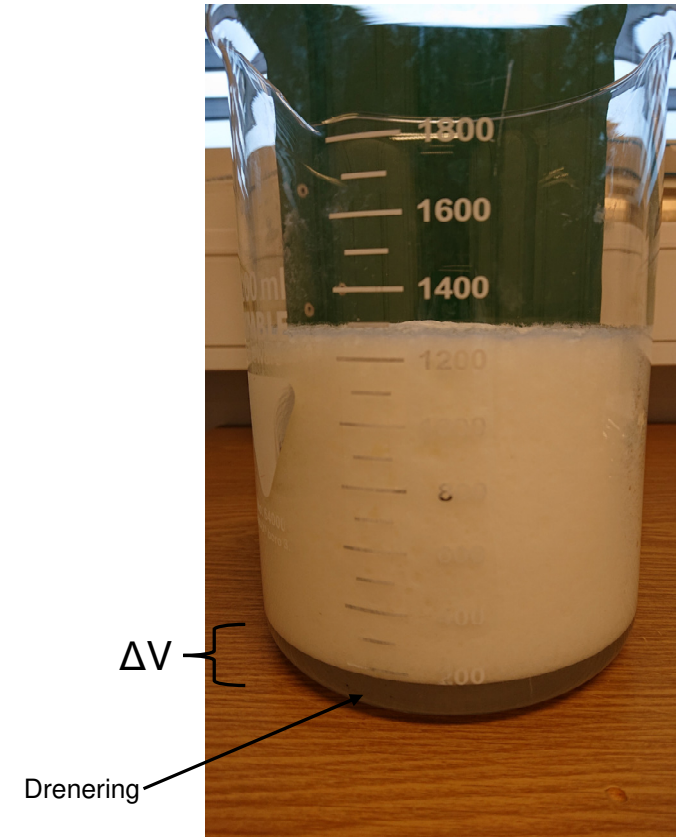
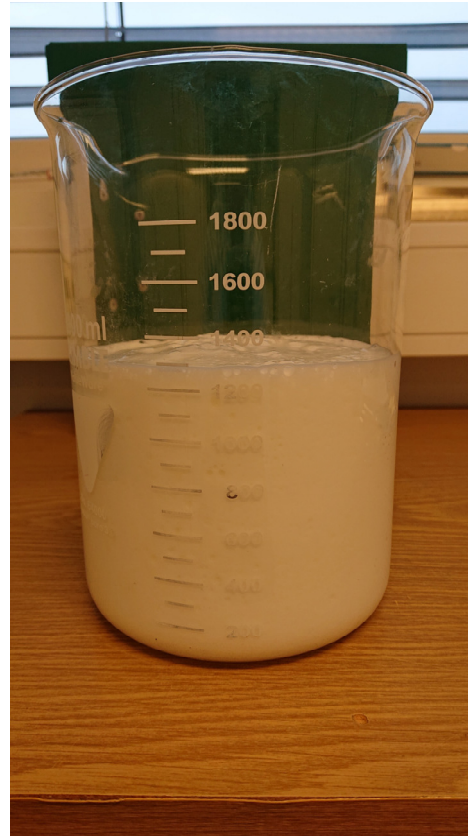
- Oppslått trefiber tilsettes surfaktant og overføres til beholder for skumforming
 - Omrøringshastighet
 - Varighet
- Prosessen tilpasses ønsket luftinnhold i skummet
 - Typisk 50 – 70 % luft i faste skum
 - Påvirker porestørrelse og tetthet/densitet av produktet



Referanser: [5]

Skumstabilitet

- Flere prosesser fører til destabilisering av skum
 - Drenering av væskefase
 - Diffusjon av gass fra små til større bobler
 - Kombinasjon av små bobler (koalesens)
- Skumstabiliteten kan observeres over tid
 - Viser også luftinnhold i skumprøven
- Skumstabiliteten påvirkes av bl.a. mengde surfaktant og andre tilsatsstoffer



