

Biokolsbetong

Case 7 - Greater Bio

Paulien Strandberg-de Bruijn
Avdelning Byggnadsmaterial | LTH | Lunds Universitet



LUND
UNIVERSITY



Inledning

Byggsektorn är en mycket materialintensiv industri med stora materialströmmar liksom stora mängder avfall som uppstår. Under 2018 utgjorde byggsektorns avfallsproduktion 12,5 Miljoner ton, vilket är ca en tredjedel av Sveriges totala avfallsproduktion. Samtidigt står bygg- och fastighetssektorn för 10-30% av Sveriges totala miljöpåverkan (Naturvårdsverket, 2018). Utöver detta står byggsektorn inför en stor grön omställning. I Sverige behöver en byggnads klimatpåverkan redovisas i en s.k. Klimatdeklaration sedan den 1e januari 2022. Klimatdeklarationen kommer succesivt att utökas och miljökrav kommer att skärpas, vilket innebär att byggsektorn mer och mer kommer se ett behov av klimatsmarta alternativ till dagens byggnadsmaterial. Många av dagens byggnadsmaterial produceras av ändliga resurser som inte är förnyelsebara. Här kan biobaserade material komma att spela en större roll i framtiden. Biomassor som undersöktes i projektet Greater Bio såsom tång och gräs är tillgängliga i stora volymer och utgör restmaterial från lantbruk, kommuner eller hav.

Biokolsbetong

Dagens betong har relativt hög klimatpåverkan, där ca 90% av betongens klimatpåverkan kommer från cementklinker (Svensk Betong, 2017). Denna klimatpåverkan beror till stor del på kalcineringen av kalksten vid cementproduktion. Därför byggs det i dagsläget ofta med betong där en viss andel av cementet har bytts ut mot ett mindre miljöbelastande alternativ. Vanliga material som används för att ersätta en del av cementet är flygaska och masugnsslagg. Dessa material är restmaterial från kolkraftverk respektive stålproduktion. Genom att använda dem i betongen minskas betongens miljöpåverkan och man undviker att behöva deponera flygaskan och slaggen.

Då vi i framtiden möjligtvis inte har kvar kolkraftverk i samma utsträckning som idag, och stålproduktionen kommer att göras effektivare och klimatsmartare efterlyses fler klimatförbättrande alternativ till flygaska och slagg. Biokol skulle kunna vara ett material som används i betong för att kunna minska betongens klimatpåverkan. Dessutom förväntas biokolen påverka betongens materialegenskaper. För att kunna förstå biokolets påverkan på betongens egenskaper har ett antal inledande försök genomförts i Byggnadsmateriallabbet på Lunds Tekniska Högskola (LTH) genom projektet Greater Bio. Dessa är inledande studier som bör betraktas som ett första steg mot mer kunskap om betong med biokolsinblandning, s.k. biokolsbetong.

