

In-situ sprayad polyuretansskumisolering under svenska förhållanden

– En kartläggning



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för byggvetenskaper/Byggnadsmaterial**

Examensarbete:
My Essen-Möller
Benjamin Robertshaw

© Copyright My Essen-Möller, Benjamin Robertshaw

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2015

Sammanfattning

Under senare år har flera företag börjat erbjuda isolering med sprayad polyuretan i Sverige. Det finns behov av en grundlig utvärdering av produkterna för att kunna avgöra deras lämplighet i svenskt klimat. För att hjälpa entreprenörer ta ställning till materialets lämplighet har de deklarerade produktegenskaperna i förhållande till svenskt klimat och svenska byggregler undersökts. Dessutom har en kartläggning av återförsäljare, produkter och referensbyggnader i Sverige utförts. Slutligen har en forskningsöversikt för att ta reda på vilka utvärderingar som har utförts och kan vara till nytta för den som ska välja typ av isolering gjorts. En diskussion om materialets lämplighet i olika konstruktionsdelar förs och förslag på vidare forskning om ämnet presenteras.

Nyckelord: polyuretan, PUR, PU, polyuretanskum, in-situ spraysystem, svenska förhållanden, nordiskt klimat, CE-märkning.

Abstract

In recent years, several companies have emerged on the Swedish market offering insulation in the form of sprayed polyurethane foams. In order to determine their suitability under Swedish conditions there is the need for a thorough evaluation of these products. To help contractors assess the suitability of these materials the declared product characteristics have been examined in relation to the Swedish climate and Swedish building regulations, along with a survey of retailers, products and reference buildings in Sweden. In addition, a research survey has been conducted to find out what research beneficial to those considering this type of insulation has been performed. A discussion with regards to the suitability of these materials in different structural elements and suggestions for further research on the topic are presented.

Keywords: polyurethane, spray foam, PUR, PU, SPUF, in-situ spray systems, Swedish conditions, Nordic climate, CE-marking.

Förord

Det här projektet är utfört som ett examensarbete för *högskoleingenjörsprogrammet i byggt teknik inriktning arkitektur* på *LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg*. Arbetet är utfört på uppdrag av och i nära samarbete med *SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut*, i form av en förstudie till ett större projekt initierat av *SBUF*.

Arbetet är utfört av Benjamin Robertshaw och My Essen-Möller med Lars Wadsö som handledare och Magnus Åhs som examinator, båda från *Byggnadsmaterial* vid *Institutionen för Bygg- och Miljöteknologi* vid *LTH*, samt med Stefan Elfborg som extern handledare från avdelningen *Hållbar Samhällsbyggnad, Byggnadsfysik och innemiljö* på *SP*. Rapporten är skriven både på avdelningen för *Byggnadsmaterial* och på *SPs* kontor på *Ideon Gateway* i Lund.

Vi vill framföra ett stort tack till Lars Wadsö för handledning, uppmuntran och inspiration, till Magnus Åhs, till Yujing Li, Peter Johansson och Katja Fridh för ovärderlig input med formalia och råd kring disposition, läsning av vetenskapliga artiklar, och presentationsteknik i institutionens exjobbsskola (*LTH*).

Tack till alla som hjälpt oss på *SP*: tack till Stefan Elfborg för handledning, tålamod och engagemang, till Eva-Lotta Kurkinen för projektledning och specialistkunskap då det gäller byggnadsfysik, Dag Glebe som hjälpt oss då det handlat om akustikfrågor, Per Thureson och Pär Johansson som hjälpt oss med specialistkunskap kring brandsäkerhet och brandtestning av material och konstruktioner, Ulf Antonsson som hjälpt oss reda ut certifieringsfrågor och slutligen till Lars Rosell och Erik Lindhagen som hjälpt oss med specialistkunskap då det kommer till kemi och arbetsmiljö respektive polymerkemi och materialegenskaper.

Ett stort tack även till de representanter för intresseföreningar och återförsäljare vi varit i kontakt med under arbetets gång.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
1 Metod och teori.....	4
1.1 Insamling av material	4
1.2 Analys av insamlat material.....	5
2 Resultat	7
2.1 Kategorisering av produkter på den svenska marknaden.....	8
2.1.1 Återförsäljare	8
2.1.2 Produkttegenskaper	9
2.1.3 Miljömärkning	10
2.2 CE-märkning.....	12
2.2.1 Produktdeklarationer	12
2.2.2 Materialegenskaper.....	14
2.2.3 Svenska förhållanden.....	16
2.2.3.1 Brandegenskaper och brandkrav.....	16
2.2.3.2 Vattenabsorption och ångpermeabilitet i relation till fuktsäkerhet	18
2.2.3.3 Värmekonduktivitet och energihushållning	19
2.2.3.4 Kompressionsstyrka och hållfasthet	21
2.3 Referensbyggnader i Sverige	21
2.4 Forskningsöversikt.....	22
2.4.1 Akustik.....	23
2.4.2 Beständighet	24
2.4.2.1 Isoleringsegenskaper.....	24
2.4.2.2 Mekaniska egenskaper.....	26
2.4.2.3 Fuktegenskaper.....	29
2.4.3 Brand.....	30
2.4.4 Miljö	32
2.4.4.1 Drivgaser	32
2.4.4.2 Arbetsmiljö	32
2.4.4.3 Boendemiljö	34
2.4.5 Övrigt.....	34
3 Diskussion	37
3.1 Tak och vind	37
3.2 Ytterväggar	38
3.3 Innerväggar och mellanbjälklag	38
3.4 Källare och krypgrund.....	39
3.5 Förslag på vidare studier	40
4 Referenser.....	41
5 Bilagor	47
5.1 Bilaga 1: Återförsäljare i Sverige.....	47

5.2 Bilaga 2: Produktegenskaper	48
5.3 Bilaga 3: Referensobjekt	50
5.4 Bilaga 4: Försäljningsargument	55
5.5 Bilaga 5: Nyhetssökning	58
5.5.1 Polyuretan som isolering	59
5.5.2 Tryggare material och ökad miljömedvetenhet ett lyft för PUR	60
5.5.3 PUR-skum ny marknad för Deflamo	61
5.5.4 Cyanidskadade får medicin från USA	62
5.5.5 "Mitt mål är att omsätta 30 miljoner"	63
5.5.6 Polyuretanisolering i mitt hus?	64
5.5.7 TRELLEBORGSGALAN 7 dagar kvar · Årets företag.....	65
5.5.8 Flexibelt ytskydd med framtiden för sig	67
5.5.9 Globala marknaden för polyuretanskum växer	69
5.5.10 Bayer bygger fabrik för CO2-plast.....	70
5.5.11 Miljövänligare flamskydd för PUR	71
5.6 Bilaga 6: SEM-bilder (Scanning Electron Microscope)	72

Inledning

Bakgrund

Skumisolering som sprayas direkt på plats har sitt ursprung i USA och Kanada där den har en betydande del av marknaden och har funnits i snart 50 år (Kumaran & Bomberg 1999). Något förenklat handlar det om en hårdplast som framställs genom en exotermisk reaktion mellan flytande alkohol (polyol) och difenylmetan-diisocyanat (MDI) (Clase & Lindén 2010).

Alkoholen kan framställas från ett flertal olika källor. De två komponenterna leds fram under kontrollerade temperaturförhållanden genom varsin slang och blandas först utanför munstycket på den tillhörande sprutan. De skummas med hjälp av någon drivgas, till exempel luft, koldioxid eller pentan (Clase & Lindén 2010) och dess materialegenskaper styrs med hjälp av olika tillsatser och katalysatorer. Polyisocyanurat (PIR) är ett slags förbättrad PUR där andelen MDI finns i överskott, samt där reaktionen sker vid högre temperatur (Clase & Lindén 2010). PIR kan även ha andra katalysatorer som ska se till att överskotts-MDI reagerar med sig självt och bildar isocyanurater (ibid.).

Återförsäljarna i Sverige menar att produkten kan användas med mindre tjocklek än traditionell mineralullsisolering tack vare att den är lufttät. Försäljarna menar också att varianten med slutna celler kan användas som diffusionsspärr och då med fördel appliceras i t.ex. krypgrunder eller som tilläggsisolering på vindar. En återförsäljare talar också om att produkten ska vara helt giftfri, en annan att produkten är helt emissionsfri efter härdning. Två försäljare hävdar att materialet inte bidrar som bränsle vid brand. De försäljningsargument vars riktighet skulle behöva utredas har saxats från återförsäljarnas hemsidor och presenteras i bilaga 4.

Praxis vid installation är att installatören bär heltäckande skydd och skyddsmask med friskluftstillförsel via ett filter (se figur 1). Filtret sitter baktill på kroppen för att minimera risk för igensättning.

Applikationspraxis bestämmer att man börjar i hörn och kanter för att det annars skulle vara svårt att garantera fyllning av dessa utrymmen när man sedan sveper strålen över en bredare area. Skummet sprayas först i ett tunt lager som tillåts expandera och härda. Detta minimerar



Figur 1: Installation av sprayskum i krypgrund på Revinge Garnison.

värmeförlusten mot underlaget inför nästa svepning. Nästa svepning sker då vid en högre temperatur, vilket är mer gynnsamt för skummets expansion.

Det finns behov av en grundlig utvärdering av produkterna. I Per Gunnar Burströms bok *Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper* från 2007 nämns det inte att polyuretanskumsisolering kan sprayas på plats, och polyisocyanuratskum nämns överhuvudtaget inte. Även om detta är en bok som börjar få några år på nacken så är detta utelämnande signifikant då boken riktar sig till högskoleutbildningar inom byggsektorn och ämnar vara heltäckande. Vi kan i stället läsa om hur polyuretan kan användas som värmeisoleringsmaterial i t.ex. sandwichelement, husvagnar, och kylskåp, som ett reaktivt bindemedel i målarfärger och fogmassor, samt i madrasser och inom bilindustrin (Burström 2007). Detta är en bok som används på de allra flesta byggutbildningar i Sverige, och så även i Norge och på Island. Burström arbetar just nu på en tredje upplaga av boken där PIR-isolering och andra högpresterande isoleringsmaterial inkluderas. Burström själv gör dock bedömningen att det “inte finns mycket skrivet om dessa material i läroböcker. Det mesta är information från företag” (personlig kommunikation, 16 juli 2015).

Målsättning och syfte

Syftet med detta projekt är att kartlägga och ta reda på vilka undersökningar och studier som redan är utförda för skumisolering. Målet är att kunna argumentera om för- och nackdelar vid eventuellt ökat användande både vid nyproduktion och vid renovering.

Problemformulering

Arbetet kommer fokusera på följande frågor:

1. **Kategorisering.** Vilka återförsäljare och produkter finns på den svenska marknaden?
2. **Produktegenskaper.** Hur deklarerats produktegenskaperna enligt CE-märkning, typgodkännande eller motsvarande samt vad betyder dessa egenskaper när produkten tillämpas i svenskt klimat mot svenska byggregler?
3. **Referensobjekt.** Vilka referensobjekt finns i Sverige?
4. **Forskningsöversikt.** Vilka extra utvärderingar utöver det ordinarie provningsförfarandet för CE-märkning har utförts och kan vara till nytta för den som ska välja typ av isolering?

Avgränsningar

Denna förstudie avgränsas till in-situ sprayad polyuretanskumisolering (PUR) på den svenska marknaden. Då skumisolering kan delas upp i underkategorierna PUR och PIR, och då bägge dessa material faller under samma regelverk är de på sätt och vis båda inkluderade. Däremot har ingen

faktisk försäljning av in-situ sprayad PIR-skumsisolering identifierats på den svenska marknaden.

Studien är en översikt över kunskapsläget kring in-situ sprayad PUR idag. Den inkluderar inga egna undersökningar, utan är en översikt över de undersökningar och den forskning som gjorts på annat håll. Exempelvis inkluderas inte någon utförd livscykel- eller kostnadsanalys av materialet trots att ett behov av dessa analyser har identifierats redan i projektbeskrivningen. I stället inkluderas här en hänvisning till ett exjobb från Chalmers där LCA-analys med avseende på energi och återvinning samt kostnadsanalys gjorts (Fredriksson et. al 2014). Ett flertal andra exjobb som relaterar till olika aspekter av materialet och dess användande har utförts och är värda att nämnas, däribland ett om brand (Svenson 2008), ett om luftprovtagning och analys av mono- och diisocyanater (Komorowska 2012), ett som experimentellt undersöker fukttransport (Frölén 1982), ett som utreder möjligheten att byta ut mineralullen i en passivhuskonstruktion från Fiskarhedenvillan (Bjurbäck & Helmerson 2012). Dessa inkluderas dock inte som primärkällor, utan fokus för forskningsöversikten i avsnitt 2.4 ska ligga på artiklar från vetenskapliga tidskrifter.

En vidare avgränsning lägger undersökningens fokus på kunskap som kan vara till entreprenörsnytta. När nya material introduceras på marknaden är det av största vikt att entreprenadföretagen känner till alla dess för- och nackdelar för att kunna fatta rätt beslut i fråga om konstruktionstyp och materialval. Den här kartläggningen och litteraturstudien är ett första steg i att ta fram den information som kan ge entreprenadföretag svar på ovan nämnda frågor.

1 Metod och teori

Denna förstudie är tänkt att ge en överblick över den samlade kunskapen om materialet så som den ser ut idag, och måste därför nödvändigtvis samla och analysera ett brett spektra av information från många skilda typer av källor. I avsnitt 1.1 redovisas kortfattat hur informationen till studien samlats in och presenteras, och i avsnitt 1.2 följer en diskussion som tar upp i vilken kunskapsteoretisk tradition vi rör oss då vi granskar informationen och analyserar den, samt vad detta har för inverkan på entreprenörsnyttan hos de slutsatser som kan dras utifrån sagda analys.

1.1 Insamling av material

Insamling av material har skett via

- 1) **Kommunikation** med
 - a) Representanter för intresseorganisationen PUR-Gruppen.
 - b) Återförsäljare och installatörer i Sverige.
 - c) Forskare och specialister på SP.
 - d) Forskare och specialister på LTH.
- 2) **Studiebesök** vid
 - a) SPs laboratorium i Borås.
 - b) Foamkings anläggning i Trelleborg.
- 3) **Kartläggning** av
 - a) Återförsäljare och installatörer i Sverige.
 - b) Utbud av produkter.
 - c) Försäljningsargument.
 - d) Certifieringar av produkter.
 - e) Tillverkare.
 - f) Intresseorganisationer i Sverige och övriga världen.
- 4) **Mediabevakning**
 - a) Dagstidningar.
 - b) Branschtidningar.
 - c) Populärvetenskapliga publikationer.
 - d) TV-program.
- 5) **Websidor** publicerade av
 - a) Intresseorganisationer.
 - b) Tillverkare.
 - c) Återförsäljare.
- 6) **Produktegenskaper** via
 - a) CE-märkningsprotokoll.
 - b) DoP-er (Declaration of Performance).
 - c) Eota-märkningar.
- 7) **Sökning** via
 - a) Google Scholar.

b) LUB SEARCH-search.

c) Retriever.

Materialet presenteras i löpande text där så är möjligt, och i bilagor där det faller sig lämpligare.

1.2 Analys av insamlat material

Det insamlade materialet har utsatts för en kritisk granskning utifrån de tre kunskapskategorier som föreslås i Bengt Haraldssons miniatyrhandbok från KTH, *Den kreativa och kritiska litteraturstudien* (2011), nämligen:

- *ämneskunskap*,
- *vetenskapsteoretisk kunskap*, samt
- *kunskap om hur vetenskaplig information kommuniceras*.

Ämneskunskapen är det vi lutar oss mot då vi bedömer om resultatet av den forskning vi tar del av är rimligt – om det stämmer med vad vi redan anser oss veta om ämnet – och om resultat och måtvärden skulle kunna tolkas annorlunda (Haraldsson 2011). Den formella ämneskunskap vi hänvisar till här inskränker sig till byggvetenskaperna. Då kunskaper om polymer-kemi har krävts sker konsultationer med experter på SP.

Den vetenskapsteoretiska grund vi lutar oss mot är något skild från den rena naturvetenskapen, och brukar kallas *Teknikvetenskap*. I *Den kreativa och kritiska litteraturstudien* skriver Haraldsson att vi, som teknologer, skolats in ”i en naturvetenskaplig tradition, vilket sällan problematiseras gentemot teknikvetenskapens egenart” (Haraldsson 2011). Naturvetenskapens tre grundkriterier, nämligen *reproducerbarhet, fullständighet och objektivitet* (Bock and Scheibe, 2001) är även något som eftersträvas av teknikvetenskapen, och dessa kriterier kan i vår litteraturstudie översättas till en reflektion kring författarnas eventuella jävsposition samt om de protokoll och tester vi tar del av verkar lista alla de förutsättningar som påverkar experimentets reproducerbarhet. Teknikvetenskapen har dock, som Haraldsson (2011) uttrycker det, ”vissa egenarter”. Han citerar flitigt en annan vetenskapsfilosof vid KTH, nämligen Sven Ove Hansson, som i sin artikel ”What is technological science?” från 2007 reder ut teknikvetenskapens egenarter. Den här texten kommer särskilt använda sig av insikten om hur studieobjekt i teknikvetenskaplig litteratur definieras utifrån sina *funktionsegenskaper* och utvärderas med *kategorispecifika värdebedömningar* (Hansson, 2007) för att analysera hur återförsäljarnas påståenden om sina respektive produkter styrks eller inte av de olika certifieringar de genomgått.

Författarnas idéer om hur vetenskaplig information inom fältet kommuniceras följer den idé om primära, sekundära, och tertiära källor som vi uppfattar

ligger till grund för en vederhäftig informationssökning och bedömning (Yujing Li, 2015, Haraldsson, 2011).

Analysen utförs med hänsyn till eventuell entreprenörsnytta, där det analyserade materialet ska vara ett stöd för entreprenören i valet av nya arbetsmetoder och material.

2 Resultat

För att få en första överblick utfördes en kort mediabevakning. Utan att på något sätt göra anspråk på att vara komplett så ger en enkel googlesökning att de TV-reportage som sänts antingen är sensationssökande skrämselfpropaganda eller ohöjlt positiva renoveringsreportage. Som exempel på den förra genren från det delvis statligt finansierade Canadian Broadcasting Corporation kan nämnas ett inslag där gråtande familjer med allergiska barn är tvungna att mekaniskt avlägsna fiskluktande och felaktigt installerad tilläggsisolering från sina hus (CBC 2013). Som ett exempel på den andra genren kan nämnas en episod av tv-programmet *Extreme Home Makeover* där sprayisolering används för att ljudisolera ett hem åt en krigsveteran med posttraumatiskt stressyndrom (ABC 2011). Båda varianterna förekommer främst i amerikansk och kanadensisk TV. Övervägande finner vi dock material från diverse olika installatörsfirmor, även dessa från Kanada och USA.

I Sverige är materialet inte lika uppmärksammat i populärmedia. En sökning i databasen Retriever ger att det publicerats ca 11 relevanta artiklar i tryckt media sedan 2012, hälften av vilka är publicerade i *Plastforum*, en branschtidning som vänder sig till plast-, gummi och kompositindustrin, dess leverantörer, samt till övrig industri som köper plast-, gummi och kompositdetaljer. Den andra hälften av nyhetsklippen kommer från media som vänder sig till en bredare publik. Sökningen genomfördes 2015-07-21 med söktermerna *PUR*, *PUR-isolering*, *PUR-skum*, *Skumisolering*, *Sprayskum*, *Sprejskum*, *Polyuretanisolering*, *SPUF*, *Sprejisolering*, *Sprayisolering*, *Polyuretanskum*, *PUR-skum* och går tillbaka till 2009. De äldsta artiklarna är dock från 2012. Nyhetsklippen i sin helhet inkluderas i bilaga 5.

Resultatavsnittet kommer följa samma struktur som i frågeställningen och inleds med avsnitt 2.1, *Kategorisering*, där resultaten från den kartläggning av den svenska marknaden som utförts redovisas. Avsnittet delas in i tre underavsnitt som fokuserar på de olika kategorier av återförsäljare, produkter, och märkningar som hittats.

I avsnitt 2.2 redovisas resultat som har att göra med de CE-märkningar som produkterna har, deras deklarerade produktgenskaper, och hur dessa kan användas för att bedöma produkternas lämplighet.

I resultatavsnittets tredje del, 2.3, redovisas kortfattat insamlad information om vad en sökning efter referensbyggnader i Sverige har gett.

Slutligen, i avsnitt 2.4, finns en forskningsöversikt som ska relatera till svenskt klimat och svenska förhållanden, samt förhoppningsvis identifiera utforskade områden. Denna forskningsöversikt är i sin tur indelad i underavsnitt som redovisar aktuell forskning inom akustik, beständighet, brand, medicinsk forskning samt materialets miljöaspekter.

2.1 Kategorisering av produkter på den svenska marknaden

För att kategorisera produkterna på den svenska marknaden utfördes en kartläggning av svenska återförsäljare och deras produkter. Produkterna grupperades i kategorier så som de presenteras av återförsäljarna för att underlätta en fortsatt diskussion beträffande produkternas materialegenskaper.

Kap. 2.1.1 går kortfattat igenom vilka återförsäljare som finns på den svenska marknaden. Därefter, i avsnitt 2.1.2, undersöks hur företagen själva kategoriserar sina produkter. Slutligen, i avsnitt 2.1.3, diskuteras vilka miljömärkningar som finns att tillgå på den svenska marknaden, vilka som används, och hur dessa kan tolkas.

