

Energimyndighetens titel på projektet – svenska <b>Innovativa Biobaserade sandwichelement i byggandet</b>	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska <b>Structural Insulated Panels made of BioBased materials</b>	
Ev. Energimyndighetens program <b>LIGHTer</b>	Tidplan 2015-01-12/2015-10-30
Total projektkostnad 500000	Energimyndighetens andel av kostnaden i %/kr 60/300000
Ev. rapporttitel hos stödmottagaren <b>Innovativa Biobaserade sandwichelement i byggandet</b>	Ev. rapportnr hos stödmottagaren <b>Innovativa Biobaserade sandwichelement i byggandet</b>
Universitet/högskola/företag <b>SP</b>	Avdelning/institution <b>Hållbar Samhällsbyggnad</b>
Adress <b>Skeria 2 93177 Skellefteå</b>	Organisationsnummer 556464-6874
Namn och e-post - projektledare <b>Anders Gustafsson, anders.gustafsson@sp.se</b>	
Namn och e-post – Huvudförfattare/ medförfattare/projektmedlemmar/doktorander <b>Anders Gustafsson, anders.gustafsson@sp.se Peter Mannberg, peter.mannberg@swerea.se</b>	
Nyckelord: 5-7 st <b>Nanokristallin, NCC-foam, sandwich, byggelement, fiber</b>	

## Sammanfattning

Samhällets önskan om snabb utveckling och kontinuerlig tillväxt medför att jordens resurser konsumeras i en allt snabbare takt. Delar i kompositsandwichelement som ofta används i byggandet såsom PIR-, PUR-, PVC- och PET-skum är vanligtvis oljebaserade. Det är därför av stor betydelse för vårt samhälle att ersätta dessa petroleumbaserade produkter med biobaserade motsvarigheter. Cellulosa är den vanligaste organiska föreningen på planeten och under noggrant kontrollerade förhållanden, är det möjligt att frigöra högkristallina nanopartiklar som kallas "nano kristallin cellulosa (NCC)" från cellulosa. Resultat i förstudien visar att de mekaniska egenskaperna hos NCC-skum är tillräckliga för kompositsandwichkonstruktioner. I jämförelse med PET-materialet i studien har NCC-skummet något högre densiteten. Resultaten från prov visar att NCC-skum ligger i linje med eller bättre än referensmaterialet (PET). Övergripande slutsatsen av arbetet är att NCC-skummet har potential som kärnmaterial för sandwichelement.

## Summary

Desire for development and growth causes Earth's resources to be consumed in an increasingly fast pace. Constituents in composite sandwich structures such as polyester, vinyl ester, epoxy, PVC- and PET foam are usually oil-based. It is therefore of great importance for our society that we replace these petroleum-based products with bio-based equivalents. Cellulose is the most common organic compound on the planet, processed under carefully controlled conditions it is possible to release highly crystalline nano-particles known as nano crystalline cellulose (NCC). The study shows that the NCC-foam properties are sufficient for composite sandwich structures. Comparison with fossil oil-based PET equivalent it is seen that when the mechanical properties are in the same region, the density of the NCC-foams is slightly higher. Results indicate a fire performance of the NCC-foam that is in line with or better than that of the reference PET foam. Overall conclusion is that the environmental friendly NCC-foam has potential as core material for composite sandwich structures.

## Inledning

Byggandet i Sverige och Europa görs i princip enligt två metoder, bärande regelkonstruktioner som isoleras med glas- eller stenull eller bärande skivor (av trä eller betong) som isoleras med glas- eller stenull. Inom vissa delar inom byggandet (hallbyggnader) använts även sandwichelement, men då oftast enbart som icke bärande element. Med dagens krav och framförallt framtida krav, innebär troligtvis allt mer isolering i väggar. Exempelvis krävs idag för att uppnå passivhuskrav väggjocklekar av ca 400-500 mm.

Sandwich element som används i byggandet och är oftast uppbyggt av ett kärnmaterial och ytskikt. Kärnmaterialet är oftast av polystyren (EPS), polyuretan (PU), extruderad polystyren (XPS). Resultatet är att kärnan har relativt låg skjuvhållfasthet och vikt vilket innebär låg bärförmåga samt låg ljudisolering förmåga trots potentiellt bra värmeisolering. Genom att använda styvare cellulosafiber i kärnor ökar skjuvhållfastheten och med även en potential att öka ljudisoleringen. En annan aspekt, med principen sandwich av helt biobaserat material är att produkten blir enklare att återvinna.

Genom att använda ett biobaserat kärnmaterial uppbyggt av isoleringsskum tillverkat av NCC, Nano Crystalline Cellulose, uppnås ett antal fördelar materialet, men även en större del av konstruktionen kan återvinnas på ett enklare och mera kostnadseffektivt sätt

materialet kommer från skogsråvara vilket gagnar Sverige materialet tillverkas från cellulosa, en sidoström vid tillverkning av papper.

Projektet är en förstudie som bedrivits under 2015 och finansieras av Energimyndigheten samt företagen Blatraden och Melodea.