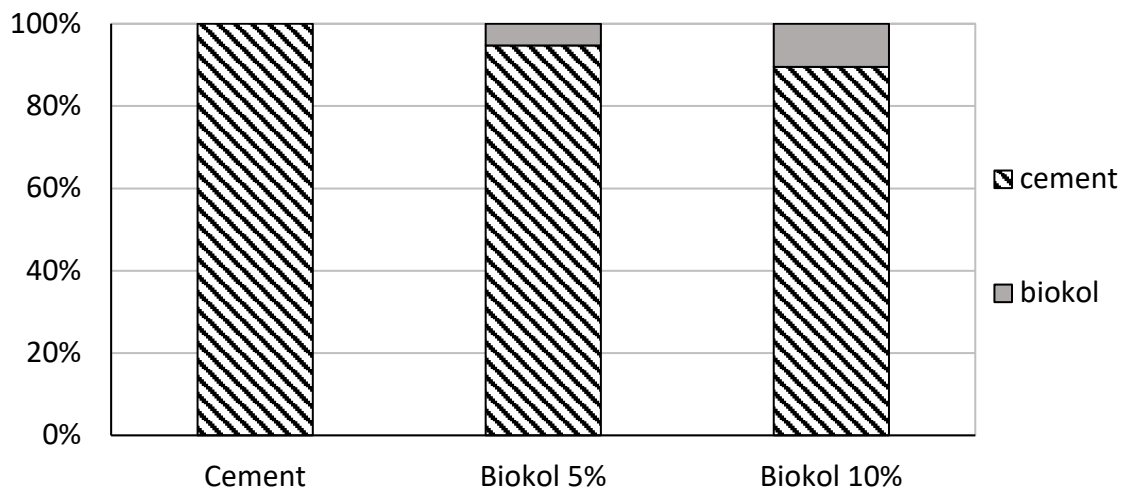
Försök på biokolsbetong

De inledande försöken i Byggnadsmateriallabbet (BML-labbet) på LTH fokuserade på att ta fram tryckhållfasthet för biokolsbetong jämfört med betong utan biokol. Tre olika biokol har använts;

- en tångbaserad biokol (Trelleborgs kommun/Skånefrö)
- en fröskalbaserad biokol (Skånefrö)
- en träbaserad biokol (VegTech)

För att kunna minska betongens klimatpåverkan så mycket som möjligt valdes att byta ut en del av cementet mot biokol. Att byta ut cement mot biokol minskar andelen bindemedel i betongen, vilket kan påverka betongens mekaniska egenskaper. Därför valdes att i första hand att undersöka tryckhållfastheten hos biokolsbetongen.

Betongkuber 100x100x100 mm togs fram för tre olika bindemedelssammansättningar; en betong utan biokol, en betong med 5% biokol och en betong med 10% biokol. Observera att det är 5% respektive 10% av bindemedlet, i detta fall cement, som har bytts ut mot biokol.



Figur 1. Sammanställning av bindemedel i de 3 testade betongblandningarna för varje biokol.

Våren 2021 genomfördes de första försöken. Kuber 100x100x100 mm producerades av vanlig betong med OPC (Ordinary Portland Cement) som bindemedel. Därefter producerades även kuber där 5% respektive 10% av OPC hade bytts ut mot tångbaserat biokol från Trelleborgs kommun (pyrolyserat hos Skånefrö).

Våren 2022 genomfördes en ny försöksserie. Kuber 100x100x100 mm producerades av byggcement med biokolsinblandning. Byggcement är en cementsort som till stor del består av Portlandcement med en finmald kalkstensfiller (Burström, 2021). Två olika biokol blandades in i byggcementet; ett fröskalbaserat biokol från Skånefrö och ett träbaserat biokol från VegTech.

Biokolen malades ner (finfördelades) före inblandning i betong, se Figur 2. Inget extra vatten tillfördes i betongblandningarna med biokol. Däremot fastställdes fuktinnehåll i biokolen, varefter mängden tillfört vatten anpassades så att exakt samma mängd vatten fanns i alla tre betongblandningarna. Biokolsbetongen tillverkades i BML-labbet på Lunds Tekniska Högskola av forskningsingenjör S. Backe, se Figur 3.

I dessa inledande försök valdes ett relativt högt biokolsinnehåll. Dessutom valdes att ersätta en del av cementet, betongens bindemedel, i stället för att använda biokol som filler eller att ersätta en del av ballasten (sand eller grus). Andra studier har också undersökt inblandningen av biokol i betong. Här valdes att använda biokol som filler, att ersätta en del av ballasten, eller att ersätta en del av cementet (Choi et al., 2012; Cuthbertson et al., 2019; Maljaee et al., 2021; Suarez-Riera et al., 2020; Tan et al., 2020). Choi, Yun och Lee (2012) ersatte delar av cement med biokol (5%, 10%, 15% och 20%). De fann att tryckhållfastheten knappt påverkades när 5% av cementet ersattes med träbaserat biokol. Deras resultat visar till och med på en liten ökning av hållfastheten vid inblandning av 5% biokol.



Figur 2. Malen tångbaserad biokol.



Figur 3. Produktion av biokolsbetong i labbet.

Suarez-Riera, Restuccia och Ferro (2020) bytte ut 2% av cementet mot en träbaserad biokol och fann då att böjhållfastheten ökade med mer än 15% jämfört med en betong utan biokol. De konkluderar också att även om en förbättring i hållfastheten med biokolsinblandning inte hade uppnåtts, skulle biokolsbetongen ändå ha tillräcklig hållfasthet för de flesta byggapplikationer och samtidigt kunnat bidra till minskning av avfall (trärester som annars hamnat på deponi) och en förbättring av den miljömässiga hållbarheten av betongen. Det finns således fler skäl för användning av biokol i betong, där en förbättring av betongens hållfasthet bara är ett av skälen. Även andra materialegenskaper hos betongen kommer att påverkas vid inblandning av biokol såsom fuktegenskaper, härdningsförloppet, frostbeständighet, etc.