Avvanning av skum

- Overføring av skummet gjøres på en skråplate for orientering av fiber
- Avvanning gjøres kun ved gravitasjon gjennom vireåpninger
- Skummets tetthet/densitet kan kontrolleres ved assistert avvanning
 - Vakuumfiltrering
 - Pressing



Referanser: [5], [6]

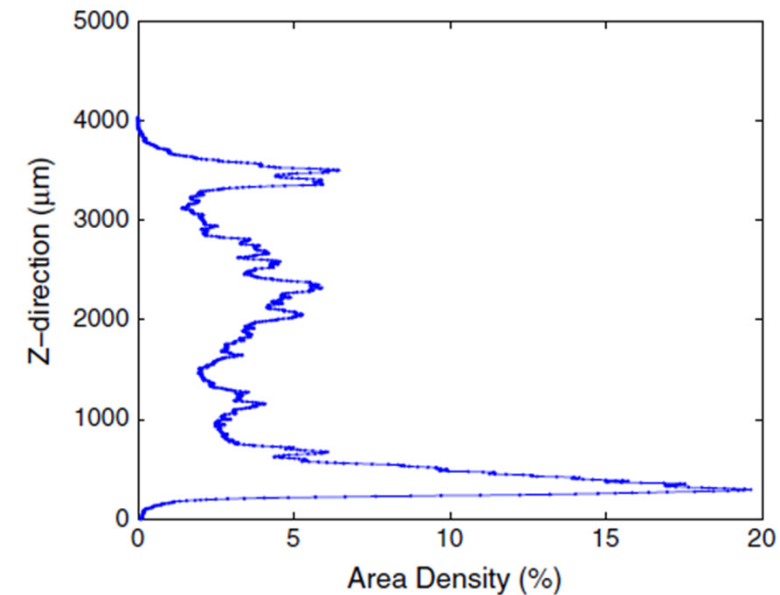
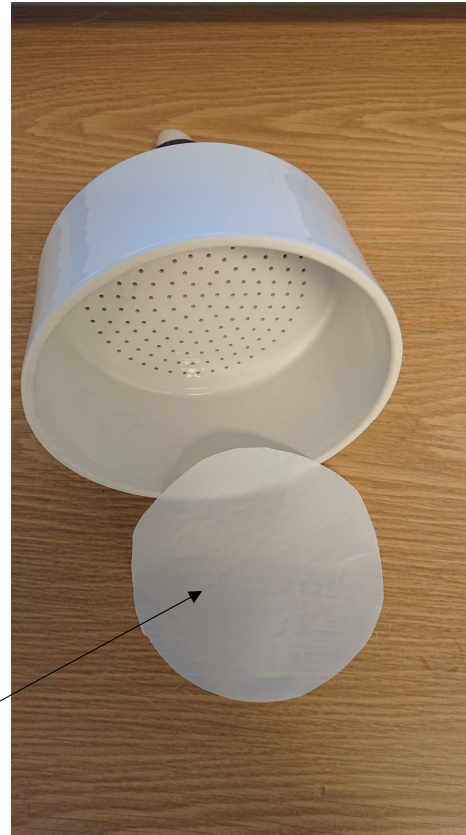
Avvanning av skum

- Avvanningshastigheten påvirkes av

- Filteråpning
- Filterareal
- Tilsatsstoffer
- Fiberlengdefordeling



- Tetthet/densitet
- Styrkeegenskaper
- Uniform fordeling av trefiber



Referanser: [7]

Tørking i varmeovn

- Skumprøvene overføres til varmeovn for tørking
- Ferdige skumprøver kan skjæres ut og forberedes til analyse