2.1.1 Återförsäljare

I en tidigare kartläggning av högpresterande isolermaterial grupperades in-situ sprayad uretanskumsisolering tillsammans med PUR- och PIR skum i skivform, och endast två återförsäljare av just sprayad skumisolering hittades på den svenska marknaden (Clase 2010). Idag finns det betydligt fler, och den nya kartläggning som utförts ger att det i skrivande stund finns minst 15 stycken produkter från sex tillverkare som säljs till slutanvändaren av åtminstone 12 installatörer och återförsäljare (se bilaga 1).

Minst två av dessa återförsäljare säger, då de tillfrågas, att de handlar sina komponenter från olika leverantörer beroende på vilka egenskaper som efterfrågas, och att den eller de produkter som tas upp i vår kartläggning endast är exempel på vad företaget använder, alternativt den/de produkter företaget använder mest. Minst ett av företagen säger även att de utvecklar egna recept. Detta tas dock inte upp i närmare då vi inte fått fram mer information från dem om hur den processen går till och vad som händer med CE-märkningen då ett nytt recept tas fram. Ett flertal jobbar dock med enbart en leverantör och kan ses som underleverantörer för en större tillverkares produkter (bilaga 1).

Endast ett fåtal företag koncentrerar sig på att sälja enbart sprayisolering. De flesta har sprayisolering som en produkt bland många andra och jobbar även med tätskikt, slitskydd, golv, detaljtillverkning och prefabelement, lösullsisolering och kringarbete, samt fasad- och höjdarbeten (bilaga 1).

Fyra av företagen är i dagsläget anslutna till PUR-gruppen, en intresseförening för företag som arbetar med polyuretan i Sverige. PUR-gruppens ingår i sin tur, tillsammans med andra nationella intresseföreningar som, danska *Plast Industrien* eller franska Syndicat National des Polyuréthanes i PU Europe (PU Europe u.å.). Även PU Nordic ingår i PU Europe, men fungerar mer som en finisk intresseorganisation än en paraplyorganisation för de nordiska PUR-grupperna (PU Nordic u.å.).

2.1.2 Produkttegenskaper

Hur ska då de ca 15 produkterna som finns tillgängliga på den svenska marknaden kategoriseras? Då vi åter konsulterar högskolornas standardtext i materiallära ser vi att Burström (2007) kategoriserar polyuretancellplast som antingen mjuk eller styv, och menar att den styva sorten är vanligare. Han menar vidare att materialets normala densiteter ligger mellan 30 och 50 kg/m³ med en tryckhållfasthet av 0,15 - 0,4 MPa vid 10% kompression. Ett förslag på indelning av densiteter hittar vi i Bomberg och Kumarans text från 1999, *Use of Field-Applied Polyurethane Foams in Buildings* publicerad av, National Research Council of Canada. De inkluderar skum från ett mycket bredare spektra av densiteter, där de lägsta densiteterna hittas hos skummen med öppna celler och listas som mer än 20 kg/m³ lägre än vad Burström listat som normalt:

SHD	– super high density	~ 56	kg/m ³
HD	– high density	~ 45	kg/m ³
MD	– medium density	~ 37	kg/m ³
LD	– low density	~ 20	kg/m ³
BSF	– bead-applied foam sealant	~ 16	kg/m ³
OCF	– open-cell foam	~ 8	kg/m ³

Värt att notera är att Bomberg och Kumaran hanterar alla in-situ sprayade PUR-skum. BSF-skummet i listningen ovan är ett enkomponentsskum och inkluderas inte i vår undersökning.

Hur motsvarar detta då en kategorisering av verkligheten på den svenska marknaden? Företagen själva kategoriserar sina produkter som *öppen-* eller *slutencellsisolering*, vilket motsvarar densiteter från 7 till 12 kg/m³ för öppen cell och 35 till 60 kg/m³ för slutna (se bilaga 2).

Definitionsmässigt är celler slutna om de skiljs åt av en membranvägg. Då polyuretanskum inte består till 100% av öppna eller slutna celler så kan man föreställa sig att skummen skulle definieras utifrån procenthalten öppna eller slutna celler - detta är dock inte en definition vi funnit hos tillverkarna. Däremot finns det en europeisk klassning (enligt metoden ISO 4590) som delar in skummet i fyra klasser enligt tabell 1.

Tabell 1: Europeisk klassning enligt ISO 4590 (Swedish Standards Institute 2013).

Klass	Andel slutna celler
CCC1	< 20%
CCC2	20% till 80%
CCC3	> 80% till 89%
CCC4	≥ 90%

Vi sammanfattar: de skum som kallas öppna kategoriseras även som mjuka. De med slutna celler som marknadsförs på den svenska marknaden är alla listade som styva. Samtliga återförsäljare marknadsför en produkt med slutna celler (bilaga 2) och använder detta som ett argument för att skummet är ångtätt (bilaga 4). Minst fyra återförsäljare marknadsför skum med öppna celler (bilaga 2), och minst en använder detta som argument för att skummet kan sprayas i konstruktioner som ska “andas” (bilaga 4).

Burström (2007) listar en värmekonduktivitet (λ_{ber}) på 0,035 W/(m K) och en högsta temperatur för användning på 100 - 120 °C. Clase och Lindén (2010) menar att värmeledningsförmågan varierar mellan 0,023 och 0,027 W/(m K) beroende på hur väl blåsningsmedlet behålls i isoleringen. Detta å sin sida menar de beror på produktens tjocklek och ytskikt. Kartläggningen ger att de produkter som klassas som slutna har en deklarerad värmekonduktivitet (λ) mellan 0,025 och 0,028 W/(m K) (bilaga 2). Dessa skum marknadsförs just som värmeisoleringsmaterial, men även som ångspärr (bilaga 4). Hos de produkter som klassas som öppna så finner vi en deklarerad värmekonduktivitet (λ) mellan 0,037 och 0,038 W/(m K) (bilaga 2). Dessa skum marknadsförs också som värmeisoleringsmaterial, men även som ljudisolering (bilaga 4).

2.1.3 Miljömärkning

Det förekommer en uppsjö märkningar och logotyper som är tillgängliga för miljömärkning av byggprodukter, men som har olika innebörder och tyngd. I boken *Hållbar Utveckling - en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare* från 2010 skriver Magdalena Svanström och Fredrik Gröndahl om hur miljömärkning är tänkt att underlätta vid köp av produkter och tjänster och skiljer på tre typer av miljömärkning, nämligen *Typ I*, certifiering enligt specifika kriterier, *Typ II*, egendeklaration, och *Typ III*, miljövarudeklarationer. Dessa typer av miljömärkning regleras av ISO 14024, 14021 respektive 14025.

Miljömärkningar av Typ I vänder sig till konsumenten och ska underlätta vid val av produkt. De certifieras av tredje part. Det finns fyra miljömärkningar av typ I i Sverige, nämligen

- Bra miljöval (Naturskyddsföreningen)
- Krav (29 medlemsorganisationer)
- EU-blomman (SIS miljömärkning AB)
- Svanen (SIS miljömärkning AB).

varav endast två kan sättas på byggvaror, nämligen Svanen och EU-blomman. Inget av de skum vi tittar på har miljömärkts enligt denna standard.

Den miljömärkning som klassas som Typ II är en form av eget miljöuttalande som görs av de olika företagen och som inte kräver någon utomstående kontroll. Här sorteras till exempel byggvarudeklarationen, förkortad BVD, in. Byggvarudeklarationen förvaltas av en förening som stiftats av Byggherrarna, Byggmaterialindustrierna, Fastighetsägarna Sverige, HSB, SABO, Svenska Teknik&Designföretagen och Sveriges Byggindustrier på uppdrag av Kretsloppsrådet, en numera nedlagd förening som verkade för ett frivilligt miljöåtagande.

Det finns märkningar som är lika typ II men inte utförs enligt ISO 14021. Här hittar vi system som:

- **BASTA** - En typ av egendeklarationssystem där leverantörerna själva registrerar produkter. Företaget upprättar ett bedömningsunderlag där de redovisar innehåll och viktsandelar vid byggskedet, detta underlag används för att bedöma risker för hälsa och miljö. För att få olika leverantörer att tolka villkoren på ett enhetligt sätt genomförs systemrevisioner av utomstående revisorer (BASTA 2011).
- **SundaHus** - Bedömningar utförs av SundaHus utifrån dokument tillhandahållna av tillverkare och leverantörer. Det finns även en tjänst kallad "SundaHus Miljöklassning", ett internetbaserat verktyg för att genomföra miljöklassning enligt kriterierna för Miljöbyggnad. Bedömningarna utförs enligt gällande bedömningskriterier publicerade på SundaHus webbplats. Bedömda produkter publiceras sedan i databasen SundaHus Miljödata (SundaHus 2012). Bedömda produkter indelas i fyra klasser D, C-, C+, B eller A där A är bäst.
- **Byggvarubedömningen** - Även detta en bedömning som utförs med hjälp av dokumentation som tillhandahålls av tillverkaren. Den enda dokumentation som är obligatorisk för denna bedömning är en BVD, och i de fall det handlar om en kemisk produkt, även ett säkerhetsdatablad. Bedömningen utförs utifrån sju kriterier - dels utifrån kemiskt innehåll, dels utifrån ett livscykelperspektiv (Byggvarubedömningen 2014).

Det är i denna kategori av märkningar som vi hittar ett antal av de produkter som kartlagts. Återförsäljarna har spontant uttryckt en frustration med märkningen Sunda Hus. Detta grundar sig i att märkningen tittar på produkten som levereras till byggarbetsplatsen, och inte på slutprodukten. Detta innebär att en polyuretanskiva som levereras till arbetsplatsen får en bättre klassning än ett in-situ sprayat skum. Detta upplevs framför allt som ett problem då det kommer till emissioner i den färdiga produkten.

Miljömärkning av Typ III är en miljövarudeklaration (EPD) som ska vara certifierad av en tredje part. I skrivande stund finns inte särskilt många byggprodukter med denna typ av miljövarudeklaration, och av dessa klassas väldigt få som isoleringsmaterial. Det här är en omfattande deklaration som kräver tid och kunskap både av konsument och tillverkare, och kanske är det därför det inte heller finns fler deklarationer av den här typen i dagsläget. Inga produkter i vår kartläggning är märkta enligt denna standard.

2.2 CE-märkning

I den här texten granskas materialen utifrån de deklarerade materialegenskaperna på CE-märkningen. CE-märkningen anses praktisk då den baseras på ett harmoniserat testprotokoll, och därför ger möjlighet till jämförelse av de materialegenskaper som tas upp där.

I 2.2.1 finner vi en kort genomgång av vad CE-märkningen innebär. I avsnitt 2.2.2 presenteras den utförda kartläggningen av produkternas materialegenskaper. Därefter, i avsnitt 2.2.3, undersöks hur dessa egenskaper motsvarar svenska förhållanden.

2.2.1 Produktdeklarationer

CE-märkningen introducerades av Europeiska Unionen 1985 (European Council 1985) för att främja handel inom EU (Hanson 2005) och är i grunden ett utlåtande från tillverkaren av en produkt att produkten möter de krav som har satts på denna produkttyp av europeiska kommissionen. Sedan den 1 juli 2013 kräver EU:s byggproduktförordning en CE-märkning på alla byggprodukter som täcks av en *harmoniserad standard* (Boverket 2012). Denna harmoniserade standard (harmonized European Norm, hEN) är en teknisk specifikation som tas fram av standardiseringsorganisationerna och publiceras i Europeiska Unionens officiella tidning, EUT (Boverket u.å.).

För de värmeisoleringsprodukter med öppen cell som inkluderas i denna granskning finns ingen harmoniserad standard, och en CE-märkning blir då frivillig. Det finns dock ofta en europeisk teknisk bedömning (*European Technical Assessment*, ETA) som kan ligga till grund för en prestandadeklaration (*Declaration of Performance*, DoP) vilken i sin tur ger tillverkaren rätt att CE-märka produkten (Ibid.)

För de värmeisoleringsprodukter med sluten cell som inkluderas i denna granskning görs bedömningen enligt standarden EN 14315-1:2013. I den bilaga i den harmoniserade standarden som specificerar vad som ska finnas med på CE märkningen (*ZA-bilagan*) finner vi att:

The requirement on a certain characteristic is not applicable in those Member States (MSs) where there are no regulatory requirements on that characteristic for the intended use of the product.

(EN14315-1:2013, s.58)

Detta innebär att det saknas krav på att byggprodukter skall klara tröskelvärden och att av de nio egenskaper som står listade i standarden är det bara de egenskaper som har ett faktiskt lagkrav på sig som behöver listas för märkning i Sverige. Testning av dessa egenskaper skall utföras av ett av de godkända certifieringsorgan som anmälts för respektive standard (Boverket 2012). Ansvaret för märkningen ligger hos tillverkaren och skall appliceras på produkten om möjligt, annars på produktens förpackning, efter det att produkten genomgått de bedömningsförfaranden som finns i den harmoniserade standarden för denna produkt-typ (Ares 2014). På Boverkets hemsida kan vi dock läsa att

Om du som importör säljer byggprodukter under ditt eget namn eller varumärke tar du över tillverkarens ansvar. Det innebär att du i så fall ska prestandadeklarera och CE-märka produkten i ditt eget namn

(Boverket u.å.)

Att en produkt har CE-märkts innebär att den får säljas i Sverige, men det bestämmer inte om den får användas i alla tänkbara applikationer. Det finns flera möjliga scenarion där en produkt får säljas men inte användas, till exempel:

- om den används utanför applikationsområdet den har CE-märkts för och en annan harmoniserad standard finns för applikationsområdet,
- om det finns krav inom svensk lag på denna produkttyp som inte listas i ZA bilagan av den harmoniserade standarden eller
- om den installeras som del av en konstruktion som inte möter kraven i PBL (plan och bygglagen).

En DoP å andra sidan är den prestandadeklaration som ligger till grund för en CE-märkning och skall innehålla minst det som krävs på CE-märkningen. I den här texten utnyttjas DoP-er för att komma åt de materialegenskaper som ligger till grund för CE-märkningen och jämföra dem. Dessa listas i bilaga 2.

2.2.2 Materialegenskaper

Den kartläggning som utförts utifrån de olika produkternas DoP-er (se bilaga 2) tar i första hand upp de nio materialegenskaper som är angivna i ZA-bilagan för den harmoniserade standarden som avser in-situ sprayade styva PUR-skum.

Utöver detta inkluderas produktens densitet, då densiteten i avsnitt 2.1.2, *Kategorisering*, identifierats som ett möjligt kriterium för kategorisering. Ingen information om andel öppna celler är inkluderad trots att andel öppna celler också tas upp som möjligt kriterium för kategorisering, och eventuellt skulle ge en mer rättvis bild än att som nu kalla skummen “diffusionsöppna” respektive “100% ångtäta”. Informationen finns i källmaterialet men har inte sammanställts i bilagan. Relevant information kan dock utläsas från parametern ångpermeabilitet.

Kartläggningen väljer att ta upp samma egenskaper för mjuka skum, alltså skum som klassas som öppna, trots att det inte finns några krav på att just dessa egenskaper ska deklarerars. Detta underlättar en jämförelse mellan produkterna. Fler egenskaper listas i vissa DoP-er, men inte i alla, och inkluderas för enkelhetens skull inte i den här studien.

För att kunna göra en bedömning av resultatet krävs viss förståelse av de nio olika egenskaperna. Här nedan presenteras de därför så som de betecknas i dokumenten (på engelska), deras översättning, och något om deras innebörd där så varit möjligt. I de fall där vi inte haft möjlighet att ta del av provningsmetoderna hänvisar vi till deras europeiska standard som de angivits i den svenska standarden för *Värmeisoleringsprodukter för byggnader - In-situ-formad sprayad styv uretancellplast (PUR) och styv isocyanuratcellplast (PIR) Del 1: Egenskapsredovisning för cellplastsystem före installation* (Swedish Standards Institute 2013):

1. **Reaction to fire** - Brandklassning enligt europeisk norm. Klassas genom Eurocode från A till F. För Euroklass E utförs provning enligt EN ISO 11925-2. Mer information kan hittas på SPs hemsida (SP u.å.).
2. **Water permeability** (short term water absorption) - Vattenpermeabilitet (korttidsmätning av vattenabsorption) uttryckt i kg/m^2 . Testas enligt EN1609.
3. **Thermal conductivity** - Värmekonduktivitet (λ) i W/(m K) . Anges ofta med hänvisning till “performance chart”, och för att kunna presentera ett värde som går att jämföra i tabell väljs godtyckligt värdet W/(m K) vid 100 mm. Testas enligt EN 12667 eller EN 12939. Åldrade egenskaper deklarerars enligt en procedur som finns beskriven i EN 14315-1:2013.

4. **Water vapor permeability** - Ångpermeabilitet (μ) uttryckt som en faktor för motsvarande tjocklek stillastående luft. Testas enligt EN 12086 med hjälp av koppmetoden.
5. **Compressive strength - Kompressionstyrka** i kPa vid 10% deformation. Testas enligt EN 826
6. **Durability of reaction to fire** - Brandegenskaper med hänsyn till åldring. Enligt standard EN 14315-1:2013 ändras inte denna egenskap med tiden.
7. **Durability of thermal resistance** - Värmekonduktivitet med hänsyn till åldring. Hänsyn till åldring tas med vid beräkning av den deklarerade värmekonduktiviteten.
8. **Durability of compressive strength** - Kompressionsstyrka med hänsyn till åldring. Enligt standard -EN 14315-1:2013 ändras denna egenskap när luft diffuserar in i slutna celler detta innebär att kompressionsstyrkan ökar med tiden, mest i de skum som har flest öppna celler.
9. **Continuous Glowing combustion** - Kontinuerlig glödbrand. I nuläget saknas testprocedur för denna egenskap.

Alla dessa materialegenskaper är dock inte alltid deklarerade i DoP-erna, och vi har bedömt det som relevant att reda ut vilka egenskaper som inte deklarerats, och varför de inte deklarerats trots att de bedömts som relevanta krav för CE-märkning. De egenskaper som inte deklarerats är kontinuerlig glödbrand, åldring med avseende på brandegenskaper och kompressionsegenskaper, kompressionsstyrka, samt åldring med avseende på värmekonduktiviteten. Kontinuerlig glödbrand behöver i dagsläget inte deklarerats på någon DoP då det i dagens läge saknas ett harmoniserat testprotokoll för denna egenskap.

Hos samtliga undersökta produkter har uppgifter angående egenskaper som relaterar till åldring av brandegenskaper och kompressionsegenskaper antingen utelämnats alternativt så står det att de inte försämras över tid (does not decrease with time). Detta är explicit givet i standarden §4.2.5.2 och §4.2.5.4 (Swedish Standards Institute 2013).

Då det står NPD (no performance determined) på kompressionsstyrka - tillverkarna har själva valt att antingen inte mäta egenskapen eller att inte deklarera mätresultaten. Detta är fullt tillåtet då det inte finns några lagkrav på produkttypen med avseende på just kompressionsstyrkan för det specificerade användningsområdet. Om produkten marknadsförs som stomstabiliserande eller bärande måste kompressionsstyrkan däremot deklarerars.

Även åldringsegenskaperna hos värmekonduktiviteten lämnas ofta tomma då dessa värden går att utläsa utifrån de test som använts för att presentera det vanliga värmekonduktivitetsvärdet. Då det står något alls i protokollen står det “see performance chart”.

2.2.3 Svenska förhållanden

Vad har då de materialegenskaper som inkluderas i CE-märkningsprotokollen för innebörd när produkten tillämpas i svenskt klimat och mot svenska byggregler? Som beskrivits i avsnitt 2.2.2 så deklarerar fyra av nio egenskaper i praktiken inte, och detta avsnitt kan därför koncentreras till återstående fem materialegenskaper: *Brand*, *Vattenabsorption*, *Ångpermeabilitet*, *Värmekonduktivitet* och *Kompressionsstyrka*. Vattenabsorption och ångpermeabilitet slås samman då de båda behandlas av samma avsnitt i BBR.

Boverkets byggregler, BBR, är dels föreskrifter och dels allmänna råd till valda delar av plan- och bygglagen, PBL, och till plan- och byggförordningen, PBF. Det här betyder att BBR förtydligar och preciserar innebörden i delar av överordnade förordningar och lagar (Boverket 2012). Det här avsnittet undersöker om de materialegenskaper som inkluderas i CE-märkningen ger tillräcklig information för att kunna projektera konstruktioner som uppfyller kraven i BBR.

2.2.3.1 Brandegenskaper och brandkrav

Materialets brandegenskaper presenteras i CE-märkningsprotokollet enligt Eurocode, och en översättning till tidigare svensk klassning återfinns i tabell 2. Värt att notera är dock att svenska brandkrav gäller hela konstruktioner, inte enskilda material. I grunden måste verifierbara funktionskrav uppfyllas och detta kan göras via antingen en *förenklad dimensionering* (FD) eller en *analytisk dimensionering* (AD) BBR 5:11 (Boverket 2015). För att en analytisk dimensionering skall utföras krävs att utföraren besitter *erforderlig kompetens*.

Förenklad dimensionering kan utföras genom att följa de allmänna råden i BBR med hänseende till:

- Utrymning
- Uppkomst och spridning av brand
- Spridning av brand mellan byggnader
- Räddningstjänsten

De krav som ställs beror till stor del på skyddsbehovet hos byggnaden i fråga.

Tabell 2: Brandklassning enligt Eurocode samt tidigare svensk klassning.