Hållfastheten hos betongen påverkades av ett ökat biokolsinnehåll och ett därmed sammanhängande minskat cementinnehåll. Försöksresultat kommer att publiceras efterhand.

Klimatpåverkan

En stor anledning till användning av biokol i betong är den minskade miljöpåverkan. Inom projektet Greater Bio undersöktes de miljömässiga effekterna av en inblandning av biokol i betong när en del av cementet bytts ut mot en tångbaserad biokol. Tång som spolats upp på stranden utgör ett stort problem i Sveriges och Danmarks kustkommuner, t.ex. i Trelleborgs kommun i södra Sverige där nya möjligheter undersöks för tången. Bland annat har Trelleborgs kommun inom projektet Rest till Bäst producerat biokol av tång.

Magnus Bo Karlsson på Roskilde Universitet har inom Greater Bio författat rapporten ”Seaweed biochar in cement” (Karlsson, 2021). I rapporten undersöktes den potentiella klimatpåverkan av att blanda in tångbaserad biokol i cement genom en livscykelanalys (LCA). Hypotesen var att det skulle vara möjligt att ersätta en del av cementet med tångbaserad biokol, och att det skulle minska den totala klimatpåverkan. Rapporten konkluderar att användning av biokol för att ersätta cement potentiellt avsevärt kan minska den negativa klimatpåverkan av cementet. Det poängteras dock att det är nödvändigt att bättre förstå hur biokolsinblandningen i cement påverkar betongens densitet och hur betongens materialegenskaper påverkas av biokolsinblandningen.

Inför eventuella framtida uppföljande projekt

Kontakt har skapats med företaget Biokolsprodukter som marknadsför en biokolsbetong på den svenska marknaden.

Det får förtydligas att ovanstående materialförsök endast fokuserat på tryckhållfastheten, och att försöksserien var ganska begränsad med 3 provkroppar per blandning. Mycket kvarstår att undersöka där det gäller inblandning av biokol i betong. Materialegenskaper hos betongen påverkas av biokolen som används samt men även av val av vct, eventuell malning av biokol, om biokolen används som filler eller om en del av bindemedlet byts ut, etc. Fler materialegenskaper behöver undersökas, bl.a. fuktegenskaper samt fler mekaniska egenskaper hos biokolsbetongen. Företrädesvis görs detta i ett samarbete med ett flertal olika parter för att höja kunskapsnivån och kunna hantera flera parallella frågeställningar i projektet.

Referenser

- Choi, W. C., Yun, H. Do, & Lee, J. Y. (2012). Mechanical Properties of Mortar Containing Bio-Char From Pyrolysis. *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 16(3), 67–74.
- Cuthbertson, D., Berardi, U., Briens, C., & Berruti, F. (2019). Biochar from residual biomass as a concrete filler for improved thermal and acoustic properties. *Biomass and Bioenergy*, 120, 77–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.11.007>
- Karlsson, M. B. (2021). *Seaweed biochar in cement - Climate footprint analysis*.
- Maljaee, H., Madadi, R., Paiva, H., Tarelho, L., & Ferreira, V. M. (2021). Incorporation of biochar in cementitious materials: A roadmap of biochar selection. *Construction and Building Materials*, 283, 122757. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122757>
- Suarez-Riera, D., Restuccia, L., & Ferro, G. A. (2020). The use of Biochar to reduce the carbon footprint of cement-based materials. *Procedia Structural Integrity*, 26, 199–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.06.023>
- Svensk Betong, . (2017). *Betong och klimat— En rapport om arbetet för klimatneutral betong*. https://cms.betongarhallbart.se/wp-content/uploads/2018/11/rapport-betong_och_klimat.pdf
- Tan, K., Pang, X., Qin, Y., & Wang, J. (2020). Properties of cement mortar containing pulverized biochar pyrolyzed at different temperatures. *Construction and Building Materials*, 263, 120616. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120616>