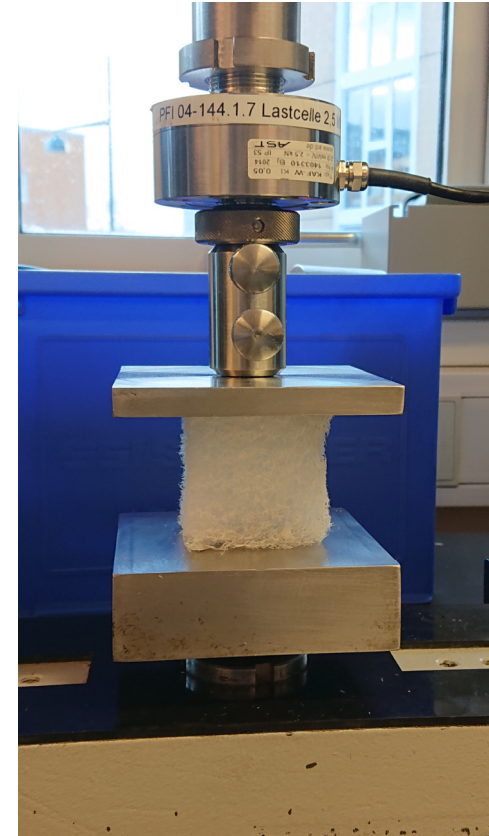
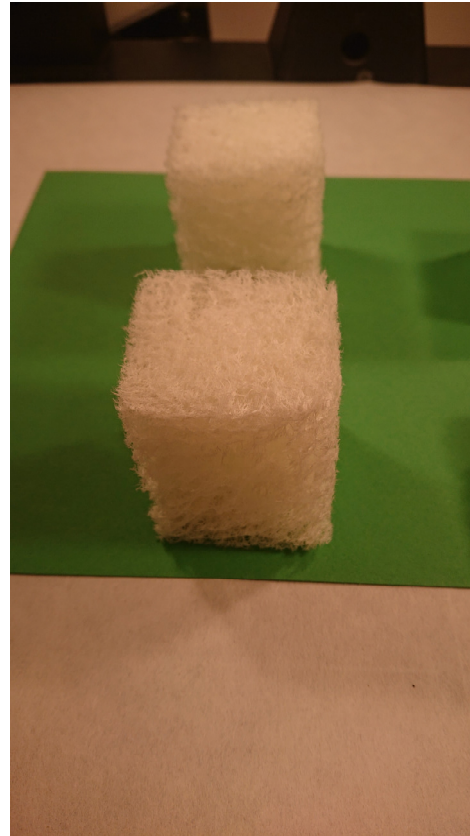
Skumforming oppsummert



Referanser: [8]

Skumanalyser

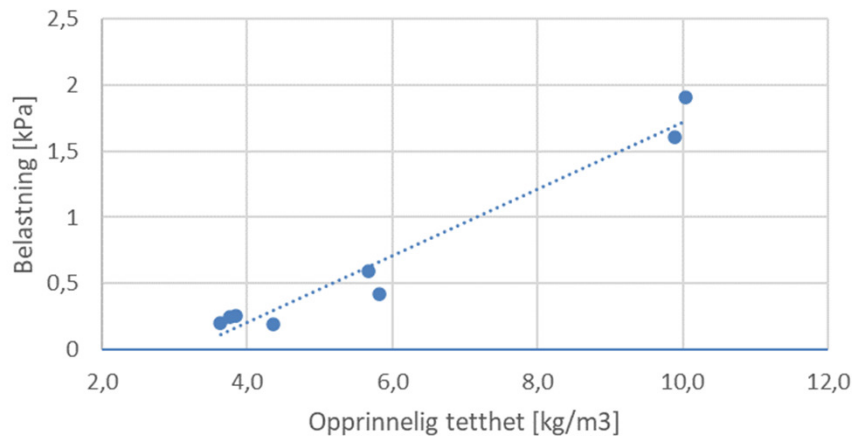
- Skumprøver skjæres opp for bestemmelse av massetetthet og mekaniske egenskaper
- Kompresjonstester for ulike massetettheter
 - 3,6 – 10,0 kg/m³
- ISO 844
 - Nødvendig kraft for å oppnå gitt kompresjon