Brandklass Enligt Eurocode		Tidigare svensk klassning I II III -	Exempel	Euroklass
A1	Obrännbart	-	Betong	A1
A2		-	Gipsskiva, obehandlad	A2-s1,d0
B	Brännbart	I	Impregnerad träpanel	B-s1,d0
C		II	Gipsskiva med papperstapet	C-s2,d0
D		III	Träskiva	D-s2,d0
E	Svårantändligt	-	PUR-skum	E
F	Oprövat/Har ej klarat prov	-		

Skyddsbehovet definieras utifrån sex verksamhetsklasser, Vk1-Vk6 enligt BBR 5:21 (Boverket 2015) och fyra byggnadsklasser, Br0 - Br3 enligt BBR 5:22 (Boverket 2015). En byggnad har en byggnadsklass, men kan innehålla flera verksamhetsklasser. Kraven som ställs på byggnadsdelar definieras med hjälp av brandtekniska klasser som beskriver egenskaper hos byggnadsdelar och installationer och hur länge de bör bevaras vid ett standardiserat brandförlopp. Exempel på klasser kan vara: R (Bärförmåga), E (Integritet), I (Isolering). EI 60 innebär då att konstruktionsdelen behåller integritet (avskiljning) och isoleringsförmåga i 60 minuter vid ett standardbrandförlopp. De möjliga kombinationerna som uppstår från byggnadsklasser, verksamhetsklasser och olika konstruktionsdelar i en byggnad leder till alldeles för många typfall för att kunna utvärdera i denna text. Generellt kan det sägas, att testade typkonstruktioner behövs för att kunna bedöma lämpligheten hos materialet i olika sammanhang.

Även om det är så att brandkraven gäller hela konstruktioner kan CE-märkningens brandklassning användas för att säga något om materialens lämplighet i en konstruktion. Då de flesta polyuretanskummaterial har en brandklassning E får de t.ex. inte användas som ytskikt då den lägsta klass som kan accepteras i de flesta sammanhang är D-s2,d0. Man kan också använda brandklassningen för att kunna jämföra olika isoleringsmaterials bidrag till brandsäkerheten i samma konstruktion.

2.2.3.2 Vattenabsorption och ångpermeabilitet i relation till fuktsäkerhet

Det slutna cellskummets vattenabsorption presenteras i CE-märkningsprotokollet som resultatet av ett dopptest uttryckt i kg/m^2 .

Ångpermeabilitet presenteras som (μ) och är egentligen ett mått på ånggenomgångsmotstånd uttryckt som en faktor för motsvarande tjocklek stillastående luft, alltså, μ -värdet säger hur många meter luft som skulle ge samma ånggenomgångsmotstånd som en meter PUR-skum. Vi har valt att behandla dessa tillsammans då båda relaterar till fuktbeteendet hos en konstruktion och styrs av samma föreskrifter.

De byggregler som är relevanta för dessa materialegenskaper är sådana som hanterar inomhusklimat och fuktsäkerhet. Dessa byggregler återfinns i - BBR 6:5, ett underavsnitt till *Hygien, hälsa och miljö* (Boverket 2015). Det inleds med ett citat från Boverkets författningssamling som säger att “[b]ygnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa” (BFS 2014:3), ett citat som visar att de svenska lagkraven är funktionsbaserade. Funktionen hos byggnaden får uppnås med valfri byggteknik - däremot uttrycker BBR i ett allmänt råd att utformningen av byggnaden skall ske genom *fuktsäkerhetsprojektering*.

Det finns vissa speciellt viktiga hänsyn som ska tas vid fuktsäkerhetsprojektering i kallt klimat, men även vissa mer generella. Ett sådant hänsyn som relaterar specifikt till vinterklimatet i Sverige är den fukttransport i ångfas som sker från högre till lägre ånghalt i konstruktionen. Mänsklig aktivitet (andning, svettning, duschande, matlagning etc.) leder till en ökad ånghalt inomhus och till att fukten söker sig genom konstruktionen inifrån och ut. Under vinterhalvåret när den fuktiga luften rör sig från varmare till kallare uppstår en risk för kondens i väggar. Konventionellt byggande löser detta genom att installera en ångspärr samt skapa ett undertryck med hjälp av mekanisk ventilation. Sprayskummet marknadsförs som ångspärr (bilaga 4) men till skillnad från t.ex. en polyetenfolie är det mindre känsligt för skador vid installationer på grund av sin tjocklek. Vid fuktsäkerhetsprojektering räcker μ -värdet för att räkna fram ånggenomgångsmotstånd för konstruktioner med olika tjocklekar.

Andra exempel på klimatspecifika hänsyn är den kondens som uppstår mot kalla byggnadsdelar i ventilerade vindsutrymmen då fuktig luft tränger sig upp ifrån boningsutrymmet och krypgrundsutrymmen då varmare luft med högre ånghalt ventileras in i konstruktionen på våren. Dessa problem har uppmärksammats då det kan leda till påväxt på organiskt material och i förlängningen rötskadat virke. Sprayskummet marknadsförs som lämpligt för krypgrunds- och vindsisolering (bilaga 4). Eftersom kondens uppstår mot kalla ytor i det här scenariot är det viktigt att fundera på om isoleringen gör det utsatta materialet kallare eller varmare. I scenariot med tilläggsisolering av ett ventilerat vindsutrymme sprayas skumisoleringen vanligtvis på insidan av taksponten. I scenariot med tilläggsisolering av ett krypgrundsutrymme isoleras vanligtvis ytterväggar och mark, men sprayning av undersidan av trossbotten är också en möjlighet.

Då det handlar om materialets vattenabsorption är det inte lika självklart att de värden som deklarerats på en DoP är intressanta för att utföra en fuktprojektering specifikt i svenskt klimat. Möjligtvis är egenskapen intressant då det handlar om inläckage. Då skummet marknadsförs som att luftspalt inte behövs (se bilaga 4) blir konstruktionen känslig för slagregn. Då materialets vattenabsorption är mycket låg (se bilaga 2) sker inte kapilärsugning. Dessa aspekter är viktiga att ta hänsyn till vid en fuktsäkerhetsprojektering men bedöms inte som specifika för svenskt klimat.

I vissa sammanhang, till exempel efter en översvämning, så vore andra egenskaper (så som sorptionskurvor och kapillärverkan i eventuella sprickor och i anslutning till andra material) av intresse för fuktprojektörer. Generellt bedöms ändå kunskap om de materialegenskaper som finns på CE-märkningen som tillräckliga för att projektera en fuktsäker konstruktion enligt BBR 6:5.

2.2.3.3 Värmekonduktivitet och energihushållning

Materialets värmekonduktivitet presenteras i CE-märkningsprotokollet som ett (λ) i W/(m K). I Boverkets *Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler – utgåva 2* från 2012 kan vi läsa att

Vid beräkning av transmissionsförluster genom klimat- skärmen är den viktigaste egenskapen värmekonduktiviteten (λ) och särskilt gäller detta de material och produkter som primärt svarar för isolerfunktionen.

(Boverket 2012b)

De byggregler som behandlar värmekonduktiviteten är sådana som hanterar och energihushållning. Dessa byggregler återfinns i BBR avsnitt 9 Energihushållning (Boverket 2015).

I BBR avsnitt 9 ställs övergripande krav för nybyggnation som innebär att en byggnad inte tillåts använda mer än ett visst antal kWh per kvadratmeter och år. Denna kravnivå varierar i reglerna beroende på om det är en bostad eller en lokal, om elvärme används eller inte, och i vilken klimatzon byggnaden är belägen. Nytt för 2015 är att det finns fyra klimatzoner (I, II, III och IV) och dessa följer landskapsgränserna. Klimatzonsindelningen används för att inte skapa orimliga skillnader i kraven för byggnader som ligger i olika delar av landet (Boverket 2012b).

Vid renovering däremot står i BBR §9:92 vilka U -värden (se tabell 3) som bör eftersträvas för olika byggnadsdelar.

Tabell 3: Rekommenderade U -värden vid renovering (Boverket 2015).

U_i	$W/m^2 K$
U_{tak}	0,13
$U_{vägg}$	0,18
U_{golv}	0,15
$U_{fönster}$	1,2
$U_{ytterdörr}$	1,2

U -värdet är ett mått på hur stor energiförlusten genom en konstruktionsdel blir på grund av en temperaturskillnad.

För beräkning av dessa värden räcker kunskap om isoleringens λ -värde och tjocklek, samt U -värdet hos konstruktionen innan renovering. Alternativt kan väggens U -värde approximeras med hjälp av kunskap om väggens uppbyggnad och en uppskattning av värmekonduktiviteten hos de olika materialen.

Kan vi utifrån detta avgöra om det deklarerade lambdavärdet räcker för att avgöra skummets inflytande på energiförbrukningen hos en konstruktion? I praktiken är det svårt att korrekt beräkna detta, och boverkets *Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler – utgåva 2* (2012b) föreslår att faktisk energiförbrukning uppmäts och deklarerar efter 2 år enligt lagen om energideklarationer (SFS 2006:985). För projektering måste det dock finnas en metod för att uppskatta vad energiförbrukningen kommer att vara. Utöver λ -värdet spelar lufttätningen stor roll vid uppskattning av energiförbrukning. Om isoleringen även ska säljas med en funktion som lufttätning (se bilaga 4) så behövs även ett mått på hur väl den färdiga produkten tätar.

2.2.3.4 Kompressionsstyrka och hållfasthet

Materialets kompressionsstyrka presenteras i CE-märkningsprotokollet i kPa vid 10% deformation. I plan- och bygglagen (SFS 2010:900) 4§1 kan det utläsas att "Ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om [...] bärförmåga, stadga och beständighet". BBR hänvisar till de Europeiska konstruktionsstandarderna (EKS) där nationella anpassningar av Eurocode-regler för konstruktion finns samlade. Vi kan även ta del av dessa regler via *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av Europeiska konstruktionsstandarder* (Boverket 2013). I denna text nämns inte specifikt kompressionsstyrka, men däremot talas det om att använda byggprodukter med bedömda egenskaper.

Byggherren har ansvaret för att de grundläggande kraven på byggnaden uppfylls. Detta görs enklast genom att välja material med lämpliga egenskaper. För att kunna säga att materialen har lämpliga egenskaper kan byggherren antingen välja att själv testa eller låta testa de material som ska ingå i bygget, eller välja material som redan har bedömda egenskaper. För att produkttegenskaperna ska kunna räknas som bedömda enligt BBR (eller EKS) gäller följande fyra system:

- a) CE-märkning enligt byggproduktförordningen
- b) typgodkännande/tillverkningskontroll
- c) produktcertifiering av ett ackrediterat organ
- d) tillverknings- och produktionskontroll utfört av ett ackrediterat organ.

Om det är möjligt att CE-märka produkten så kan enbart det alternativet väljas då produktens egenskaper ska bedömas (Boverket 2013).

Räcker då materialets kompressionsstyrka för att bedöma dess lämplighet utifrån ett hållfasthetsperspektiv? Utsatts isoleringsmaterialet huvudsakligen för tryck (t.ex. vid utvändig isolering av takkonstruktioner) bör kompressions-egenskaperna ge tillräcklig information för att bedöma lämplighet. Skall spraypolyuretansystem däremot användas för förstärkning av regelverk (BASF u.å.) så är det avsett att fungera genom skivverkan och då behövs även vidhäftnings- och skjuvegenskaper för att beräkna hur materialet bidrar till konstruktionen.

2.3 Referensbyggnader i Sverige

För att försöka etablera vilka referensbyggnader som finns i Sverige har i första hand information hämtats från de olika återförsäljarnas hemsidor. Där informationen på websidorna saknats eller varit ofullständig har företagen i första hand mailats, därefter ringts. Företagen i början på listan i bilaga 1 har haft längre tid på sig att återkomma med information än företagen i slutet på

listan, då de kontaktats och lagts till allteftersom de kommit till vår kännedom.

Kartläggningen gör inget anspråk på att vara uttömmande. Endast fyra företag har återkommit per mail med kompletterande information om objekten. Inga projektörer, fuktsakkunniga, eller byggherrar har heller tillfrågats om dessa referensobjekt, utan kartläggningen är uteslutande baserad på information från återförsäljarna i Sverige.

De byggnader som listas i bilagan är framför allt projekt där nöjda kunder lämnat ut sina kontaktuppgifter och fungerar som referenspersoner för nya spekulanter som kan tänka sig att installera sprayskum. Ett undantag är en äldre stuga där ett av företagen efter installation av tilläggsisolering låtit SP utföra blower-door mätningar för att kontrollera konstruktionens lufttäthet. Det skulle kunna vara intressant att upprepa en sådan mätning om några år för att skapa sig en idé om hur skummet åldras i fält.

Tabell 4: Sammanställning av resultat från täthetsmätning i referensbyggnad "Lillstugan Tomtekulla Gård 1", redovisat som täthet för omslutningsyta av klimatskal (q50) (SP 2014).

Mätfall	Omslutningsyta m ²	Luftflöde vid 50 Pa undertryck l/s	Luftflöde vid 50 Pa övertryck l/s	Luftflöde vid ± 50 Pa l/s	Lufttäthet vid ± 50 Pa l/sm ²
a. Byggnadens verkliga lufttäthet	155	21,8	22,3	22,0	0,14
b. Tejpade läckage vid dörrar och fönster		20,9	21,1	21,0	0,14

Resultatet för täthetsmätningen ger en lufttäthet på 0,14 l/(s m²) vilket klarar lufttäthetskravet för passivhus med god marginal (se tabell 4).

2.4 Forskningsöversikt

För att undersöka vilka extra utvärderingar utöver det ordinarie provningsförfarandet för CE-märkning som utförts har sökningar gjorts med sökverktyget LUB Search, sökning med söktermer på svenska gav endast examensarbeten som resultat (dessa listas i avsnittet avgränsningar). Därför har denna forskningsöversikt skapats med hjälp av söktermer på engelska. Den här texten väljer att utgå från en sökning i LUB Search utförd med söktermer-na "Polyurethane AND Spray AND Foam". Som ytterligare begränsning av materialet inkluderades endast referee-granskade artiklar. Denna grundsökning gav sammanlagt 25 relevanta artiklar. Materialet är framför allt publicerat i de vetenskapliga tidskrifterna *Journal of Building Physics* och *Journal of Cellular Plastics*.

Då en sortering av materialet skett ser vi att sökningen inte gett några relevanta resultat som rör akustik eller brand. Däremot gav den nio artiklar om beständighet varav två om isoleringsegenskaper och sju om mekaniska egenskaper. Ingenting behandlade exklusivt beständighet och fukt. Slutligen hittades elva artiklar som rör miljöaspekter hos materialet, varav två stycken rör boendemiljö, fem arbetsmiljö, och fyra som rör utfasningen av CFC-er och alternativa drivgaser. I de fall där grundsökningen gav för få resultat inkluderas även vissa sökningar utan krav på referee-granskning och utan restriktion på att polyuretanskummet måste vara just sprayat. Fem artiklar sorteras in under rubriken Övrigt.

Då inga primärkällor kan identifieras vänder vi oss till Bomberg och Lstibureks utförliga forskningsöversikt för spraysystem från 1998, boken *Spray Polyurethane Foam in External Envelopes of Buildings*.

Referat från artiklar grupperas i fem avsnitt: 2.4.1 Akustik, 2.4.2 Beständighet, 2.4.3 Brand, 2.4.4 Miljö, och slutligen 2.4.5 Övrigt.

2.4.1 Akustik

Ett antal sökningar i LUB Search genomfördes. Grundsökningen med söktermerna "Polyurethane AND Spray AND Foam AND acoustic" ger inga resultat för akustik. Söktermer "Polyurethane AND Foam AND Acoustic" gav en mängd artiklar från journaler riktade till kemister som arbetar med att fin-justera de akustiska egenskaperna hos det polyuretanskum som används vid tillverkning av absorberpaneler i inspelningsstudios, konsertlokaler, eller konferensutrymmen. En intressant detalj med dessa material är att de klassas som inredning snarare än byggnadsmaterial, och därför inte behöver täckas med brandskyddande skivmaterial för att möta brandkrav. Just därför går det här skummet att använda som ljudabsorbent, och vi förstår det som att det är därför de artiklar sökningen ger har skrivits. Artiklarna handlar om cellstrukturer och tillverkningsprocesser, men inte om sprayskum. Majoriteten lägger sig på en nivå som överstiger författarnas ämneskunskap.

Bomberg och Lstiburek (1998) nämner kortfattat två olika texter som undersöker de akustiska egenskaperna hos spraypolyuretanskum. Den ena, av Freon 1985, visar absorptionsegenskaperna hos ett styvt polyuretanskum och att det inte lämpar sig för annat än tätning av springor. Den andra, av Ball et. al 1960, visar relativt goda absorptionsegenskaper hos ett skum med öppna celler och en densitet på 34 kg/m^3 . Ett sådant skum har mellan 3 och 5 gånger högre densitet än de skum med öppna celler vi funnit på den svenska marknaden.

För att försöka förklara varför ingen forskning hittats på just sprayskum och akustik utgår detta avsnitt ifrån en konsultation med akustiker D. Glebe

(Personlig kommunikation 2015-06-17) vid SP i Borås. Han menar att vid bedömning av ett isoleringsmaterial i akustiska sammanhang skiljer man på ljudabsorption och ljudisolering.

Med absorption menas omvandling av ljudvibration till andra energiformer, primärt värme. Prestandan hos ljudabsorbenter delas enligt EN ISO 11654 in i 6 olika klasser, A-E, och "oklassificerad", F, då ljudabsorptionsegenskaperna är nästintill obefintliga, men eftersom materialet på grund av brandkrav måste täckas så är denna prestandaklassning ointressant.

Med ljudisolering menas att spridning av ljud från ett rum (eller från omgivning utomhus) till ett annat rum begränsas. Förenklat kan en vägg modelleras som ett system där två massor (t.ex. gipsskivor) binds samman av en fjäder (t.ex. luft eller isoleringsmaterial). Detta system har en resonans-frekvens som primärt beror av massornas storlek och fjäderns styvhet. Lättare massor eller en styvare fjäder skulle då höja resonansfrekvensen medan större massor eller en mjukare fjäder skulle sänka resonansfrekvensen. Ljud som ligger nära resonansfrekvensen förstärks en del, ljud som är över den dämpas, och ljud som ligger under resonansfrekvensen blir mindre påverkade. Då de polyuretanskum som undersöks har en relativt låg massa i förhållande till vanliga väggmaterial kan masskillnaden som ett PUR-skum skulle ge anses obetydlig, och i sin funktion som fjäder är skummet styvare än t.ex. luft eller mineralull.

Trots sin olämplighet i ljudisolerande system, där ljudspridning elimineras genom att frikoppla rum ifrån varandra, kan sprayskumslösningar fungera väl för att minimera ljudspridning rum emellan då den fyller ut oönskade luftspringor och därmed drastiskt reducerar spridning av luftljud som annars hade haft möjlighet spridas den vägen.

2.4.2 Beständighet

Grundsökningen i LUB Search gav nio artiklar om beständighet varav två huvudsakligen om isoleringsegenskapernas beständighet och sju om mekaniska egenskaper, däremot ingenting enbart om beständighet och fukt. En utökad sökning gav ytterligare en relevant artikel om fuktegenskaperna hos materialet.

2.4.2.1 Isoleringsegenskaper

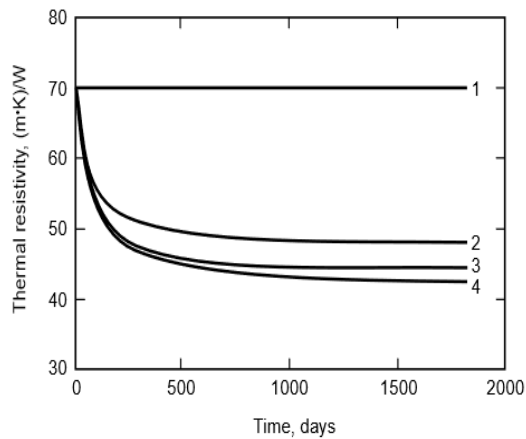
I en av de artiklar som inkluderas från grundsökningen, *Energy Efficiency of Building Walls: Thermal Modeling, Experimental Testing, Long Term Evaluation and Correlation of Building Wall Systems* (Parsons 2013) utförs och beskrivs simuleringar och experiment på tre olika väggtyper - en konventionell träregelvägg med 152 mm glasfiberisolering, och två väggar med 39 mm kontinuerligt utvändigt isolerinskikt av ett specifikt märke, den

ena dessutom med 38 mm sprayskum mellan reglarna och den andra utan någon extra isolering mellan reglarna. Analysen säger att spraypolyuretan och ett obrutet utvändigt isoleringsskikt ger en signifikant ökning av prestanda jämfört med glasfiberisolering.

I den andra av de artiklar som inkluderas från grundsökningen, *In situ performance evaluation of spray polyurethane foam in the exterior insulation basement system (EIBS)* (Swinton et al. 2006) presenteras resultaten ifrån en fältstudie där 16 provkroppar av två olika sprayskumprodukter testades vid en utvändig isolering av en källare i 31 månader. Vid borttagning konstaterades att vidhäftningen fortfarande var god och att de egenskaper som bedömdes av vikt, nämligen värmegenomgångsmotstånd, kompressionstyrka och fukthalt, inte hade visat någon markant försämring.

Bomberg och Lstiburek inleder sin forskningsöversikt från 1998 med en rapportering av resultaten från en tidigare undersökning utförd av Bomberg och Kumaran (1989) om beständigheten hos isolerförmågan, där det etableras att åldringsprocessen i laboratoriet kan användas för att uttala sig om materialets beständighet i fält. En utökad sökning ledde till att ytterligare en artikel inkluderades. Bomberg och Kumaran skriver i en annan artikel, från 1999, både om hur skummet presterar när det används som ångspärr och om varför det uppstår en minskning av värmegenomgångsmotståndet över tid. De diskuterar hur materialet beter sig vid diffusion av vattenånga i förhållande till nationella (Kanadensiska) föreskrifter.