## Huvudresultat

Det finns ett behov av ett nytt sandwichmaterial uppbyggt av miljövänliga material. En viktig komponent i detta är att finna ett lämpligt kärnmaterial. Ett nytt biobaserat skum baserat på nano kristallin cellulosa, NCC-skum, är under utveckling. Dess struktur har studerats och dess egenskaper har jämförts med fossil oljebaserad PET-skum med avseende på densitet, komprimering, spänning och skjuvegenskaper. En utvärdering har därefter gjorts med avseende på lämpligt användningsområde.

Den genomsnittliga densiteten för NCC-skummet befanns vara  $190 \text{ kg/m}^3$ , vilket är ca  $85 \text{ kg/m}^3$  högre än motsvarande PET-skum som används till jämförelse. Vidare framgick det av provningarna att drag- och skjuvhållfasthet är lägre NCC-skummet än för PET-skummet. Skjuvmodulen för NCC-skummet är nästan identisk med skjuvmodulen för PET-skummet. NCC-skummet uppvisade även ett sprödare beteende i förhållande till PET-skummet.

Proven har gjorts på små provbitar då det idag inte finns tillverkningskapacitet av större mängder. Andra egenskaper kan uppträda provning av större provbitar. Dock ger dessa värden en indikation om materialet är lämpligt eller ej. Resultaten från provningarna framgår av tabellen nedan.

Egenskap	NCC-foam	PET-foam
Densitet	190-197 $\text{kg/m}^3$	102-112 $\text{kg/m}^3$
Tryckhållfasthet	1,58-1,68 MPa	1,2-1,4 MPa
Draghållfasthet	1,2 MPa	0,4 MPa
Brottspänning	0,3 $\pm$ 0,1 MPa (riktning 1) 0,3 $\pm$ 0,1 MPa (riktning 2) 0,05 $\pm$ 0,03 MPa (åldrat prov)	1,0 $\pm$ 0,1 MPa
Skjuvstyvhet	8,9 $\pm$ 0,9 MPa (riktning 1) 23,4 $\pm$ 8,1 MPa (riktning 2) 1,6 $\pm$ 0,73 MPa (åldrat prov)	8,6 $\pm$ 0,5 MPa
Brand antändningstid RHR peak	36 s 118 $\text{kW/m}^2$	20 s 76 $\text{kW/m}^2$

Resultatet från genomförda provningar av NCC-skum visar att egenskaperna är tillräckligt goda för att materialet bör kunna användas som kärnmaterial i ett sandwichelement. Den snabba utvecklingen och intensiv forskning om behandling struktur och strukturegenskaperna hos NCC-skummet ger stora förväntningar att dess egenskaper i framtiden kommer att vara möjligt att skraddarsy för olika tillämpningar.

## **Måluppfyllelse**

Målet med projektet var att undersöka vilka möjligheter det finns för ett utvecklat innovativt och helt biobaserat kärnmaterial (NCC-foam) för sandwichelement i byggandet. Förstudien skulle fastställa och ge bättre underlag om materialet samt fastställa om materialet i nuvarande form eller med små förändringar kan uppfylla kraven för användande i en byggprodukt. Utgångspunkten för arbetet är fastställande av de kriterier som ställs enligt Byggproduktförordningen (Construction Products Regulations) såsom bärförmåga, säkerhet vid brand, hälsa och miljö, säkerhet, buller, energi och hållbar användning av naturresurser.

## **Effekter i samhället**

Ur hållbarhetssynpunkt talar mycket för ökad användning av biobaserat byggmaterial. Användning av ”avfall” från papperstillverkning ger produkten ett bra utgångsläge vid en miljöbedömning. Det innebär att NCC-foam är en förnyelsebar råvara som ingår i naturens eget kretslopp. Det är framtidens byggmaterial, inte minst utifrån miljöhänsyn och energianvändning. Projektet har visat att det finns möjlighet till att ta fram en byggprodukt som kan vara ett alternativ till idag använda kärnmaterial.

## **Genomförande**

Avsikten i projektet har varit att göra provningar av egenskaper på så stora provbitar som möjligt. I det läge som utvecklingen av nanokristallin foam befinner sig idag gör att det enbart finns mindre provbitar till hands. Det har medfört att utvärderingen av tekniska egenskaper har gjorts på mindre provbitar och att en teoretisk bedömning görs av materialets möjligheter att uppfylla de tekniska egenskaper som krävs för ett byggmaterial med avsedd funktion. Att verifiera alla egenskaper för en ny produkt är omfattande och kan inte rymmas inom denna förstudie. Utgångspunkten har därför varit att välja de delar som anses vara kritiska för denna typ av produkt.

Arbetet kommer att fokuseras på icke bärande element då det är första steget i verifiering av produkttegenskaperna. Resultat utifrån denna förstudie bör ge ett bra underlag för att utveckla elementet även mot bärande strukturer.

Provningar har genomförts enligt standardiserade provmetoder och på mindre provbitar. Provningar har också genomförts på referensmaterial.