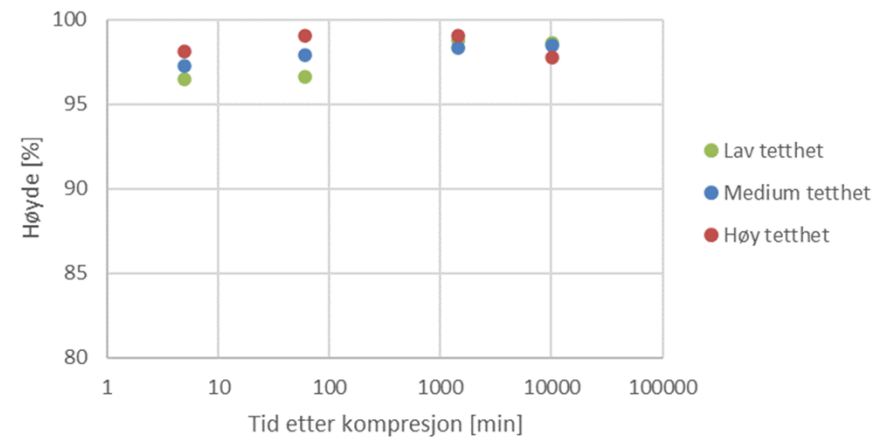
Kompresjonsstyrke

- Skumprøver komprimert til 85 % av opprinnelig størrelse
- Trenden viser økende kompresjonsstyrke for økende tetthet
- Høyden gjenvinnes tidlig etter kompresjon
 - Nyttig for støtsikring og under transport

Belastning ved 15 % kompresjon



Relativ høyde etter kompresjon



Agenda

- Skum – hvordan det dannes
- Biobasert skum fremstilt på lab
- Oppskalerte produksjoner og bruksområder



Skumforming i pilotskala

- Skumformere kommer i økende størrelser
 - Batch
 - Kontinuerlig



Oppslåing og skumforming i pulper



Overføring til kammer med avvanning



Kontroll av fiberorientering

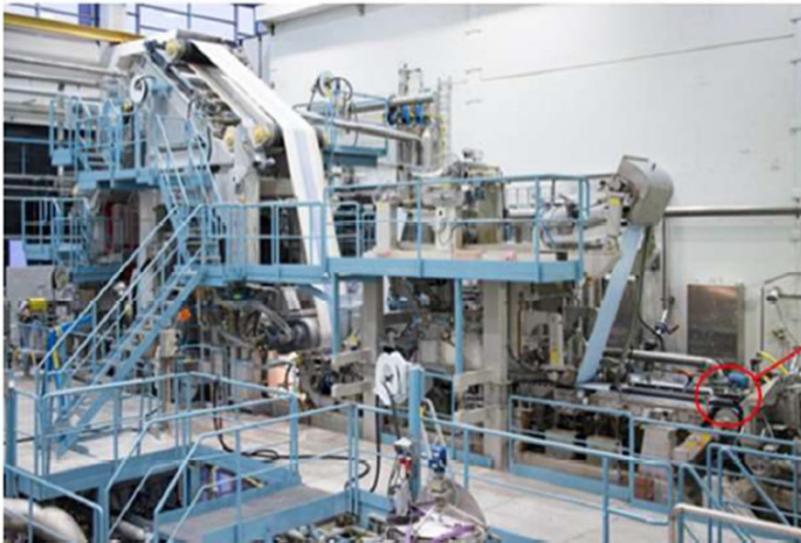


Avvanning

Referanser: [5]

Skumforming i pilotskala

- VTT i Finland har hatt forskningsaktiviteter på biobasert skum i 10+ år
- Verdens første bioskumproduksjon i pilotskala
 - Kontinuerlig prosess



Referanser: [5]

Kommersielle produksjoner

- Få tilgjengelige kommersielle produkter
 - To produkter fra StoraEnso
 - Fibrease
 - Papira
- ➔ Erstatninger for PE, EPS, etc. som beskyttende pakkemateriale
- ➔ Lyd-/varmeisolerende

Referanser: [9]



Bruksområder for biobasert skum

Bygningsmaterialer
(varmeisolerende)