Diskussionen om åldringsegenskaperna hos sprayskum inleds med förklaringen att reaktionen som uppstår under sprayningsprocessen är exoterm och att detta orsakar en förångning av jäsmidlet (även kallad drivgas), som i sin tur bildar små bubblor. När plasten har fått härda och gasen sedan kyls så sjunker trycket inuti cellerna till under atmosfärstrycket och sedan ännu mera då gasen delvis absorberas in i plasten. Med tiden tränger atmosfärsluften in i cellerna och ökar därmed värmeledningen då luft har en högre värmeledningsförmåga än gasen som fanns i cellerna från början (se figur 2).

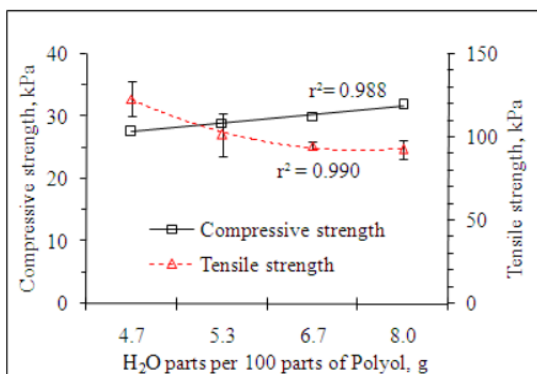


Figur 2: Modellering av värmemotstånd över tid hos en 25 mm tjock polyuretanskiva (1) helt innesluten i epoxy, (2) Modellerad med enbart luftinträngning, (3) som 2 med absorbtion av blåmedlet inräknat, och (4) som 3 med diffusion av jäsmedlet utåt inräknat (Bomberg & Kumaran 1999).

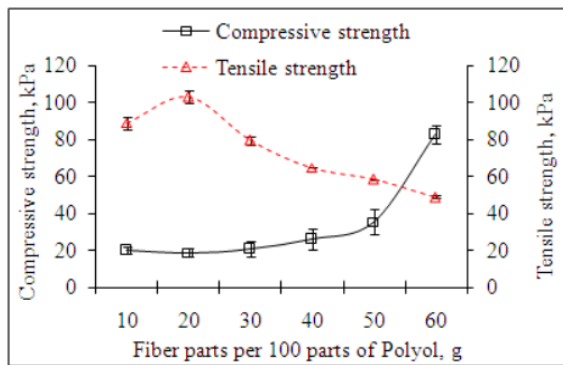
Diskussionen om beständigheten hos isoleringssegenskaperna avslutas med ett påpekande om att dimensionering av isoleringen måste göras med hänsyn till isoleringsförmågan över hela materialets livslängd, och att även om åldringsegenskaperna beror på en mängd faktorer så är tjockleken bland de viktigaste då ett tjockare lager av isolering innebär ett längre avstånd för gaser att diffuseras genom.

2.4.2.2 Mekaniska egenskaper

En grundsökning ger sammanlagt sju artiklar som hanterar de mekaniska egenskapernas beständighet. Två av dessa behandlar specifikt egenskaperna hos soja-baserade polyuretanskum (Gu et.al 2011, Kakroodi 2015). Gu fokuserar på vad som händer med termiska och mekaniska egenskaper hos isoleringen vid addition av träfiber och vatten i blandningen av skummet. Texten drar slutsatserna att temperaturen då skummet bryts ner kan höjas genom addition av träfiber eller genom ökad andel vatten i blandningen. Samtidigt stärks skummets kompressionsstyrka, men dess draghållfasthet försämras. Dessa samband presenteras i figur 3 och 4.



Figur 3: Effekt av vatten på skummets mekaniska egenskaper (Gu et. al. 2011).



Figur 4: Effekt av ingående andel träfiber på skummets mekaniska egenskaper (Gu et. al. 2011).

Även Kakroodis text fokuserar på hur ett soja-baserat PUR-skum beter sig vid addition av träfibrer men kommer fram till motsatta slutsatsen, nämligen att det leder till en minskning av kompressionsstyrkan och en ökning av draghållfastheten. Vi vet inte vad i respektive metodik som lett till så disparata resultat. Då det rör sig om en tillsats av glasfiber med en längd på 4 mm (Yakushin 2012) visar resultaten en ökning av elasticitetsmodulen rätvinkligt mot planet som skummet sprayades mot och en generell minskning av hållfastheten. Denna undersökning rör dock inte specifikt soja-baserade skum.

I *Mechanical properties of rigid polyurethane foams at room and cryogenic temperatures* (Stirna 2011) utfördes experiment på olika PUR- och PIR-skum. Relevanta för den här texten är de tryck- och dragförsök som utförts vid 296 K (ca 23 °C) vars resultat presenteras i tabell fem. Om det går att generalisera dessa värden till andra sprayskum med liknande densitet och andel slutna celler är inte helt säkert, men tryckhållfastheten hos detta skum föll inom normalområdet som Burström (2007) angivit för tryckhållfastheten hos PUR-skum (0,15 - 0,4 MPa vid 10% kompression).

Två artiklar om materialets vidhäftning inkluderas. Den ena, publicerad i *Journal of Building Physics* (Parker 1994), undersöker vidhäftningsegenskaperna hos ytbeläggningar som kan appliceras direkt på sprayskum som väderskydd. De beläggningar som undersöktes var två akrylbaserade, en polyuretanbaserad, och en silikonbaserad beläggning. Två PUR-skumsblandningar undersöktes och tre olika åldringsmetoder användes på dessa. Starkast vidhäftning var mellan PUR-beläggningen och skummet, men vidhäftningen i denna kombination påverkades mest av åldring. Vidhäftning hos silikonbeläggning påverkades inte av ånghaltig luft, kyla eller vatten. Hos akrylbeläggningarna förbättrades vidhäftningen vid hög luftfuktighet och våta förhållanden, men försämrades vid kalla förhållanden.

Tabell 5. Hållfasthetsdata på ett skum med slutna celler (Stirna 2011).

Characteristics	Value
Manufacturing mode	Spray
Mol. weight per branching unit M_c	740
Apparent core density ζ_f , kg/m ³	48.0
Closed cell content, %	96.9
Anisotropy degree A	1.00–1.05
Compressive strength // σ_{33}^C , MPa	0.16
Compressive strength $\perp$ σ_{22}^C , MPa	0.17
Modulus in compression // E_3^C , MPa	4.21
Modulus in compression $\perp$ E_2^C , MPa	4.61
Poisson's ratio in compression // ν_{32}	0.15
Poisson's ratio in compression $\perp$ ν_{23}	0.29
Tensile strength $\perp$ σ_{22}^T , MPa	0.41
Modulus in tension $\perp$ E_2^T , MPa	7.41
Elongation at break $\perp$ σ_{22}^T , %	23.1
Inter-layer adhesion, MPa	0.38

Den andra artikeln som befattar sig med vidhäftning, *Wind Uplift Capacity of Foam-Retrofitted Roof Sheathing Panels Subjected to Rainwater Intrusion* (Prevatt et. al 2014) diskuterar fullskaliga experiment på 5 hustak och provning av 131 mindre provkroppar där ett PUR-skum med slutna celler applicerades på trä. Projektets mål var att undersöka huruvida fuktläckage påverkar vidhäftningen mellan sprayskum och tak, och hur väl taken står emot lyftkrafter som uppstår under stormförhållanden. Resultaten visade att vid extremt läckage kunde träet uppnå väldigt höga fukthalter. Trots detta hade taken ett gott motstånd mot vindlyft. Dragstyrkan hos bindningen mellan träet och skummet i de små provkropparna hade fallit med så mycket som 54% över en period på 16 veckor men höll ändå emot vindtryckskraven med en faktor på minst 3,75.

Slutligen måste det nämnas att insitu-sprayad polyuretanskumsisolering har anisotropa egenskaper när den utsätts för mekanisk påfrestning. I rapporten *Thermal insulation materials made of rigid polyurethane foam* (2006) utgiven av PU Europe påpekas att tryck, drag och skjuvegenskaper hos skummet primärt beror av dess densitet. Resultat från provningar på kompressionsegenskaperna hos de styva skummen som är av intresse för denna rapport anges ofta på CE-märkningen och brukar hamna kring 200 kPa. Provning av drag- och skjuvegenskaperna på PUR-skum inom relevant densitetsområde (kring 35 kg/m³) har inte kunnat hittas. I sin rapport *Properties of polyurethane (PU) light foams* från 2006 visar Witkiewicz och

Zieliński resultaten från provningar på en styv PUR-skum med densiteten 62 kg/m³. I dessa prover var Kompressionsstyrkan 0,64 MPa parallellt med expansionsriktningen och 0,41 MPa rätvinkligt mot expansionsriktningen, dragstyrkan var något högre, 0,79 MPa respektive 0,44 MPa och skjuvstyrkan 0,34 MPa i planet parallellt med med expansionen respektive 0,36 MPa perpendikulärt mot planet. Vid dragprovning parallellt med expansionen skedde brott mellan 2% och 6% töjning och rätvinkligt mot expansionen var brotten mer centrerade kring 4% töjning.

2.4.2.3 Fuktegenskaper

I boken *Spray Polyurethane in External Building Envelopes* nämner Bomberg och Lstiburek en studie utförd av Schwatz (1991) där det visades att PUR-skum med sluten cell kan dra åt sig fukt under upprepade frys-upptiningscykler. Formstabiliteten hos 3 olika sorters cellplast efter 168 frys-upptiningscykler undersöktes. I denna undersökning fick PUR-skummen en ökning i vikt mellan 1,17 och 5,21% och en tjockleksökning mellan 4,38 och 6,41%. Detta är dock en sekundärkälla.

I sin rapport *Spray Polyurethane Foam: The Need for Vapour Retarders in Above-Grade Residential Walls* från 2009 presenterar Straube, Smith och Finch resultat från fältmätningar, kontrollerade klimatexperiment samt endimensionella hygrottemiska simuleringar på flera olika typkonstruktioner. Värt att notera är att de utgår ifrån att väggarna måste ha luftspalt. Rapporten drar de tre generaliserade slutsatserna:

- (1) Att vid 50% RF inomhus kan sprayskumsisolering med sluten cellstruktur och en tjocklek på 50 mm fungera som ångspärr över nästan hela Kanada, eller närmare bestämt upp till 10 000 HDD. HDD står för *Heating Degree Days*, och är ett mått på hur mycket en bostad behöver värmas på ett år (uttryckt i vårt svenska mått gradtimmar blir detta 240000 °C h/år. Detta täcker även de nordligaste delarna av Sverige);
- (2) Att skum med öppna celler presterar tillräckligt i klimat som kräver mindre än 4500 HDD (<108000 °C h/år) men att en kontrollerad RF inomhus på 30% eller mindre skulle krävas under vintern i uppvärmningsområden 4500 - 5000 HDD (108000 - 120000 °C h/år); och
- (3) Att träregelverk har tillräckligt högt ånggenomgångsmotstånd för att hålla säkra fuktnivåer i samverkan med båda typer av sprayskum även i de kallaste klimaten.

Fältexperimenten utfördes i Waterloo, Ontario, Kanada på fyra olika konstruktioner i både nordlig och sydlig orientering med en kontrollerad inomhusmiljö där RF hölls på 50% vid 20 °C. Den vägg som innehöll

isolering med öppna celler gav icke önskvärda resultat under den 8-månadersperiod då mätningarna utfördes då OSB-skivan i väggen på norrsidan hade en fukthalt över 30% i ca två månader och kring 20% i fyra månader. Väggen på södra fasaden presterade bättre och överskred en fukthalt på 20% endast i några veckor.

Träregelväggarna med slutencellsisolering presterade jämförbart med en liknande vägg med glasfiberisolering och invändig ångspärr av PE-folie. De högsta fukthalterna som mättes var kring 20% i OSB-skivorna och mindre än 15% i reglarna i både norr- och söderfasaderna vid vinterns slut. Den primära mekanismen bakom ökningen av fukthalten antas vara diffusion av vattenånga från utomhusluften in i väggen.

Slutsatsen författarna drar är att en slutencellsprayskumisolering ger tillräckligt med ånggenomgångsmotstånd för att hindra höga fukthalter under vintern. En hygrotermisk modell utförd i mjukvaran WUFI presenteras och bekräftas genom mätningarna som utfördes i ovan nämnda fältexperiment. Denna modell används sedan för att analysera fuktprestandan hos väggsystem i andra kanadensiska klimat.

2.4.3 Brand

Skummad PUR är en generellt lättantändlig och porös hårdplast som inte verkar värmeisolerande i en brandsituation. PIR är ur brandsynpunkt bättre än PUR, men enligt P. Thuresson vid SP fire research skulle ett rum i en test-situation isolerat med PIR-paneler fortfarande vara övertänt inom tio minuter då man följer en standardiserad brandkurva. Det går i en sådan testsituation heller inte att "gömma" materialet bakom andra, brandskyddande material - rökgaser tränger ut genom springor i konstruktionen och skapar övertändning (personlig kommunikation, 18 juni 2015).

Vi fann inga relevanta träffar i primärsökningen. I stället hänvisar vi till den välciterade forskningsöversikten *Ignition, Combustion, Toxicity and Fire Retardancy of Polyurethane Foams: A Comprehensive Review* från 2009 trots att den dels inte handlar om specifikt sprayade skum, dels måste räknas som en sekundärkälla. I denna forskningsöversikt identifierar Harpal Singh och A.K. Jain polyuretanskummets lättantändlighet och eldfängdhet som en faktor som i alla år har begränsat dess användning. De listar tre sätt att förbättra skummets brandmotstånd - (1) genom att blanda i brandhämmande komponenter, (2) genom att tillsätta funktionella grupper, främst hydroxyler, som binder sig till polymerkedjan, (3) genom att täcka det brännbara skummet med brandhämmande ytskikt. Den första metoden ger ofta en lägre andel slutna celler, lägre kompressibilitet, och högre absorption av vatten. Den andra metoden bedöms som något bättre, då tillsatserna samverkar kemiskt i skumningsprocessen. Den tredje metoden, menar författarna, är enbart

användbar där lågt ånggenomgångsmotstånd och gott väderskydd är av intresse, vilket brukar vara fallet i byggsammanhang.

Beroende på undersökningsmetod, luftflöde, samt upphettning av provet och därigenom förlorad densitet, så finner författarna att polyuretanskummens antändningstemperatur ligger mellan 260 och 500 °C och att de bryts ner (utan att först behöva antändas) mellan 400-650 °C. Rökutvecklingen bedöms som värre - både tätare och giftigare - då skummet förkolnas utan öppen flamma än då materialet faktiskt brinner. Bomberg och Lstiburek (1998) menar att då det handlar om sprayat skums bidrag till elden självantänder det då skummets temperatur stiger till över 380°C. Bomberg och Lstiburek noterar att cell-plaster skall täckas med brandskyddande ytskickt, och att brandskyddsreglerna i Kanada lägger högre krav på dessa ytskickt vid inomhusapplikationer än vid utvändig applikation (t.ex. taksystem). Rökutvecklingen ventileras bort vid utomhusapplikationer och bidrar därför inte till övertändning.

Singh och Jain (2009) går vidare i sin forskningsöversikt med att referera ett antal olika djurstudier. En av dessa publicerades i Journal of Paint Technology 1972 av A.E. Rheineck och specificerar att LC50, den mängd material som förbränns per försöksdjur för att skapa den rökutveckling då 50% av försöks-djuren dött inom en vecka motsvaras av 6,6 g vilket ger att PUR-rök är giftigare än nylon (7 g), akryl (8 g), bomull (10 g) och trä (11 g). Den tid det tog för LC50 att uppnås mättes i ett experiment till 9,5 minuter. I ett annat experiment från 1992 utsatte Levin et. al. 334 råttor för rökgaser från polyuretanförbränning. I detta försök dog ingen råtta alls under utförandefasen, och efter exponering konstaterades endast dödsfall i den grupp som utsatts för rökutveckling som sker då materialet förbränns utan öppen flamma. Slutligen listar författarna ett tredje försök av Babrauskas et.al från 1991 där fastspända råttor vars huvuden i 30 minuter utsatts för den rök som uppstår då ett flamskyddat skum hettats upp. Här uppmättes inte någon LC50, utan konstateras enbart att alla råttor omedelbart dog. Det verkar etablerat att de gaser som dödar vid rökutveckling är HCN och CO.

Vilka fördelar har då de olika flamskyddsmedel som undersökts? De medel som innehåller fosfor visar sig fungera utmärkt för att hämma brand, men leder i stället till ökad rökutveckling. Flamskyddsmedel som innehåller halogener utvecklar mindre rök, men måste tillsättas i så stor mängd att mekaniska och fysiska egenskaper hos skummet påverkas. Kvävebaserade flamskyddsmedel är enligt Singh och Jain det vanligaste valet av flamskyddsmedel för polyuretanskum. Författarna pekar ut urea som den bästa av dessa kvävebaserade brandhämmare. Slutligen utpekas en förädlingsprocess där polyuretanskummet bildar stabila grupper av

polyisocyanurat som en möjlig brandskyddsstrategi. Polyisocyanurat, eller PIR, förkolnar då det utsätts för öppen låga och genererar mindre rök än konventionella PUR-skum.

2.4.4 Miljö

Miljöaspekterna på materialet skulle kunna delas upp på ett flertal sätt. Dels handlar det om omvärldspåverkan under produktens livscykel, dels om hälsoaspekter vid installation och under slutanvändandet av produkten. I det här avsnittet presenteras resultatet av litteratursökningen fördelat på artiklar om drivgaser, arbetsmiljö, och medicinska hänsyn för slutanvändaren.

2.4.4.1 Drivgaser

Polyuretancellplast framställdes initiiellt med ozonlagernedbrytande gaser som drivmedel och kunde på så sätt få en extremt låg värmekonduktivitet. Idag används enligt studentlitteraturen luft (Burström 2007), och enligt en tidigare kartläggning från SBUF, koldioxid eller pentan (Clase & Lindén 2010). Dessa texter talar dock båda om PUR som levereras i skivformat.

Denna literatursökning inkluderar fyra artiklar med forskning kring drivgas för in-situ-sprayad PUR-skumsisolering. Artiklarna *Blowing Agent Alternatives for Sprayed Polyurethane Foams* (Gubrud (1989) och *The SPI/NRC-IRC Joint Research Program: Evaluation of Alternative Blowing Agents in Sprayed Polyurethane Foams* (Harris 1990) har fokus på utveckling och val av nya drivgaser då CFC-11 inte längre skulle få användas. Forskningen från både Gubrud och Harris fokuserar på prestandan hos två drivgaser (HCFC-123 och HCFC-141b). Ungefär tio år senare hittar vi två nya artiklar (Bogdan et. al 2001, Feighan et. al 2000) om val av ny drivgas då det anses att HCFC-141b bör fasas ut. Bogdan et.al utvärderar HFC-245fa och Feighan et. al undersöker HFC254fa, kolväten och vatten med målet att utveckla en drivgas som presterar lika bra som HCFC-141b utan någon ozonpåverkan.

2.4.4.2 Arbetsmiljö

Crespo och Galan rapporterar i sin artikel *Exposure to MDI during the process of insulating buildings with sprayed polyurethane foam* från 1999 om de nivåer av aerosoliserade MDI (methylen-bis 4-fenylisocyanat) som kunnat uppmätas på personer som arbetat som applicerare av sprayskum på byggarbetsplatser, dels deras assistenter. Den metod som användes listas som "metod MTA/MA-034/95" från NIOSH (National Institute for Occupational Safety). Metoden mäter koncentrationer av specifika monomer-isocyanater i mg per kubikmeter genom att låta en luftström passera en uppsamlingsinstrument, en sk. impinger, och sedan analysera ett substrat med hjälp av en spektrometer-teknik (high performance liquid chromatography, HPLC). Två andra artiklar i vår sökning (Creely 2006, Puscasu 2015) fokuserar på utvecklingen av just metoder för att bättre kunna mäta

exponering av isocyanater. De är båda publicerade i tidskriften *Annals of Occupational Hygiene* och är inte riktade till anställda inom byggsektorn, utan till kemister. Den här texten går inte in närmare på dessa metoder.

Artikeln *Spray Polyurethane Foam Application: When are Workers Safe?* (Wood 2015) undersöker exponeringsgraden för en rad kemikalier som frigörs vid appliceringen av tre olika sprayskumssystem. Forskarna framställde själva dessa skumblandningar för att efterlikna två professionellt installerade varav ett med öppen cell och ett med slutna cell, samt ett tredje skum som är tänkt appliceras med hjälp av ett hyr-kit för egeninstallation. Slutsatserna som drogs var att: (1) MDI exponering utgör inte en fara för arbetare redan en timme efter applicering. (2) Vissa katalysatorer som används, så som BDMAEE, en kemisk komponent som vid kortvarig inandning orsakar luftvägsirritation (hosta, halsont, rinnande näsa) och vid långvarig exponering kan orsaka skador på lungorna (Bayer 2015), är inte bundna inuti ett skum med öppna celler och fortsätter att släppas ut i koncentrationer över tröskelvärden om inte ventilationen är tillräcklig. I skummet med slutna celler mättes inget överskridande av tröskelvärdena för BDMAEE. Rapporten avslutas med ett påpekande att emissionerna efter applicering kan variera väldigt mycket beroende på sammansättningen hos B-komponenten för just det sprayskum som appliceras. Det bedöms som nödvändigt att emissionerna, speciellt ifrån skum med öppna celler, regleras med mekanisk ventilation under applicering och minst 12 timmar efteråt. Effektiviteten av denna reglering bör kontrolleras, och då ventilationen inte bedöms tillräcklig bör andningsskydd användas. Crespo och Galán (1999) kunde även de koppla mängden MDI till ventilationsgraden på arbetsplatsen, men påpekar att denna ventilationsgrad i sin tur är svår att reglera då mekanisk ventilation i stort sätt aldrig används. Vissa utrymmen som ska sprutisoleras är helt enkelt större och öppnare än andra på en byggarbetsplats.

Crespo och Galáns (1999) slutsats blir att vid de uppmätta inomhusapplikationerna, under en åttatimmars arbetsdag med normala pauser (resväg till och från arbetsplats, raster och ställtid) inräknade, så överstiger koncentrationerna av MDI:er vanligtvis de rekommenderade gränsvärden som fastställts vid ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) år 1998, nämligen 0.051 mg/m^3 . En senare studie genomförd vid sprayskumapplicering i 5 hem i USA och Kanada (Lesage 2007) drog slutsatsen att sprayskumsinstallatörer och deras assistenter kan utsättas för MDI koncentrationer över OSHA:s (Occupational Safety & Health Administration) tröskelvärden. MDI halterna observerades sjunka fort efter sprayning. De högsta halterna som uppmättes efter 15 minuter var $0,019 \text{ mg/m}^3$ och $0,003 \text{ mg/m}^3$ efter 45 minuter. OSHA:s tröskelvärde för mängden MDI i luft som får tillåtas är $0,2 \text{ mg/m}^3$ (OSHA 2015).

Crespo och Galan drar slutsatsen att det bästa personskyddet vid sprayning skulle bestå av en positivt trycksatt andningsmask eller hjälm, med ett visir täckt av något slags avtagbart engångsmaterial. Alternativet - en mask med ett tillräckligt fint filter för att fånga upp aerosoliserade MDI:er - skulle ha nackdelen att filtret sattes igen av partiklarna som fångas upp, och att det skulle vara svårt att undvika överdriven exponering då tröskelvärdet för lukt är mycket högre än långtidsvärdet för exponering.

Slutligen gav vår grundsökning en artikel med titeln *Persistent Amine Keratopathy Secondary to Indirect Exposure to Spray Polyurethane Foam Insulation* (Michelotti 2015) som diskuterar ett fall där en man i 40-årsåldern upplevde suddig syn och ljuskänslighet efter att ha applicerat sprayskumsisolering. Patienten förnekade direkt ögonkontakt då han använt mask vid appliceringstillfället. Symtomen försvann av sig själva inom två veckor.

2.4.4.3 Boendemiljö

Den här texten inkluderar två texter som rör medicinska komplikationer som kan drabba produktens slutanvändare. Bägge texterna behandlar uppkomsten av symptom då boende återvänt till sina hem efter vad som visat sig vara en för kort säkerhetsperiod. I texten *Asthma Induced by Exposure to Spray Polyurethane Foam in a Residential Home* (Tsuang & Huang 2012), som publicerats i *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, diskuteras ett fall från 2011 där en man och en kvinna utvecklade astma trots att de följt rekommendationerna att utrymma boendet i 4 timmar. När de kom hem observerade de en stark lukt och nästan omedelbart började de utveckla symptom; hosta, andningssvårighet, yrsel, illamående, huvudvärk och rinnande ögon.

Den andra artikeln är skriven av samma författare (Huang & Tsuang 2014) och summerar 13 patientfall från 10 hushåll där patienterna antingen inte hade fått instruktioner att lämna huset eller fått besked att de kunde återvända för tidigt efter utfört sprayarbete. Samtliga rapporterade en stark doft och utvecklade rinnande och svidande ögon, en brännande känsla i näsan, bihålebesvär, halsont, hosta och andningssvårigheter. Författarna drar slutsatsen att en dåligt utfört sprayskumsinstallation bland annat kan leda till både akuta och långvariga lungbesvär. Detta presenteras som ett korrelationssamband och ingen mekanism bakom hur detta sker presenteras.

2.4.5 Övrigt

Här inkluderas en del artiklar som inte självklart passar i kategorierna akustik, beständighet, brand eller miljö, men som ändå bedömdes relevanta. Den första artikel som refereras här är inte heller referee-granskad utan skriven av

en sprayskumskonsult vid namn Mason Knowles, verksam i USA. Artikeln bedöms vara av värde då den ger en kort översikt av orsakerna och resultaten av inkorrekt utförd sprayapplicering. Knowles skriver i sin artikel *Troubleshooting Spray-Foam Insulation* (2010) om en mängd problem som kan uppstå vid felaktig applicering av spraypolyuretan. Problemen som nämns beror av fyra faktorer; (1) blandningsförhållanden, (2) fukthalten i underlaget, (3) luftfuktigheten och (4) temperaturen.

Vid blandningsfel finns två möjligheter; antingen en för stor andel av komponent A (isocyanat) eller en för stor andel komponent B (polyol, jäsmedel och tillsatser). En för hög halt av komponent A leder ofta till en hård grymig och skör slutprodukt. En för hög halt av komponent B leder till en mjuk och klibbig slutprodukt och till en ökad sannolikhet att den ger ifrån sig en stark doft. Möjliga orsaker till blandningsfel listar Knowles som förvaring vid fel temperatur, komponenter som har passerat bäst före datum, eller fel i sprayutrustningen. Då skummet sprayas på ett underlag som har en för hög fukthalt reagerar vattnet med A-komponenten och fungerar som jäsmedel vilket kan leda till en för hög andel öppna celler, ökad volym, och försämrad vidhäftning mot underlaget.

För låg temperatur vid applicering leder till ett skum med hög densitet vid ytan och försämrad vidhäftning. För hög temperatur kan leda till brännmärken i materialet och i extremfall även brand vid applikation. Knowles skriver vidare att vid hög relativ luftfuktighet kan komponent A komma att reagera med vattenågan i luften vilket kan leda till låg densitet, minskad kompressionsstyrka och en för hög andel öppna celler i skummet.

Bomberg och Lstiburek rapporterar i sin bok från 1998 om hur en produkts slutliga egenskaper kan variera vid installation på ett större bygge. De citerar Bomberg och Kumarans studie från 1989 där de undersökte vad som händer då samma recept, men sex olika satser, användes på två olika platser, samtidigt som temperatur i blandningskammare, slangtemperatur och slanglängd varierades. De försökte svara på om ett skum som tillverkas på byggarbetsplatsen lever upp till specifikationerna varje gång det installeras. De kom fram till att det kan det göra om installatören har kontroll över alla kritiska variabler. De rekommenderar två fältmätningar som skall utföras vid installation, nämligen:

- *time and maximum temperature rise (measured with a thermocouple placed on the first pass and sprayed over with a second layer of SPF or another gauge inserted into the SPF)*
 - *core density (usually determined with a water displacement method)*
- (Bomberg & Lstiburek 1998 s. 8)

Bomberg och Lstiburek (1998) använder resultatet från den jämförande studien (Bomberg & Kumaran 1989) för att poängtera att ett kontrollprogram som garanterar en jämn kvalitet måste finnas på bransnivå.

Artikeln *Exterior spray foam* publicerad i ASHRAE Journal (Lstiburek 2010) diskuterar fördelar med och detaljlösningar för en väggtyp där högdensitets PUR-skum med slutna celler appliceras utvändigt och fungerar som isolering, vattenskydd, ångspärr samt lufttätning. Den undersökta väggkonstruktionen avbildas i figur 5. Detaljarbeten kring fönstren är kritiska med denna systemlösning. Man avråds starkt från att använda PUR-skum i fönsteranslutningar då borttagning av fönstren blir omöjlig utan att skada skumlagret.



Figure 5: Konstruktionsdetaljer för vägg med utvändigt applicerat sprayskum (Lstiburek 2010)

Effective foam insulation for single-wythe concrete masonry walls (Lohonyai 2012) undersöker tre olika metoder för applicering av PUR-skum till hålbetongväggar; direkt sprayning på väggen, fyllning av hålrummen i väggen och att bygga formar och fylla med ett PUR-skum som hålls. Vid presentation av resultaten framförs formfyllnad som den mest effektiva lösningen. Extern applicering är att föredra då den termiska massan hos väggen kan nyttjas, samt ur brandsynpunkt.

3D heat and air transport model for predicting the thermal resistances of insulated wall assemblies (Saber et. al 2012) presenterar ett alternativt mätsystem för väggisolering med avsikt att bättre återspegla isolerförmågan hos sprayskumssystem när de jämförs med andra isolermaterial.

3 Diskussion

Vad kan vi då säga utifrån vår kartläggning av de undersökningar och studier som redan är utförda för skumisolering? Kan vi argumentera om för- och nackdelar vid eventuellt ökat användande både vid nyproduktion och renovering? I det här avsnittet så väljer vi att diskutera för och nackdelar med ett ökat användande uppdelat på en byggnads olika konstruktionsdelar, nämligen tak, ytterväggar, innerväggar/mellanbjälklag och källare/krypgrund. Om inte annat nämns så talar vi specifikt om de skum som har slutna celler.

3.1 Tak och vind

För tak och vind finns tre generella möjligheter nämligen en utvändig isolering av taket, en invändig isolering av taket samt en isolering av vindsbjälklaget.

Vid utvändig isolering är materialets brandegenskaper inte så negativa som i många andra applikationsområden då rökgaserna ventileras bort och därför inte bidrar till övertändning i en brandsituation. Man skulle kunna tänka sig att de giftiga gaserna som uppstår inte heller når skadliga koncentrationer av samma anledning även om vi inte hittat stöd för det. Materialets tålighet vid exponering för vatten tolkar vi som ett stöd för att ett sammanhängande utvändigt isolerskikt är en fördelaktig lösning även med avseende på vatten- och mögelskador. En nackdel med denna typ av installation är att den blir väderberoende - om det blåser mycket är det svårt att installera utvändigt. Kyla och fukt kan också vara problematiska vid installationstillfället. Å andra sidan är en välventilerad arbetsplats en stor fördel ur arbetsmiljösynpunkt. Det arkitektoniska uttrycket hos byggnaden kan dock komma att förändras vid tilläggsisolering då takets profil ökar i tjocklek.

Invändig isolering av taket kan vara estetiskt tilltalande då man kan installera det mellan existerande bjälkar. Att materialet kan installeras så tunt att bjälkarna lämnas synliga anses eftersträvänsvärt. En sådan installation skulle dock även kunna ses som något negativt då fuktvandring tillåts igenom de synliga träbjälkarna och kondens bildas inuti konstruktionen då det är kallt ute och varmt inne. Viss kanadensisk forskning på uppreglade ytterväggar tyder dock på att detta kanske inte är ett problem. Läckage i utanpåliggande delar av takkonstruktionen döljs av det täta isoleringsskiktet, och upptäcks antagligen inte innan omfattande skador uppstått. Eftersom vidhäftningen mot ett vattenskadat trämaterial fortfarande är ganska god föreställer vi oss att det kan vara svårt att byta ut enstaka delar av en skadad konstruktion. Ur brandsynpunkt är det högst oklart om man kan täcka materialet med gips och förvänta sig att de brandfarliga gaserna som bildas vid ett normalt brandförlopp inte ska bidra till övertändning. Ur arbetsmiljösynpunkt är det viktigt att ventileras utrymmet väl vid installation.

Vid isolering av vindsbjälklag begränsas uppträngning av fukt ifrån ett eventuellt nedanförliggande boendetrymme. Detta, om bara vindsluckor eller andra uppgångar är täta nog, skulle vara positivt då det motverkar påväxt i vindsutrymmet. Å andra sidan blir vindsutrymmet kallare vid en sådan tilläggsisolering, så en ventilerad vindslösning kan fortfarande leda till invändig kondens då taket under klara nätter kan få en lägre temperatur än uteluften. Konstruktionen har liknande problem med rökgaser och arbetsmiljö som de som listats i paragrafen om invändig takisolering ovan. I motsats till invändig isolering av taket så döljs dock inte bakomliggande takkonstruktioner och det skulle bli lättare att både hitta och åtgärda eventuella skador som uppstår.

3.2 Ytterväggar

Vid träregelkonstruktion sker isolering av ytterväggar mellan reglarna. Vi har hittat forskning som tyder på att dessa system presterar väl ur fuktsynpunkt. Samtliga undersökta system hade luftspalt och författarna insisterade på att de behövdes. Vissa försäljare påstår att luftspalt inte behövs (se bilaga 4), men vi har inte hittat någon forskning på sådana konstruktioner. Då materialet ofta marknadsförs som både lufttätning och ångspärr är vidhäftningen mellan skum och regler kritisk, men den forskning om vidhäftningsegenskaperna som vi hittat har inte gett oss tillräckligt med information för att kunna bedöma om de är tillräckliga för att hålla mot termiska rörelser och sättningar. Vi kan dock påpeka att vid dragprovning av ett specifikt PUR-skum skedde brott först efter 23.1% töjning vilket tyder på att skummet mycket väl skulle klara sådana rörelser.

Utvändig isolering av ytterväggar verkar vara ett fall där PUR-skum presterar precis som man skulle önska sig. Byggnaden blir fuktsäker, lufttät, temperaturstabil och välisolerad utan att behöva ett alltför tjockt lager isolering. Utvändigt sprayskum plus skalmur skulle kunna vara precis det som behövs för att energieffektivisera gamla flerbostadshus från miljonprogrammet. Utvändig applicering har nackdelen att installationen är starkt väderberoende. Väggen får inte vara för blöt eller för kall och det får, av självklara skäl, inte blåsa för mycket vid appliceringstillfället. Ur arbetsmiljösynpunkt är utvändig applicering att föredra just för att arbetsplatsen blir välventilerad. En fråga som återstår för denna slags lösning är om den skulle klara svenska brandkrav.

3.3 Innerväggar och mellanbjälklag

PUR-skum med öppna celler marknadsförs som ljudisolering för att användas i regelväggar och mellanbjälklag. Trots att skum med öppna celler har relativt goda ljudabsorptionsegenskaper så vill vi argumentera för att det inte lämpar sig som ljudisolering i dessa konstruktioner. Detta beror på att skummet måste

täckas av skivor för att klara brandklassning och därför inte fungerar som absorbent, samt att det inte förbättrar ljudisoleringsegenskaperna då det tillför väldigt lite massa om det sprayas in i en vägg och kan föra vidare stomljud eftersom det är styvt i relation till luft. En reduktion av ljudtransmission mellan rum och våningsplan kan uppnås men detta sker mest genom att tätas springor. Då det gäller brand och arbetsmiljö vill vi argumentera att samma nackdelar som för andra inomhusapplikationer gäller.

3.4 Källare och krypgrund

Applicering på utsidan av källarväggar verkar, liksom annan utvändig isolering vi tittat på, vara en bra idé. Nergrävd blir risken för brand minimal, och den forskning vi har läst tyder inte på några andra problem vid jordkontakt då materialet verkar okänsligt för vatten. Visserligen hittade vi forskning som tyder på att skummet drar åt sig en mindre mängd vatten vid upprepade frys- uptoningscykler men är materialet nergrävt reduceras temperaturvariationer. Källarväggarna verkar bli varmare och torrare. Handlar det om en renovering så innebär det dock, liksom all utvändig källarisolering, stora markarbeten kring byggnaden.

Invändig krypgrundsisolering har vi sett utföras på två olika sätt: antingen genom isolering av trossbotten eller genom isolering av mark och väggar. Om inget organiskt material används i kryputrymmet kan det fungera mycket bra att applicera direkt på trossbotten, annars finns det en risk för mögel och röta då den relativa fuktigheten ökar när huset inte längre läcker värme ner i krypgrunden. Själva trossbotten hamnar dock på den varma sidan och skyddas på så sätt mot påväxt. Krypgrunden i det här alternativet kan utan problem vara ventilerad. I de krypgrundsinstallationer där mark och väggar isoleras förhindras ångtransport från marken in i utrymmet samtidigt som hela utrymmet värms av huset ovanför. Vi hittar ingen forskning som säger att det är att föredra, men tror ändå att vid den här sortens installation stängs all ventilation helt, och ger en sluten, oventilerad och varm krypgrund som slutresultat.

Då det kommer till arbetsmiljö är det kanske ännu viktigare än vid andra invändiga isoleringsutföranden att mekanisk ventilation av utrymmet nyttjas under installationsskedet. Detta dels då utrymmet brukar vara väldigt litet, och eftersom det under applikationens gång blir lufttätt. Vi känner inte att det framkommit någon information som ger oss möjlighet att argumentera för eller emot installation i krypgrund ur brandsäkerhetsperspektiv.

3.5 Förslag på vidare studier

Information som skulle vara användbar för entreprenör vid val av isolering:

- En undersökning av sorptionskurvor för olika skumtyper skulle möjliggöra mer detaljerade fuktsimuleringar på konstruktioner med PUR-skum.
- En undersökning av vidhäftningsegenskaper där fokus läggs på
 - vidhäftning mot olika underlag
 - vidhäftning då skummet appliceras mot träreglar vid olika fukthalter och
 - huruvida vidhäftningsegenskaperna hos ett PUR-skum påverkas av utmattning
- Mätning av skjuvegenskaperna hos PUR-skum med slutna celler samt beräkningar på till vilken grad ett skum med slutna celler genom skivverkan förstärker en träregelkonstruktion.
- Uppföljning av lufttäthetsmätningar på "lillstugan" (se bilaga 3)
- Framtagande och testning av typkonstruktioner med avseende på brandsäkerhet, fuktsäkerhet och värmegenomgångsmotstånd

4 Referenser

Ares (2014). 1025242. *The 'Blue Guide' on the implementation of EU product rules*. European Commission.

BASTA (2011). *Handledning för registrering av produkter i BASTA-registret*. Hämtad 2015-08-06, från <http://www.bastaonline.se/download/18.50367b6c13a6fda015212b7/1351499863165/Basta%2BHandledning.pdf>

BASF (u.å.) *Frequently Asked Questions About Spray Polyurethane Foam Produkts and Applications*. Hämtad 2015-08-07, från <http://www.spf.basf.com/faq.php>

Bayer Material Science. (2015). *Material Safety Data Sheet*. Hämtad 2015-08-05, från <https://www.bayermaterialsciencenafta.com/resources/d/document.cfm?Mode=view&f=C95D3C39-065D-6DED-B6B2696835564DC6&d=af37cd15724fa7198d3f9a36079a4072>

Bjurbäck, O. & Helmerson, S. (2012). *Jämförelse av stenull och polyuretanisolering. Brand- och fuktegenskaper i passivhuskonstruktion*. Examensarbete för Kandidatexamen inom Väg- och Vattenbyggnad vid Uppsala Tekniska Högskola.

Bock, P. & Scheibe, B. (2001). *Getting it right : R&D methods for science and engineering*, San Diego, Academic Press.

Bogdan, M., Williams, D., & Verbiest, P. (2001). *HFC-245fa spray polyurethane foam systems co-blown with water: A quality, cost effective, safe substitute for HCFC-141b*. Journal of cellular plastics, 37(1), 58-71.

Bomberg, M. T. & Lstiburek, J. W. (1998). *Spray Polyurethane Foam in External Envelopes of Buildings*. CRC press.

Bomberg, M.T. & Kumaran M.K. (1999) *Use of Field-Applied Polyurethane Foams in Buildings*. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada.

Boverket. (u.å. a). *CE-märkning av byggprodukter*. Hämtat 2015-08-06 från <http://www.boverket.se/sv/byggande/byggprodukter/ce-markning/>

Boverket. (u.å. b). *Frågor och svar*. Hämtat 2015-08-06 från

<http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/fragor--svar/?mode=tip&fv=96>

Boverket. (2012a). *CE-märk nu! Obligatorisk CE-märkning av byggprodukter den 1 juli 2013*. Davidsons Tryckeri.

Boverket. (2012b). *Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler, - utgåva 2*. Karlskrona, Publikationsservice.

Boverket. (2013). *BFS 2013:10 EKS 9 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)*

Boverket. (2015) *Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR. Konsoliderad version – senast ändrad genom BFS 2015:3 BBR 22*

Burström, P. G. (2007). *Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Upplaga 2. Lund, Studentlitteratur.

Byggvarubedömningen. (2014). *Byggvarubedömningens Bedömningskriterier 3.0*. Hämtad 2015-08-06 från https://www.byggvarubedomningen.se/globalassets/information/bedomningskriterier_bvb_2015-04-30-2.pdf

Canadian Broadcasting Corporation [CBC News]. (October 25, 2013). *Spray foam insulation nightmare: What can happen if it's not installed correctly (CBC Marketplace)*. [Videofil]. Hämtad från URL <https://www.youtube.com/watch?v=0Hh5MYv7IWc>

Clase, M. & Lindén, E. (2010). *Inventering och utvärdering av högpresterande isolering*. Göteborg: Sveriges byggindustrier.

Creely, K. S., Hughson, G. W., Cocker, J., & Jones, K. (2006). *Assessing isocyanate exposures in polyurethane industry sectors using biological and air monitoring methods*. *Annals of Occupational Hygiene*, 50(6), 609-621.

Crespo, J., & Galan, J. (1999). Exposure to MDI during the process of insulating buildings with sprayed polyurethane foam. *Annals of Occupational Hygiene*, 43(6), 415-419.

European Council. (1985). Council resolution of 7 May 1985 on a New Approach to Technical Harmonization and Standardization.