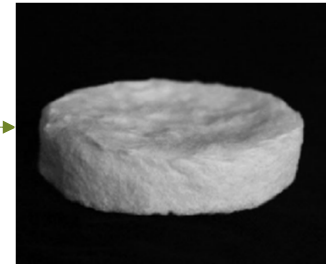
Mekanisk beskyttelse



Pressede engangsprodukter



Luftfilter



Panel for lydisolasjon



Spesialprodukt for transportbeskyttelse



Referanser: [2], [5], [8], [9], [10], [11]

Oppsummering

- Fremstilling av skumprøver kan utføres i lab skala fra lett tilgjengelige råvarer

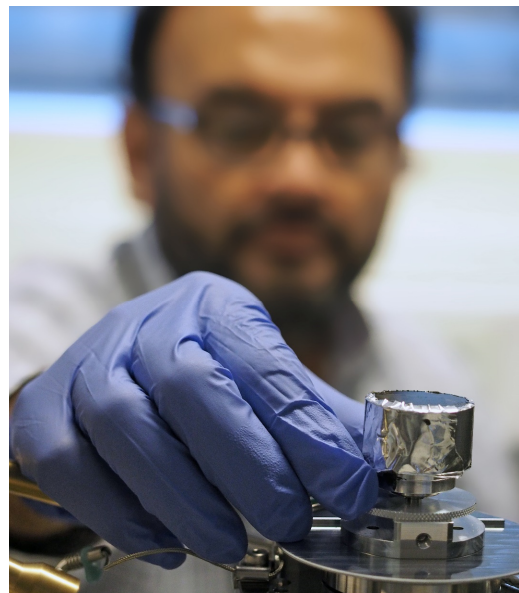
- Trefiber
- Vann
- Surfaktant



- Produksjon i større skala (pilot og kommersiell) er ikke utbredt i Norge, men det eksisterer i Norden
- Biobaserte skum og skumforming har potensiale for utbredt bruk innenfor etablerte produkter, og sannsynligvis flere fremtidige
 - Bygningsmaterialer
 - Mekanisk beskyttelse
 - Filter
 - Etc.

THANK YOU

Andreas Lyng Nenningsland
andreas.nenningsland@rise-pfi.no
+47 97 17 35 98



Referanser

1. Gilka-Böttzow, A., et al. (2016). Modelling Mineral Foam Morphology Dynamics for Stability and Insulation Properties.
2. Kiiskinen, H., et al. (2019). "Progress in foam forming technology." August 2019.
3. Lehmonen, J., et al. (2020). "Dewatering of foam-laid and water-laid structures and the formed web properties." Cellulose **27**(3): 1127-1146.
4. Koponen, A., et al. (2018). "The effect of in-line foam generation on foam quality and sheet formation in foam forming." Nordic Pulp & Paper Research Journal **33**(3): 482-495.
5. Hjelt, T., et al. (2021). "Foam forming of fiber products: a review." Journal of Dispersion Science and Technology: 1-37.
6. Immonen, K., et al. (2020). "Feasibility of foam forming technology for producing wood plastic composites." Journal of Applied Polymer Science **137**(45): 49404.
7. Madani, A., et al. (2014). "Ultra-lightweight paper foams: processing and properties." Cellulose **21**(3): 2023-2031.
8. VTT Webinar: "Beyond papermaking – Recyclable and light-weight biomaterials" June 2020, <https://info.vttresearch.com/recording-beyond-papermaking?submissionGuid=21c920cd-e4f6-419c-9277-5892272e3ed7>
9. Treskum StoraEnso: <https://www.storaenso.com/en/products/other-packaging-products/wood-foam-by-stora-enso>
10. Treskum Fraunhofer: Fraunhofer – "From tree to foam"; [https://www.materials.fraunhofer.de/en/business-areas/Construction and Living/wood foam.html](https://www.materials.fraunhofer.de/en/business-areas/Construction%20and%20Living/wood%20foam.html)
11. Heydarifard, S., et al. (2016). "Water-resistant cellulosic filter for aerosol entrapment and water purification, Part I: production of water-resistant cellulosic filter." Environmental Technology **37**(13): 1716-1722.