- Fredriksson, A., Lång, L., Ro, A. & Stigemyr Hill, V. (2014).** [Polyuretanskumisoleri](#)*ng i svenska enfamiljsbostäder*. Examensarbete för kandidatexamen inom Väg- och Vattenbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola.
- Federation of European Rigid Polyurethane Foam Associations. (2006).** *Thermal insulation materials made of rigid polyurethane foam (PUR/PIR)* Report N°1.
- Feighan, J., Stewart, R., Singh, S., & Abisaleh, T. (2000).** *Spray foam beyond HCFC-141b*. Journal of cellular plastics, 36(5), 360-373.
- Frölén, E. (1982).** *Polyuretanskum som syllisolering: Några experimentella studier av fukttransport*. Examensarbete för Civilingenjörsexamen inom Väg- och Vattenbyggnad vid Kungliga Tekniska högskolan.
- Gröndahl, F. & Svanström, M. (2010).** *Hållbar Utveckling - en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Stockholm, Liber AB.
- Gu, R., Khazabi, M., & Sain, M. (2011).** *Fiber reinforced soy-based polyurethane spray foam insulation. Part 2: thermal and mechanical properties*. Bioresources, 6(4), 3775.
- Gubrud, D. S. (1989).** *Blowing Agent Alternatives for Sprayed Polyurethane Foam*. Journal of Building Physics, 12(4), 313-323.
- Hanson, D. (2005).** *CE marking, product standards and world trade*. Edward Elgar Publishing.
- Hansson, S. O. (2007).** What is technological science? *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, 38, 523-527.
- Haraldsson, B. (2011).** Den kreativa och kritiska Litteraturstudien – En miniatyrhandbok. Kursmaterial i kursen Informationssökning (LI1101), KTHB.
- Harris, T. (1990).** *The SPI/NRC-IRC Joint Research Program: Evaluation of Alternative Blowing Agents in Sprayed Polyurethane Foams*. Journal of Building Physics, 13(4), 230-239.
- Huang, Y. T., & Tsuang, W. (2014).** *Health effects associated with faulty application of spray polyurethane foam in residential homes*. Environmental

Research, 134(Linking Exposure and Health in Environmental Public Health Tracking), 295-300.

Kakroodi, A. R., Khazabi, M., Maynard, K., Sain, M., & Kwon, O. (2015). Soy-based polyurethane spray foam insulations for light weight wall panels and their performances under monotonic and static cyclic shear forces. *Industrial Crops & Products*, 741-8.

Knowles, M. (2010). *Troubleshooting Spray-Foam Insulation*. The journal of light construction. September 2010, 161 – 165.

Komorowska, M. (2012). *Luftprovtagning samt analys av mono- och diisocyanater*. Examensarbete för högskoleingenjörsprogrammet i kemisk analysteknik vid Linköpings universitet.

Li, Y. (2015). *Journal Club*. Seminarium i kursen VMT615 Bygg- och miljöteknologi, LTH.

Lesage, J., Stanley, J., Karoly, W. J., & Lichtenberg, F. W. (2007). *Airborne methylene diphenyl diisocyanate (MDI) concentrations associated with the application of polyurethane spray foam in residential construction*. Journal of occupational and environmental hygiene, 4(2), 145-155.

Lohonyai, A. J., Korany, Y., & Ross, M. D. (2013). Effective foam insulation for single-wythe concrete masonry walls. *Journal of Building Physics*, 37(2), 200-210.

Lstiburek, J. W., & Eng, P. (2010). Exterior Spray Foam. *ASHRAE JOURNAL*, 52(11), 36-+.

Michelotti, M. M., Gupta, C., & Hood, C. T. (2015). *Persistent Amine Keratopathy Secondary to Indirect Exposure to Spray Polyurethane Foam Insulation*. JAMA Ophthalmology, 133(6).

OSHA Occupational Safety and Health Administration. (2015). *OSHA Annotated Table Z-1(a)*. Hämtad 2015-08-05, från <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html>

Parsons, G. (2013). *Energy Efficiency of Building Walls: Thermal Modeling, Experimental Testing, Long Term Evaluation and Correlation of Building Wall Systems*. ASHRAE Transactions, 119, B1.

Prevatt, D. O., McBride, K. E., Roueche, D. B., & Masters, F. J. (2014). Wind Uplift Capacity of Foam-Retrofitted Roof Sheathing Panels Subjected to Rainwater Intrusion. *Journal of Architectural Engineering*, 20(4), B4014001.

PU Europe, (u.å.). Members. Hämtad 2015 -08-06, från <http://www.pu-europe.eu/index.php?id=20>

PU Nordic, (u.å.). från <http://www.pu-nordic.fi/hem>

Puscasu, S., Aubin, S., Cloutier, Y., Sarazin, P., Tra, H. V., & Gagné, S. (2015). CIP10 Optimization for 4, 4-Methylene Diphenyl Diisocyanate Aerosol Sampling and Field Comparison With Impinger Method. *Annals of Occupational Hygiene*, 59(3), 347-357.

Saber, H. H., Maref, W., Elmahdy, H., Swinton, M. C., & Glazer, R. (2012). 3D heat and air transport model for predicting the thermal resistances of insulated wall assemblies. *Journal of Building Performance Simulation*, 5(2), 75-91.

SFS 2006:985. *Lag om energideklaration för byggnader.* Stockholm: Miljö- och energidepartementet.

Singh, H., & Jain, A. K. (2009). Ignition, combustion, toxicity, and fire retardancy of polyurethane foams: a comprehensive review. *Journal of Applied Polymer Science*, 111(2), 1115-1143.

SP. (u.å). *Information om EN ISO 11925-2* Hämtad 2015-08-08 från http://www.sp.se/sv/index/services/firetest_building/firetest_bu%C3%ADldin g/ENISO11952-2/Sidor/default.aspx

Stirna, U., Beverte, I., Yakushin, V., & Cabulis, U. (2011). Mechanical properties of rigid polyurethane foams at room and cryogenic temperatures. *Journal of Cellular Plastics*, 47(4), 337-355.

Straube, J., Smith, R., & Finch, G. (2009). Spray Polyurethane Foam: The Need for Vapour Retarders in Above-Grade Residential Walls. *University of Waterloo, Canada.*

Svensson, K. (2008). [*Brandrisker och konsekvenser med plastisolering i byggnad ur ett egendomsskyddande perspektiv*](#). Examensarbete från Brandskyddsledarutbildningen i samarbete med If Skadeförsäkring. Publicerat på Brandskyddsföreningen.se, 2008-12-10.

Svensson, O (2014) Lufttäthetsmätning av “Lillstugan”, Tomtekulla Gård 1, Gnesta (4P04133) Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Swedish Standards Institute. (2013). *SS-EN 14315-1: 2013 Värmeisoleringsprodukter för byggnader - In-situformad sprayad styv uretancellplast (PUR) och styv isocyanuratcellplast (PIR)*. Stockholm: SIS Förlag AB.

Swinton, M., Meref, W., Bomberg, M., Kumaran, M., Normandin, N.. (2006). *In situ performance evaluation of spray polyurethane foam in the exterior insulation basement system (EIBS)*. Building And Environment [serial online]. January 1, 2006;41:1872-1880. Available from: ScienceDirect, Ipswich, MA. Accessed July 22, 2015.

Tsuang, W., & Huang, Y. C. T. (2012). *Asthma induced by exposure to spray polyurethane foam insulation in a residential home*. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 54(3), 272-273.

Wood, R. (2015). *Spray Polyurethane Foam Application: When Are Workers Safe?* Adhesives & Sealants Industry, 22(1), 20-29.

Yakushin, V., Belkova, L., Sevastyanova, I., & Deme, L. (2011, October). Properties of rigid polyurethane foams filled with chopped glass fibers. In *52nd International Scientific Conference of Riga Technical University. Section: Material Science and Applied Chemistry* (p. 71).

5 Bilagor

5.1 Bilaga 1: Återförsäljare i Sverige

Återförsäljare	Övriga tjänster	Ansluten till Pur-gruppen	Tillverkare	Produktnamn	Tekniska Data	Ev. Referenser
<i>Foam-King</i>	Tätskikt	ja	Lapolla Industries	Foam Loc	http://www.lapolla.com/technical-data-sheets/ , http://www.foamking.se/downloads	http://www.foamking.se/downloads/referenser
<i>Ecofoam</i>	Nej	ja	?	Ecofoam OpenCell, Ecofoam ClosedCell	?	http://www.ecofoam.se/referenser/
<i>Isopol</i>	Tätskikt	ja	BayenMaterialia IScience, Bast, United Foam, etc.	?	?	http://www.isopol.se/referenser/
<i>Lingfjords</i>	Fasad- och höjdarbeten	nej	Synthesia, etc.	S-303E/Isoc H	http://www.synthesiainternacional.com/en/site/categories/157/cpr-2013-303-poliuretan-spray-s-303e	?
<i>Polyterm</i>	Detaljillverkning och prefabelement	ja	BASF	Elastospray 1621/10CE Elastospray 1622/1 Elastospray 1622/6CE	http://www.polyterm.se/dokumentation/	?
<i>Skanska Energikonstruktioner Produktion</i>	Nej	nej	Icyrene	H ₂ Foam Lite (LDC-50), H ₂ Foam Forte (MDR-210), ICYNENE H ₂ FOAM LTE PLUS(LD-C-70™)	http://www.icyrene.se/downloads/ETA_Approval.pdf , http://www.uksprayfoam.co.uk/wp-content/uploads/ETA-Approval-Cert-New.pdf	?
<i>Coatingspecialisten AB</i>	Tätskikt, sittskydd, golv	nej	Synthesia	Poliuretan Spray systems (suten cell), Spray System 7140 (öppen cell)	http://www.coating.se/main.php?menuid=133	http://www.coating.se/main.php?menuid=136
<i>Isogreen</i>	?	nej	?	?	?	?
<i>BS isolering</i>	Lösullsisolering och kringarbete	nej	?	?	?	?
<i>Sprayskum väst</i>	Tätskikt	nej	Synthesia, BAYER, BASF etc.	Elastospray	http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/en/content/group/Arbeitsgebiete_und_Produkte/construction/spray_foam/Elastospray_DOP/Intro_Elastospray_DOP	?
<i>Spurab</i>	Detaljillverkning och prefabelement	nej	BaSF, United Foam, Bayer.	Elastospray 1621/10CE Elastospray 1622/1 Elastospray 1622/6CE	http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/en/content/group/Arbeitsgebiete_und_Produkte/construction/spray_foam/Elastospray_DOP/Intro_Elastospray_DOP	?

5.2 Bilaga 2: Produktegenskaper

Produktnamn	Tillverkare	klassad som	Klassad som	Data hämtad från	Densitet kg/m ³
Foam.Loc 500	Lapolla	öppen	mjuk	ETA	> 7
Foam.Loc 2000	Lapolla	sluten	styv	Typgodkännande	> 35
EcoFoam OpenCell		öppen	mjuk		
EcoFoam ClosedCell		sluten	styv		
Elastospray 1621/10 CE	BASF	sluten	styv	CE-märkning	?
Elastospray 1622/6 CE	BASF	sluten	styv	CE-märkning	?
Baymer Spray AL 800	Bayer	sluten	styv	CE-märkning	41,5
h2Foam lite (LDC-50)	Icynene	öppen	mjuk	ETA	8,3
h2Foam forte (MDR-210)	Icynene	sluten	styv	osäker källa	35 - 40
h2Foam lite PLUS (LDC-70)	Icynene	öppen	mjuk	osäker källa	11 + - 1
S-303E/Isoc H	Synthesia	sluten	styv	CE-märkning	33-37
S-353E/Isoc H	Synthesia	sluten	styv	CE-märkning	37-43
S-403E/Isoc H	Synthesia	sluten	styv	CE-märkning	43-50
S-503E/Isoc H	Synthesia	sluten	styv	CE-märkning	50-60

Produktnamn	Reaction to fire	Water permeability (short term water absorption) kg/m ²	Thermal conductivity W/(m K)	Thermal conductivity W/(m K) @ 100mm
Foam.Loc 500	E	Max 25	0,0370	
Foam.Loc 2000	E	Max 0.25	0,0250	
EcoFoam OpenCell				
EcoFoam ClosedCell				
Elastospray 1621/10 CE	F	Max 0.20	See performance chart	0,0260
Elastospray 1622/6 CE	E	Max 0.20		0,0260
Baymer Spray AL 800	E	NPD		0,0270
h2Foam lite (LDC-50)	F	0,3	0,0380	
h2Foam forte (MDR-210)	FSI 155		0,0280	
h2Foam lite PLUS (LDC-70)	E			
S-303E/Isoc H	E	0,2	See performance chart	0,0270
S-353E/Isoc H	E	0,2		0,0270
S-403E/Isoc H	E	0,2		0,0270
S-503E/Isoc H	E	0,2		0,0270

Produktname	Water vapor permeability	Compressive strength kPa at 10% deformation	Durability of reaction to fire
Foam.Loc 500	$\mu < 5$	Min 9	-
Foam.Loc 2000	-	-	-
EcoFoam OpenCell			
EcoFoam ClosedCell			
Elastospray 1621/10 CE	$\mu = 70$	Min 200	Does not decrease with time
Elastospray 1622/6 CE	$\mu = 70$	Min 200	Does not decrease with time
Baymer Spray AL 800	$\mu = 71$	200	Does not decrease with time
h2Foam lite (LDC-50)	$\mu = 3.3$	6,7	-
h2Foam forte (MDR-210)	$\mu = 19,5$		
h2Foam lite PLUS (LDC-70)	$\mu = 4,3$		
S-303E/Isoc H	$\mu = 60$	NPD	Does not decrease with time
S-353E/Isoc H	$\mu = 80$	200	Does not decrease with time
S-403E/Isoc H	$\mu = 80$	300	Does not decrease with time
S-503E/Isoc H	$\mu = 80$	300	Does not decrease with time

Produktname	Durability of thermal resistance	Durability of compressive strength	Continuous Glowing combustion
Foam.Loc 500	-	-	-
Foam.Loc 2000	-	-	-
EcoFoam OpenCell			
EcoFoam ClosedCell			
Elastospray 1621/10 CE	see performance chart	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
Elastospray 1622/6 CE	see performance chart	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
Baymer Spray AL 800	see performance chart	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
h2Foam lite (LDC-50)	-	-	-
h2Foam forte (MDR-210)			
h2Foam lite PLUS (LDC-70)			
S-303E/Isoc H	The thermal resistance is determined with an ageing procedure	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
S-353E/Isoc H	The thermal resistance is determined with an ageing procedure	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
S-403E/Isoc H	The thermal resistance is determined with an ageing procedure	Does not decrease with time	No harmonized standard exits
S-503E/Isoc H	The thermal resistance is determined with an ageing procedure	Does not decrease with time	No harmonized standard exits

5.3 Bilaga 3: Referensobjekt

Tilläggsisolering Krypgrund:

Start: 2012

Färdigställt: 2012

Ort: Revingehed

Adress: Revinge garnison

Kontakter

Niklas Johansson, Fortifikationsverket

+46 (0)10 44 44 000

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303



http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/567-Referens-Fortifikationsverket.pdf

Konvertering av råvind till etagelägenhet:

Start: 2013

Färdigställt: 2014

Ort: ?

Adress: ?

Kontakter

Johan Fors, Jezierski & Fors AB

+46 (0)?

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303



http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/566-S28C-6e15040915010.pdf

Tilläggsisolering av vind i flerbostadshus:

Start: 2011

Färdigställt: 2013

Ort: Trelleborg

Adress: Hallasvängen 9

Kontakter

Benny Wendel, Brf. Hallabacken i Trelleborg

+46 (0)?

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303

http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/563-2014-09-03-referens-riksbyggen-BRF.pdf



Tilläggsisolering av vind i flerbostadshus och förskola:

Start: 2011

Färdigställt: 2011

Ort: Båstad

Adress: ?

Kontakter

Mikael Silversten, Båstadhjem AB

+46 (0)43175030

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303



http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/562-Rekommendationsbrev-Båstadhjem.pdf

Konvertering till varmlager och ljudisolering av kompressorhall:

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: Trelleborg

Adress: Genvägen 9

Kontakter

Anders Rundqvist, Tre-Mek i Trelleborg AB

+46 (0)0410 - 598 93

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303

http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/561-Rekommendationsbrev-Stålhall-Tremek.pdf



Isolering och tätning av tak, ventilationskanaler och ytterväggar:

Start:

Färdigställt:

Ort:

Adress:

Kontakter

Lennart Wiberg, Findus Sverige AB

+46 (0)42-86460

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-

332303 http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/544-Foam-King-referensbrev-Findus.pdf



Invändig tilläggsisolering av Fryslager

Start: 2011

Färdigställt: 2011

Ort: Simrishamn

Adress: Branteviksvägen 3

Kontakter

Torbjörn Persson, Simrishamns Fryshus AB

+46 414 14626, +46 414 411315

Peter Nilsson, Foamking

+46(0)730-332303

http://www.foamking.se/admin/files_cz/ModuleText/546-Simrishamns-referens.pdf



Miljonprogrammet för Skanska och Poseidon i Göteborg:

Start: 2013

Färdigställt: 2015

Ort: Hisings Backa

Adress: Katjas Gata 119

Kontakter

Moa Carlsson +46 10 44 84 486

Mattias Strandlind, Ecofoam

+46 723 075 640

Ronald Malmberg, Ecofoam

+46 723 075 641

<http://www.skanska.se/sv/bygg-och-anlaggning/bygg-och-fastigheter/miljonhemmet/referensprojekt/goteborg-backa-rod/>



Studentbostäder för Soleed Sweden i

Björksätra:

Start: 2013

Färdigställt: 2015

Ort: Sätra

Adress: Björksätravägen

Kontakter

Anders Olson, Soleed Sweden AB

+46 7029 22 01

Mattias Strandlind, Ecofoam

+46 723 075 640

Ronald Malmberg, Ecofoam

+46 723 075 641

<http://soleed.se/portfolio-items/studentmoduler-i-satra/>

Midroc Property Development och Thage i Skåne AB, BREEAM klassat hus:

Typ av utfört arbete: Fyllnadsisolering i stål balkar och utfackningsvägg

Start: 2015

Färdigställt: 2015

Ort: Malmö

Adress: Hyllie Allé

Kontakter

Niklas Najvik, Thage i Skåne Byggnads AB

+46 703 474 603

Mattias Strandlind, Ecofoam

+46 723 075 640

Ronald Malmberg, Ecofoam

+46 723 075 641

<http://mpd.midroc.se/sv/Lokaler/Projekt/Malmo-Hyllie.aspx>



Skånska Byggvaror Centrallager

Typ av utfört arbete: Tak- och väggisolering

Start: 2014

Färdigställt: 2015

Ort: Klippan

Adress: Maltgränd 1

Kontakter

Björn Sjö

+46 705 719 309

Mattias Strandlind, Ecofoam

+46 723 075 640

Ronald Malmberg, Ecofoam

+46 723 075 641



Lillstugan, Tomtekulla Gård 1, Gnesta

Typ av utfört arbete: Isolering och tätning av klimatskal. Lufttäthetsmätning via SP efter färdigställande.

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: Gnesta

Kontakt:

Mikael Nordlund, Icynene

+46 (0)703 965361

Ove Svensson, SP

010 516 57 21

Stefan Andersson, PRE Byggrådgivning AB

0702 51 14 50

BRF Stentrasten i Oskarshamn

Typ av utfört arbete: I snitt 8 cm slutencellsisolering 1622/6 sprayad mot oventilerad råspont för att motverka istappsbildning. Vindsförråd. Ca 1000m². Enligt uppgift har man sparat ca 30% i uppvärmningskostnad samt att boende på översta våningen har fått en ökad innetemperatur med ca 3 C.

Start ca 18/9-14

Färdigställt: 1/9-14

Ort: Oskarshamn.

Kontakt:

Magnus ?

0761250368

Jörgen Olsson, Polyterm

0705942692

Strängbetong och Peab i Kvarteret

Lyckan, Norrköping:

Utfört arbete: Injekteringsarbeten och sprayisolering

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: Norrköping

Adress: ?

Kontakter

?, Peab

?

?, Strängbetong

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28 http://www.lundbergs.se/projekt/avslutade_projekt/lyckan.aspx



Kolmårdens djurpark:

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: ?

Adress: ?

Kontakter

?, Kolmårdens Djurpark

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28

<http://?>



Tropicarium:

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: ?

Adress: ?

Kontakter

?, Tropicarium

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28



<http://?>

Barnbadet i Eksjö badhus:

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: ?

Adress: ?

Kontakter

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28

<http://?>



Skanska i Östersund (lagerisolering):

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: Östersund

Adress: ?

Kontakter

?, Skanska

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28

<http://?>



NCC – Kondensisolering på Tamro,

Kungens Kurva:

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: Kungens Kurva, Stockholm

Adress: ?

Kontakter

?, NCC

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28

<http://?>



Länssjukhuset Kalmar:

Typ av utfört arbete: ?

Start: ?

Färdigställt: ?

Ort: ?

Adress: ?

Kontakter

?, Länssjukhuset

?

Johan Elgefjord, Isopol

0708-13 24 50

Lars-Gunnar Andersson, Isopol

0705-71 80 28

<http://?>



5.4 Bilaga 4: Försäljningsargument

Företag	Försäljningsargument	Datum	Hämtat
Foamking	Miljövänligt	2015-12-06	http://www.foamking.se/faq
	Eliminerar luftgenomträngning och därmed möjligheten till kondens		
	Minimerar risken att fukt samlas		
	Bidrar inte som bränsle vid brand		
	Är likvärdig med andra isoleringsmaterial gällande rökutveckling vid brand		
	Absorberar inte vatten		
	Hindrar insekter och liknande att ta sig in i håligheter i byggnationen		
	Komprimeras inte med tiden		
	Kostnadseffektiv		
	eliminerar all luftläckage, ger 100% fuktkontroll och ljuddämpning	2015-12-06	http://www.foamking.se/energy-savings
	fungerar som isolering, vindbarriär samt fukt- och ångspärr i ett system		
Ecofoam	Miljövänligt	2015-12-06	http://www.ecofoam.se/faq/
	Eliminerar luftgenomträngning och därmed möjligheten till kondens		
	Minimerar risken att fukt samlas		
	Bidrar inte som bränsle vid brand		
	Är likvärdig med andra isoleringsmaterial gällande rökutveckling vid brand		
	Absorberar inte vatten		
	Hindrar insekter och liknande att ta sig in i håligheter i byggnationen		
	Komprimeras inte med tiden		
	Kostnadseffektiv		
	Helt giftfritt	2015-12-06	http://www.ecofoam.se/polyuretanisolering/
	Eliminerar luftläckor		
	Diffusionstät		
	Minskar buller väsentligt		
	Inget behov av luftspalt.		

Företag	Försäljningsargument	Datum	Hämtat
Isopol	Effektiv isolering mot värme och kyla	2015-12-06	http://www.isopol.se/isolering/
	Spricker inte		
	Luktar inte		
	Skarvlös		
Lingfjords	Vattentät	2015-12-06	http://www.skumisolering.se/
	Ångtät		
	Lufttät		
	Ljuddämpande		
	Åldersbeständigt		
	Mycket högt R-värde		
	Innehåller inga farliga ämnen		
	Lättapplicerat i svåråtkomliga utrymmen		
	Fäster på nästan alla underlag		
	Mycket hög styrka i förhållande till vikt		
Polyterm	Utrymmeseffektiv	2015-12-06	http://www.polyterm.se/hususisolering/
	500 mm mineraull motsvarar teoretiskt 250 mm Polyuretan, MEN i praktiken räcker det med 175 mm för att uppnå samma isolervärde.		
	Klimatskalet blir helt tätt		
	onödigt att använda en diffusionplast redan vid så små tjocklekar som 25 mm.		
Coatingspecialisten	Eftersom polyuretanet är diffusionslöst behövs det ingen luftspalt, om man är säker på att taket är tätt (att pappen inte släpper in vatten)	2015-12-06	http://www.coating.se/main.php?menuId=133
	Sluten cell sprut polyuretanskum är en tät och hållbar isolering som ger överlägsen prestanda och samtidigt stärker strukturen i byggnaden och ger stora energibesparingar.		
IsoGreen	Öppen cell spray polyuretanskum har låg densitet och är en icke-strukturell isolering som ger ett högt luftutbyte och samtidigt ger bra isolering och även stora ljuddämpande effekter.	2015-12-06	http://www.isogreen.se/
	Kan inte lossna, tappa isolervärde, mögla eller ändra form		
	100% lufttätt - eliminerar luftgenomströmning och luftläckage	2015-12-06	http://www.isogreen.se/
	Marknadens bästa isolervärde		

Företag	Försäljningsargument	Datum	Hämtat
BSisolering	Effektiv värmeisolering	2015-12-06	http://www.bsisolering.se/polyuretan.html
	Ljuddämpande		
	Den sväller och fyller ut		
	Perfekt att isolera golv och väggar som är igenspikade		
Sprayskum Väst	Tätar sprickor och håligheter, isolerar	2015-12-06	http://www.sprayfoam.se/sprayskum/
	Snabbt och enkelt utförande		
	Kraftig vidhäftning av läckagefri isolering		
	Formbart i varje arkitektoniskt utförande		
	Stoppar luftläckage		
	Stark vidhäftning		
	Tillför lite vikt i konstruktioner		
	Ingen gasavgivning efter härdning		
	Högt isoleringsvärde		
	Formbeständigt		

5.5 Bilaga 5: Nyhetssökning

	Lunds Universitetsbibliotek BIBSAM Uttag 2015-07-21 11 tryckt press artiklar sedan 2012 Söktermer; <i>PUR, PUR-isolering, PUR-skum, Skumisolering, Sprayskum, Sprejskum, Polyuretanisolering, SPUF, Sprejisolering, Sprayisolering, Polyuretanskum, PU-skum</i>
---	--

Polyuretan som isolering	Torslanda Tidningen	2014-09-24
Tryggare material och ökad miljömedvetenhet ett lyft för PUR	Plastforum	2014-08-25
PUR-skum ny marknad för Deflamo	Plastforum	2012-10-31
Cyanidskadade får medicin från USA	Göteborgs-Posten	2013-02-04
"Mitt mål är att omsätta 30 miljoner"	Trelleborgs Allehanda	2014-09-11
Polyuretanisolering i mitt hus?	Gård & Torp	2013-08-23
TRELLEBORGSGALAN 7 dagar kvar · Årets företag	Trelleborgs Allehanda	2013-11-14
Flexibelt ytskydd med framtiden för sig	U&D, Underhåll och Driftsäkerhet	2014-08-27
Globala marknaden för polyuretanskum växer	Plastforum	2014-03-21
Bayer bygger fabrik för CO2-plast	Plastforum	2013-08-22
Miljövänligare flamskydd för PUR	Plastforum	2012-08-17

5.5.1 Polyuretan som isolering

Torslanda Tidningen. Publicerat i print 2014-09-24.

CONNY ÅQUIST. Sektion: GENERAL.

Sida: 26.

Del: 1.

Polyuretanisolering är ett material som kan användas vid isolering av våra bostäder. Ämnet består av en tvåkomponentsprodukt i vätskeform som med särskild utrustning sprayas in i utrymmen där den expanderar upp till 80 gånger sin ursprungliga volym och sedan stelnar till fast form.

Är det inte märkligt att en frysbox kan hålla -20 grader samtidigt som det är +20 grader i rummet, en temperaturskillnad på 40 grader. Eller, att de tunna väggarna i ett flygplan kan kännas varma att ta på när det är -40 på utsidan. Svaret ligger i användandet av högeffektiv polyuretanisolering (pur).

För att ta ett exempel: 30 mm polyuretanisolering motsvarar 55 mm mineralull eller 125 mm tegelstensvägg, om stenen inte är massiv utan har lufthål.

Även i väggar och tak

Purisoleringen kan även användas i hus av olika slag och företaget Foam King AB är en ledande leverantör av polyuretanisolering för fastigheter i Norden.

Isolering av så kallad purtyp finns för tak, vind, väggar och golv samt för grund och kryppgrund. Vid grundisolering med pur hålls inte bara kylan ute utan även fukt och radon.

För att ta ett exempel på hur den från början vätskeformade isoleringen kan användas: Foam-Lok™500 Retrofit är ett medel som kan injiceras och fyller då upp hålrum i väggar eller mellan bjälklag.

Foam King säljer inte bara polyuretanprodukter utan företaget utför all sprayisolering med egen personal och håller i egna appliceringsutbildningar. Foam King uppger att de därtill har ett utarbetat egenkontroll- och arbetsmiljösystem som tagits fram i samarbete med Statens Provningsanstalt.

Bildtext: Att isolera kryppgrunden är en bra investering, som dessutom bidrar till att skapa en skön inomhusmiljö.

© Torslanda Tidningen

The collage consists of three distinct parts. The top part is a newspaper clipping from 'Torslanda Tidningen' with the headline 'Attefallshus kräver anmälan' (Shed houses require notification). It includes a small illustration of a house and some text about planning and building regulations. The middle part is another newspaper clipping titled 'Polyuretan som isolering' (Polyurethane as insulation). It features a photograph of a person in a white protective suit applying foam to a wall. The text discusses the benefits of polyurethane insulation, such as its ability to expand 80 times its original volume and its effectiveness in reducing energy consumption. The bottom part is an advertisement for 'JARA-PLAST'. It shows a modern kitchen interior and includes text about home improvement services, including insulation, painting, and window treatments. The ad also mentions 'JARA-PLAST' and provides contact information for the company.

Plastforum. Publicerat i print 2014-08-25.
MALIN FOLKESSON. Sektion: PUR.
Sida: 24.
Del: 1.

Ralf Godbey, försäljningschef och delägare av Nortec-Cannon A/S - leverantör av produktionsutrustning. Och Christer Barck vid Waldec AB - leverantör av maskiner och råvaror för polyuretanelastomerer, delar med sig av sin syn på situationen inom polyuretanbranschen just nu

Godbey anser även att isoleringsmaterial för konstruktion har återhämtat sig och han ser ett ökat intresse från företagets, mycket till följd av ökade krav på isolering samt att det har förekommit fuktproblem med andra isoleringsmedia.

I övrigt tycker sig Ralf Godbey inte se några direkta förändringar inom branschen vare sig nu eller inom en snar framtid.

Christer Barck framhåller att Waldec's kunder stadigt kommer med förslag på nya, spännande applikationer. Även traditionella gummiprodukter ersätts mer och mer av polyuretanelstomerer. I och med den ökade miljömedvetenheten samt strängare krav på arbetsskydd, utvecklas nya tryggare material.

VI BER ÄVEN de båda herrarna att lyfta fram vad de anser som riktigt hett på material och/eller maskinsidan just nu. Godbey framhåller att Nortec/Cannon i år lanserat flera nya versioner av blandningshuvud för högtryckssprutning, formgivna för att klara av den senaste tillgängliga utveckling inom styva, flexibla och förstärkta polyuretaner.

[illegible]

- Våra kunder söker allt aktivare att göra inbesparningar angående energi och råvaror och diskussionen om återanvändningen av elastomerer är het. Vi har därför tagit fram en extra polyoltank från Baulé, som sätts till den nuvarande utrustningen och fylls med malat polyuretan som matas in i blandarhuvudet, säger Christer Barck.

© Plastforum

5.5.3 PUR-skum ny marknad för Deflamo

Plastforum. Publicerat i print 2012-10-31. Sektion: Nyheter.

Sida: 10.

SPECIALKEMIFÖRETAGET DEFLAMO har anpassat sitt miljövänliga flamskyddsmedel så att det även kan användas för polyuretanskum. Därmed öppnar sig en ny marknad för det svenska företaget.

Företaget bedömer att den första volymordern mot marknaden för polyuretanskum, bör kunna tas i slutet av 2013.

Företaget påbörjade arbetet med att anpassa flamskyddsmedlet Apyrum till PUR-skum för flera år sedan. Då nådde man inte ända fram. Utvecklingsprojekten hos företagets kunder inom polyuretanindustrin har därför varit vilande i väntan på nya lösningar. Efter ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete har företaget nu fått fram en variant av det miljövänliga flamskyddsmedlet som uppges ha stabila resultat utan oönskade avvikelser i PUR-skummet.

© Plastforum

Ryhelmer



Scanrex i konkurs

Scanrex AB har förklarat konkurs, vilket innebär att företaget inte längre kan betala sina skulder. Företaget har varit i konkurs sedan tidigare och har tidigare varit i konkurs för andra gånger. Företaget har varit i konkurs sedan tidigare och har tidigare varit i konkurs för andra gånger.

PUR-skum ny marknad för Deflamo

Deflamo har anpassat sitt miljövänliga flamskyddsmedel så att det även kan användas för polyuretanskum. Företaget bedömer att den första volymordern mot marknaden för polyuretanskum, bör kunna tas i slutet av 2013.

AQ Group växer genom förvärv

AQ Group har förvärvat ett antal företag, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet. Företaget har förvärvat ett antal företag, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet.

BASF köper TDI-verksamhet

BASF har köpt TDI-verksamheten från ett annat företag, vilket innebär att BASF nu har en större verksamhet. BASF har köpt TDI-verksamheten från ett annat företag, vilket innebär att BASF nu har en större verksamhet.

Versalis i samarbete med koreansk bolag

Versalis har inlett ett samarbete med ett koreanskt bolag, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet. Versalis har inlett ett samarbete med ett koreanskt bolag, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet.

10. oktober 2012

JV-avtal upplöst mellan Kraton och Formosa

Kraton och **Formosa Chemicals** har upplöst sitt JV-avtal, vilket innebär att företagen inte längre har ett samarbete. Kraton och Formosa Chemicals har upplöst sitt JV-avtal, vilket innebär att företagen inte längre har ett samarbete.

Arla Plast får ny vd

Arla Plast har utsett en ny vd, vilket innebär att företaget har en ny ledare. Arla Plast har utsett en ny vd, vilket innebär att företaget har en ny ledare.

Victrax bygger ny PEEK-fabrik

Victrax har påbörjat bygget av en ny fabrik för PEEK, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet. Victrax har påbörjat bygget av en ny fabrik för PEEK, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet.

Stororder till Wittmann-Battenfeld

Wittmann-Battenfeld har fått en stor order, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet. Wittmann-Battenfeld har fått en stor order, vilket innebär att företaget har ökat sin verksamhet.



Foto: D. Schmitt/Plastforum. Bilderna är publicerade i Plastforum. Bilderna är publicerade i Plastforum.

Göteborgs-Posten. Publicerat i print 2013-02-04. Sektion: Utland.
Sida: 16.
Del: 1.

Brasiliens hälsodepartement hade begärt att få läkemedlet, Cyanokit, som anlände på lördagen. 236 människor dog på grund av branden för en vecka sedan. 20 får sjukhusvård för kemisk lunginflammation och 123 för andra skador. (TT-AFP)

© Göteborgs-Posten eller artikelförfattaren.



5.5.5 "Mitt mål är att omsätta 30 miljoner"

Trelleborgs Allehanda. Publicerat i print 2014-09-11.

Sofia Bergström. - sofia.bergstrom@trelleborgsallehanda.se. Sektion: TRELLEBORG.

Sida: 8.

Del: 1.

TRELLEBORG Skummande isolering har visat sig bli en framgångssaga. Sedan starten har Foam king dubblat sin omsättning varje år.

Det började med en sjukdag framför tv:n som visade Extreme home makeover. Jesper Lienau såg att en speciell sorts isolering presenterades och blev intresserad. Inte lång tid efter det flög han och kompisen Magnus Vigstrand över till USA och skrev på ett avtal om att få sälja polyuretanisolering i hela Norden. Sen var det bara att jobba hårt.

- Tror man på något är det bara att köra. Livet är för kort för att inte prova, säger Magnus Vigstrand.

I april 2011 startade företaget Foam king. En bil köptes in och isoleringen kom med båtlast. Sen startade jobbet med att försöka sälja in produkten. Till en början handlade det mycket om att förklara för potentiella kunder hur polyuretanisolering fungerar och hur effektivt det är. Att det kan sänka energiförbrukningen med 20-40 procent.

Efter ett tag kom kunderna av sig själva.

- Det är det bästa som finns när kunder hör av sig på rekommendation, eller att de kommer tillbaka en andra gång, säger Magnus Vigstrand.

Första året omsatte företaget två miljoner, andra fem miljoner och förra året var man uppe i 9,4 miljoner kronor. En imponerande utveckling för ett nytt företag och dessutom under en lågkonjunktur.

- Det är bara hårt arbete som gäller. Och att inte bli nedslagen av en motgång. Man lär sig genom dem i stället, säger han.

Kunderna finns över hela Skåne och även i resten av landet. Foam king har nämligen blivit ett franchiseföretag och finns nu på sex ställen i övriga Sverige.

- Dessutom har vi öppnat i Norge, säger Magnus Vigstrand.

Hur är konkurrensen med andra företag som erbjuder isolering?

- Klart att vi känner av konkurrens. Och vi har svårt att få Trelleborgs kommun som kund, man blir inte profet i sin egen stad. Trelleborgshem har vi dock som kund, vilket vi är glada för.

För knappt ett år sedan flyttade företaget in i nya lokaler på Västra industriområdet, de har både förstärkt personalen och köpt in en till bil.

- Under 2014 kommer vi nå 18 miljoner kronor och under 2015 är målet i 30 miljoner. Vi får väl se hur det går.

Bildtext: Magnus Vigstrand har på några få år byggt upp Foam king till ett företag som omsätter nästan tio miljoner kronor.

TRELLEBORG
FÖRETAGARLIV
26 år och tre företag

Trelleborg. Vigsten startade 26 år sedan. Deltid i Hälso- och sjukvård. I dag vill portarna till hansen öppet med berrklipp.

Det var en sjukdag framför tv:n som visade Extreme home makeover. Jesper Lienau såg att en speciell sorts isolering presenterades och blev intresserad. Inte lång tid efter det flög han och kompisen Magnus Vigstrand över till USA och skrev på ett avtal om att få sälja polyuretanisolering i hela Norden. Sen var det bara att jobba hårt.

Efter ett tag kom kunderna av sig själva.

- Det är det bästa som finns när kunder hör av sig på rekommendation, eller att de kommer tillbaka en andra gång, säger Magnus Vigstrand.

Första året omsatte företaget två miljoner, andra fem miljoner och förra året var man uppe i 9,4 miljoner kronor. En imponerande utveckling för ett nytt företag och dessutom under en lågkonjunktur.

- Det är bara hårt arbete som gäller. Och att inte bli nedslagen av en motgång. Man lär sig genom dem i stället, säger han.

Kunderna finns över hela Skåne och även i resten av landet. Foam king har nämligen blivit ett franchiseföretag och finns nu på sex ställen i övriga Sverige.

- Dessutom har vi öppnat i Norge, säger Magnus Vigstrand.

Hur är konkurrensen med andra företag som erbjuder isolering?

- Klart att vi känner av konkurrens. Och vi har svårt att få Trelleborgs kommun som kund, man blir inte profet i sin egen stad. Trelleborgshem har vi dock som kund, vilket vi är glada för.

För knappt ett år sedan flyttade företaget in i nya lokaler på Västra industriområdet, de har både förstärkt personalen och köpt in en till bil.

- Under 2014 kommer vi nå 18 miljoner kronor och under 2015 är målet i 30 miljoner. Vi får väl se hur det går.

Bildtext: Magnus Vigstrand har på några få år byggt upp Foam king till ett företag som omsätter nästan tio miljoner kronor.

"Mitt mål är att omsätta 30 miljoner"

5.5.6 Polyuretanisolering i mitt hus?

Gård & Torp. Publicerat i print 2013-08-23.

Jocke. Sektion: General.

Sida: 76.

Del: 1.

FRÅGA: Är i färd med att inreda övervåningen i vårt hus. I golvet ligger sågspån som inte har sjunkit ihop nämnvärt och därför får ligga kvar. Har hela tiden varit inne på att isolera snedtaget med någon form av träfibermaterial då jag läst en del om problemen med de mer "vanliga" isoleringsmaterialen som gullfiber och så vidare. Efter diskussioner med en byggare fick jag som förslag att använda

...en polyuretanisolering med difusionsöppna celler. Min fråga är om det är likvärdigt med traditionell isolering, från lämplighetssynpunkt för min typ av hus? Öppna celler låter ju onekligen som att luften kan vandra igenom materialet precis som cellulosaisolering. Det föreslagna materialet är tillverkat av vegetabiliska oljor, återvunnen plast och vatten. **ANDERS SVARAR:** Av bilderna att döma är ditt hus från någon gång under 1800-talet, vilket också rimmar väl med att det finns sågspån i vindsbjälklaget och vinden kan inredas, det är alltså traditionellt konstruerat. Ända fram till 1930-talet byggdes våra bostäder nästan helt och hållet av enkla och beprövade material, som inte tog skada av fukt och i stor utsträckning även tålde vatten. Vattenånga och tillfällig nedfuktning var inget problem. De viktigaste materialen var trä och sågspån, tegel och kalkbruk.

Klimatskalet, alltså väggar, golv och tak, var mer eller mindre homogena. Det var alltså i stort sett samma slags material rakt igenom trossbotten på en 1920-talsvilla: golvbjälkar av trä, ovanpå täckta med spontade golvbräder, på undersidan klädda med en enklare råspont. Och utrymmet mellan bjälkarna var fyllt med träspån. Ytterväggens uppbyggnad var inifrån och ut: träpanel, plank, vindpapp, träpanel. Var huset mera påkostat kunde utsidan vara reveterad, med ett lager kalkputs, slagen på ett nät av vassmatta utanpå vindpappen. Alla materialen var mer eller mindre kompakta, och tillsammans var de tillräckligt lufttäta.

Jag vill inte ge mig in på en teknisk värdering av olika slags polyuretanisolering. Men jag tror det är svårt att hitta någon byggare som har erfarenhet av detta material över längre tid än 10-15 år.

© Gård & Torp

EXPERTPANEL

EXPERTPANELEN

Välkommen att skicka dina frågor om hus och trädgård till våra experter! Anders svarar om hur man ska tänka när man färdigt sitt drömhäus men är osäker på om det går att rätta, Madeleine tipsar om hur du får det att växa och Per går igenom en komplex fråga – isolering av gamla hus.

Polyuretanisolering i mitt hus?

FRÅGA: Är i färd med att inreda övervåningen i vårt hus, golvet ligger sågspån som inte har sjunkit ihop nämnvärt och därför får ligga kvar. Har hela tiden varit inne på att isolera snedtaget med någon form av träfibermaterial då jag läst en del om problemen med de mer "vanliga" isoleringsmaterialen som gullfiber och så vidare. Efter diskussioner med en byggare fick jag som förslag att använda ...en polyuretanisolering med difusionsöppna celler. Min fråga är om det är likvärdigt med traditionell isolering, från lämplighetssynpunkt för min typ av hus? Öppna celler låter ju onekligen som att luften kan vandra igenom materialet precis som cellulosaisolering. Det föreslagna materialet är tillverkat av vegetabiliska oljor, återvunnen plast och vatten.

ANDERS SVARAR: Av bilderna att döma är ditt hus från någon gång under 1800-talet, vilket också rimmar väl med att det finns sågspån i vindsbjälklaget och vinden kan inredas, det är alltså traditionellt konstruerat. Ända fram till 1930-talet byggdes våra bostäder nästan helt och hållet av enkla och beprövade material, som inte tog skada av fukt och i stor utsträckning även tålde vatten. Vattenånga och tillfällig nedfuktning var inget problem. De viktigaste materialen var trä och sågspån, tegel och kalkbruk.

ANDERS SVARAR: Av bilderna att döma är ditt hus från någon gång under 1800-talet, vilket också rimmar väl med att det finns sågspån i vindsbjälklaget och vinden kan inredas, det är alltså traditionellt konstruerat. Ända fram till 1930-talet byggdes våra bostäder nästan helt och hållet av enkla och beprövade material, som inte tog skada av fukt och i stor utsträckning även tålde vatten. Vattenånga och tillfällig nedfuktning var inget problem. De viktigaste materialen var trä och sågspån, tegel och kalkbruk.

De viktigaste materialen var trä och sågspån, tegel och kalkbruk. Klimatskalet, alltså väggar, golv och tak, var mer eller mindre homogena. Det var alltså i stort sett samma slags material rakt igenom trossbotten på en 1920-talsvilla: golvbjälkar av trä, ovanpå täckta med spontade golvbräder, på undersidan klädda med en enklare råspont. Och utrymmet mellan bjälkarna var fyllt med träspån. Ytterväggens uppbyggnad var inifrån och ut: träpanel, plank, vindpapp, träpanel. Var huset mera påkostat kunde utsidan vara reveterad, med ett lager kalkputs, slagen på ett nät av vassmatta utanpå vindpappen. Alla materialen var mer eller mindre kompakta, och tillsammans var de tillräckligt lufttäta.

Jag vill inte ge mig in på en teknisk värdering av olika slags polyuretanisolering. Men jag tror det är svårt att hitta någon byggare som har erfarenhet av detta material över längre tid än 10-15 år.

5.5.7 TRELLEBORGSGALAN 7 dagar kvar · Årets företag

Trelleborgs Allehanda. Publicerat i print 2013-11-14.

LASSE BRYGGARE. Sektion: General.

Sida: 10.

Del: 1.

Satsar i stan "Vi har förlagt vårt huvudkontor i Trelleborg och expanderar i staden."

Nordic Plastics Group bildades våren 2012, genom ett samgående mellan de tre plastbolagen STI Industriplast, Molybon Industriplast och Andrén & Söner. Företaget är Skandinavians största leverantör av mekaniskt bearbetade komponenter i plast.

Varför tror du att ni blivit nominerade, vd Patrick Kaufmann?

- För att vi förlagt vårt huvudkontor till Trelleborg och expanderar i staden. När så många andra flyttar härifrån uppfattas det positivt.

Hur känns det att ha blivit nominerad?

- Självklart är det trevligt.

Hur ska ett bra tacktal vara?

- Kort och koncist.

FoamKing Sweden AB säljer sprejisolering och utför även isoleringen själv.

Ligger i tiden "Vi har en produkt som är ny för Sverige och som dessutom är helt i linje med dagens miljöarbete."

Varför tro du att ni har blivit nominerade, vd Magnus Vigstrand?

- För att vi har ett företag som går bra. Vi har en produkt som är ny för Sverige, och som dessutom är helt i linje med dagens miljöarbete. Vi skulle själva kunna se till att målet att sänka koldioxidutsläppen i Sverige uppnås.

Hur känns det att ha blivit nominerad?

Hur ska ett bra tacktal vara?

- Det ska vara kort och koncist. Inga långa utvecklingar utan man ska hålla sig till det väsentliga.

Positiv inställning "Jag är en människa som försöker sprida ett positivt budskap om småföretagande."

Varför tror du att ni har blivit nominerade, vd Mattias Espert?

- Jag tror att det är för att vi har gjort en satsning och blivit Sveriges största uppfödare av smågrisar. Sedan är jag en människa som försöker sprida ett positivt budskap om småföretagande.

Hur känns det att ha blivit nominerad?

Hur ska ett bra tacktal vara?



- Ja, jag tycker det finns många att tacka. Kommunen för att de nominerat oss, både för min egen del, men även för att man uppmärksammat djuruppfödningen och lantbruket.

- Fantastiskt kul. Det är ju ett bevis på att det vi gör är rätt.

Smågris Syd AB är Sveriges största smågrisproducent med cirka 54 000 uppfödda grisar per år.

- Trevligt. Man blir glad av att bli uppmärksammad på det här sättet.

© Trelleborgs Allehanda

U&D, Underhåll och Driftsäkerhet. Publicerat i print 2014-08-27.
Peter Olofsson, Sektion: YTSKYDD.
Sida: 24-25.
Del: 1.

- Polyurea som material för ytskydd och tätning är relativt nytt i Sverige. Vi började med det för ungefär tre och ett halvt år sedan och de applikationer vi främst gjort är tak och olika typer av vattenbassänger, säger Bo Forsell

VILKA PROBLEM RÖR DET SIG OM?

EN APPLIKATION SOM ALLTÄT JOBBAR MYCKET MED ÄR RENOVERING AV TAK.

- Det beror främst på att polyueran tål en hel del rörelser. Materialet har en töjbarhet på ca 400 procent. Om det inte räcker i sig, till exempel om det finns en rörelsefog eller en spricka i ett betongunderlag, så kan man lägga ett så kallat rörelseband över fogen och då kan man hantera ganska stora rörelser, säger Bo Forsell och fortsätter:

- Vi håller som bäst på att titta på alla möjligheter att använda materialet för att täta vattentorn. I botten på en sådan cistern som är gjuten på en platta blir det alltid rörelser och de vanliga metoderna att täta håller sällan länge på grund av detta. Vi har stora förhoppningar om att kunna hjälpa många kommuner att komma till rätta med den här typen av problem tack vare polyurean.

[illegible]

- Under denna tid har vi sprutat mellan 4000 och 5000 kvadratmeter, säger Torbjörn Claesson.

- Det handlar då om både betonggolv och cisterntak, i lite olika applikationer. Fördelen med materialet är att det är både flexibelt och elastiskt.

Polyurea är ett alternativ i många applikationer där man upplever problem med sprickbildning i ytskikten på grund av rörelser i konstruktionen eller att det uppstått sprickor under skikten. En klar fördel som vi sett i en del av jobben vi gjort är att polyurea tål väsentligt högre temperaturer än vad epoxi gör. Den senare börjar uppvisa sprickbildning redan vid 65 grader, medan polyurea i våta miljöer tål 60 till 90 grader beroende på media, och i torra applikationer från 130 till 150 grader beroende på media, säger Claesson och tillägger:

- Vi ser att temperaturerna ökar i stort sett överallt där vi är och jobbar. Detta gäller inte minst vid massa- och pappersbruken.

I JUST DENNA BRANSCH ÄR OFTAST GOLV SOM MAN SPRUTAR.

- Produktionen står oftast på plan två i anläggningen och man vill då täta golven så att spolvatten inte läcker ner i våningen under. Konstruktionerna drabbas med tiden av sprickor och man vill då inte ha vatten på fel ställen så att säga. Inte minst har vi tätat ovanför ställverk och liknande och den stora fördelen med polyurea här är flexibiliteten. Materialet "följer" med sprickorna och det håller tätt, säger Torbjörn Claesson.

NÄR DET GÄLLER DE CISTERNTAK MAN SPRUTAT SÅ HAR DE VARIT LITE SPECIELLA.

- Det handlar om cisterner där innehållet har en temperatur på ca 70 grader. Först har vi sprutat ett polyuretanskum och sedan har vi lagt ett ytskikt av polyurea ovanpå. PUR-skummet tål inte UV-strålningen i solljuset, men det gör polyurean.

Cisternerna är dessutom av stål och det uppstår därmed en hel del rörelser som gör att andra typer av ytbeläggning ofta råkar ut för sprickbildning, säger Claesson.

KÄNNER DÅ BESTÄLLARE I ALLMÄNHET TILL POLYUREA OCH DESS EGENSKAPER?

Både Bo Forsell och Torbjörn Claesson konstaterar att folk mer och mer börjar få upp ögonen för att detta alternativ finns.

- Men därifrån till att allmänt börja använda det är steget fortfarande långt, konstaterar de båda.

- Det tar helt enkelt tid att få in de här. Många är skeptiska i början ser gärna att någon annan provar först. Men helt klart har materialet förutsättningar att få ett större genomslag på marknaden framöver.

EN ANLEDNING TILL ATT INTÅGET PÅ MARKNADEN GÅR NÅGOT TRÖGT KAN VARA ATT METODEN UPPFATTAS SOM DYR JÄMFÖRT MED ALTERNATIVEN.

- Materialet är i sig dyrare och utrustningen för att applicera det kostar mycket pengar. Men, totalekonomiskt är det en bra metod eftersom livslängden på skikten blir så pass mycket längre. Kan man till exempel fördubbla tiden det tar innan det blir flagningar och sprickor i en bassäng, så är det klart att det blir mer ekonomiskt i längden, avslutar Bo Forsell och Torbjörn Claesson.

Bildtext: Ett cisterntak som först isolerats med PUR-skum och sedan belagts med polyurea. | Torbjörn Claesson, Wibax Industrial AB. | Vid renovering av papptak sprutas polyurea direkt på pappen. | Polyuerasprutning av betonggolv.

Plastforum. Publicerat i print 2014-03-21. Sektion: Nyheter.
Sida: 10.

En av de viktigaste faktorerna som bidrar till den ökade tillväxten på 7,03 procent, är den ökande efterfrågan från industrier som säng- och möbelindustrin samt bygg- och anläggningsindustrin. Den globala polyuretanskummarknaden har också noterat av en ökad andel av miljövänliga polyuretanskum. Dock menar författarna bakom rapporten, att det ökande priset på råvaror är en utmaning för tillväxten av det gröna marknadsalternativet.

33. **Mykety**

[illegible]

SEAT WOODSTOCK är ty till för tyg. Mycket skandinavisk smak. Här strålar det skandinaviska designet som gör i person. Skandinavisk smak skenad och här skandinavisk skapad. Skandinavisk smak skenad och här skandinavisk skapad.

Senior produkt- och produktionsutvecklare

Öppna ett utvecklings- och drifts produktutveckling medfärdigt tillfärdigt material och produktionsutveckling med hjälp av teknisk utbildning och teknisk utbildning för att utveckla produktions- och produktionsutveckling som ger support och teknisk utbildning för produktions- och produktionsutveckling.

Välkommen till oss! info@proton.se 070 660 07 11
Lärare och teknisk utbildning 11 april 2016

 Proton
Solutions

100. In addition to the club, please

Öarna är ett stort öarkeipelag i norra Skandinavien. Öarna är en del av den nordiska landmassan och ligger i den nordöstra delen av den nordiska landmassan. Öarna är en del av den nordiska landmassan och ligger i den nordöstra delen av den nordiska landmassan.

[illegible]

Sten Hansson är vd för Högskolan i Gäddede. Han har varit vd för Högskolan i Gäddede i 10 år. Han har varit vd för Högskolan i Gäddede i 10 år. Han har varit vd för Högskolan i Gäddede i 10 år.



Plastforum. Publicerat i print 2013-08-22. Sektion: Nyheter.
Sida: 9.

- Koldioxid framstår i ett nytt ljus och blir ett nytäntabelt råmaterial. Vi är ett av de första företagen som använder alternativa material vid produktion av högkvalitetsskum, säger Patrick Thomas, VD för Bayer Materialsience.

Enligt kemikonscernen visar tester att det nya skummet har minst lika goda egenskaper som de konventionella materialen baserade på fossila råvaror.

Produktionsanläggningen kommer att ha en kapacitet på flera tusen ton per år.

- Det kommer inte att räcka för att möta efterfrågan. Vi har ännu inte bestämt om vi ska vara en exklusiv producent av denna innovativa polyol eller om vi ska lägga ut den på licenstillverkning, säger Patrick Thomas.

70



5.5.11 Miljövänligare flamskydd för PUR

Plastforum. Publicerat i print 2012-08-17. Sektion: General.
Sida: 32.

LANXESS LÄGGER STOR tonviktpå nya miljövänligare flamskyddsmedel för polyuretanindustrin, speciellt för applikationer inom fordons- och byggsektorn.

Marknadspotentialen förväntas öka kraftigt till följd av de globala megatrenderna med urbanisering och ökad rörlighet.

Lanxess Levagard flamskyddsmedel passar speciellt bra till styva polyuretanskum. Exempelvis är produkten DMPP ett högeffektivt halogenfritt flamskyddsmedel med extremt högt fosforinnehåll och kan med fördel kombineras med oorganiska flamskydd som aluminiumhydroxid.

Förutom lanseringen av dessa nya produkter passar man även på att fira att det är 75 år sedan professor Otto Bayer första patentansökning runt baskemin för PUR-tillverkning.

© Plastforum

70 Tekniskt



Materialdatabas över naturfibreremering

Materialen: nya råvaror För kompositmaterial med en mängd naturfibrer som ett alternativ till de tidigare plastiska materialen, som till exempel glasfiber, är naturfibrer som råvaror för kompositmaterial. Detta innebär att naturfibrer kan användas i kompositmaterial som till exempel i bilar, flygplan och byggnader. Detta innebär att naturfibrer kan användas i kompositmaterial som till exempel i bilar, flygplan och byggnader. Detta innebär att naturfibrer kan användas i kompositmaterial som till exempel i bilar, flygplan och byggnader.

Lathund för maskininställningar

För att kunna tillverka kvalitetsprodukter För att kunna tillverka kvalitetsprodukter är det viktigt att ha rätt maskininställningar. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen.

Miljövänligare flamskydd för PUR

LANXESS LÄGGER STOR tonviktpå nya miljövänligare flamskyddsmedel För att kunna tillverka kvalitetsprodukter är det viktigt att ha rätt maskininställningar. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen.

Kvalitetssäkra i moinet

För att kunna tillverka kvalitetsprodukter För att kunna tillverka kvalitetsprodukter är det viktigt att ha rätt maskininställningar. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen. Detta innebär att man måste ha rätt inställningar för maskinerna som används i tillverkningsprocessen.

Kollfibrer av massaligrin

Materialen: nya råvaror För kompositmaterial med en mängd naturfibrer som ett alternativ till de tidigare plastiska materialen, som till exempel glasfiber, är naturfibrer som råvaror för kompositmaterial. Detta innebär att naturfibrer kan användas i kompositmaterial som till exempel i bilar, flygplan och byggnader. Detta innebär att naturfibrer kan användas i kompositmaterial som till exempel i bilar, flygplan och byggnader.

5.6 Bilaga 6: SEM-bilder (Scanning Electron Microscope)

1.

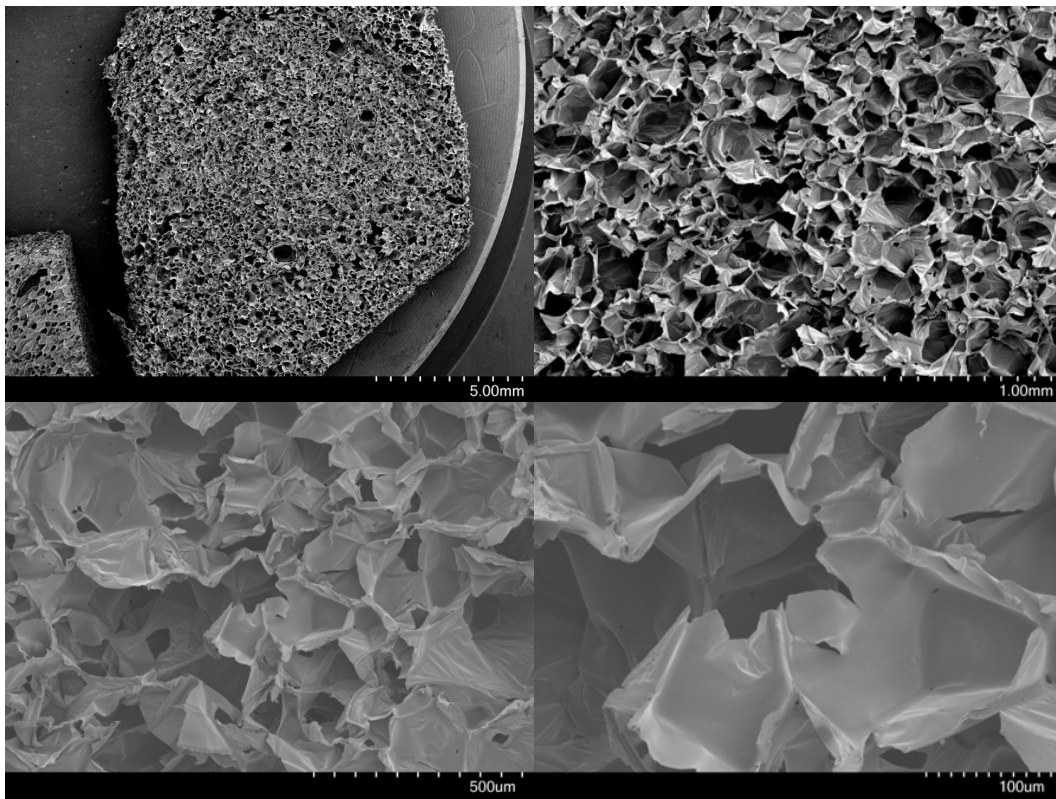


Bild 1: Översiktsbild. Skum med öppna celler (zoom x7).

Bild 2: Skum med öppna celler (zoom x40).

Bild 3: Skum med öppna celler (zoom x100).

Bild 4: Skum med öppna celler (zoom x300).

2.

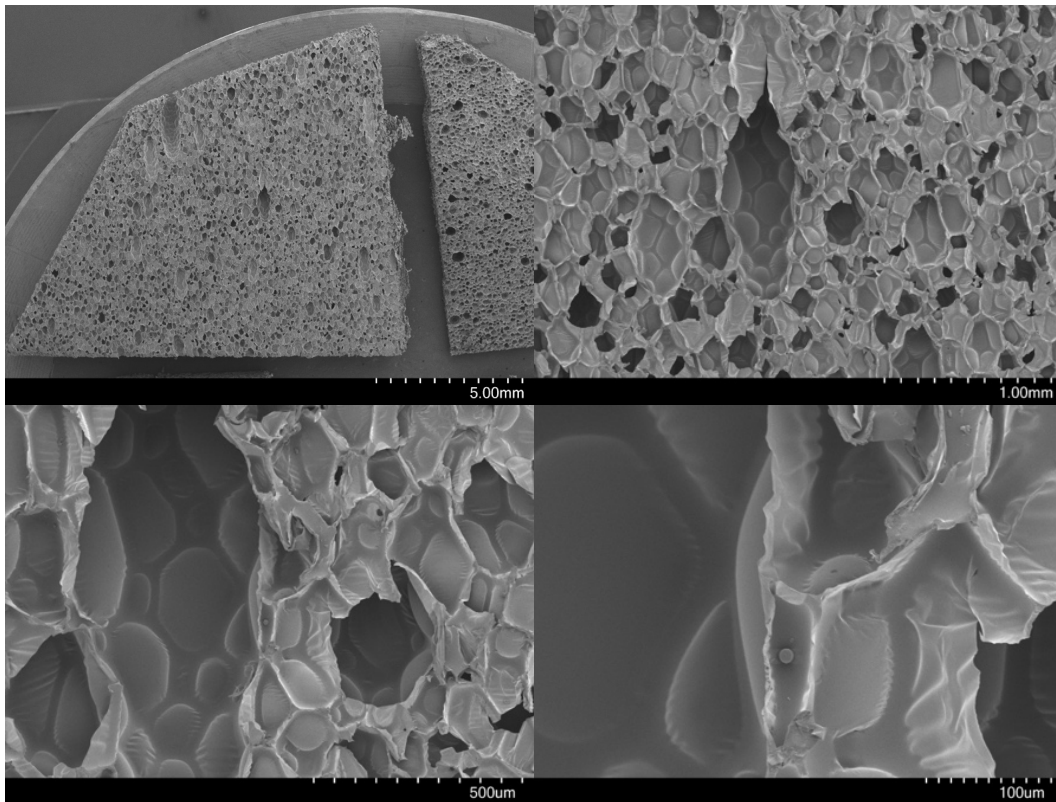


Bild 4: Översiktsbild. Skum med slutna celler och snitt parallellt mot skumningsriktningen (zoom x7).

Bild 5: Skum med slutna celler och snitt parallellt mot skumningsriktningen (x40).

Bild 6: Skum med slutna celler och snitt parallellt mot skumningsriktningen (x100).

Bild 7: Skum med slutna celler och snitt parallellt mot skumningsriktningen (x300).

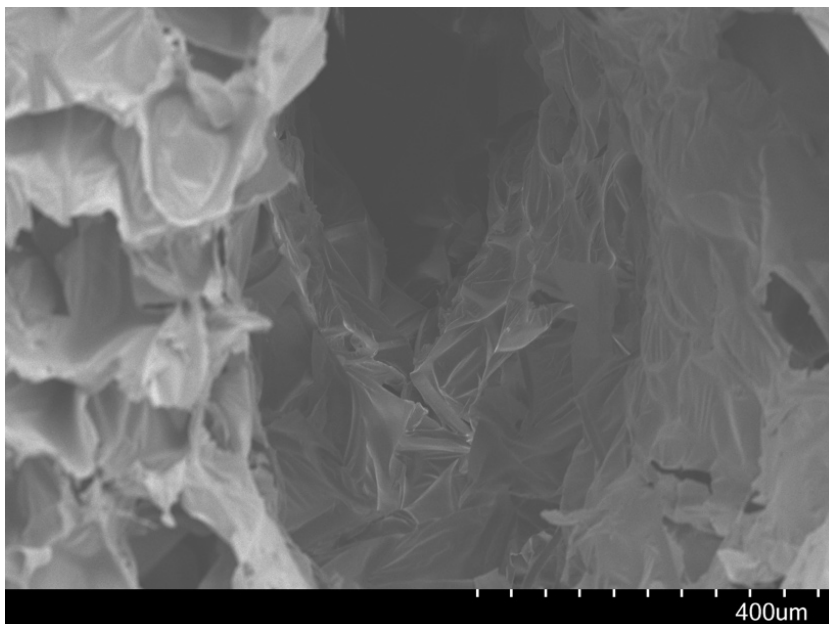


Bild 8: Inzoomning på en specifik por i ett skum med öppna celler (zoom x?).

3.

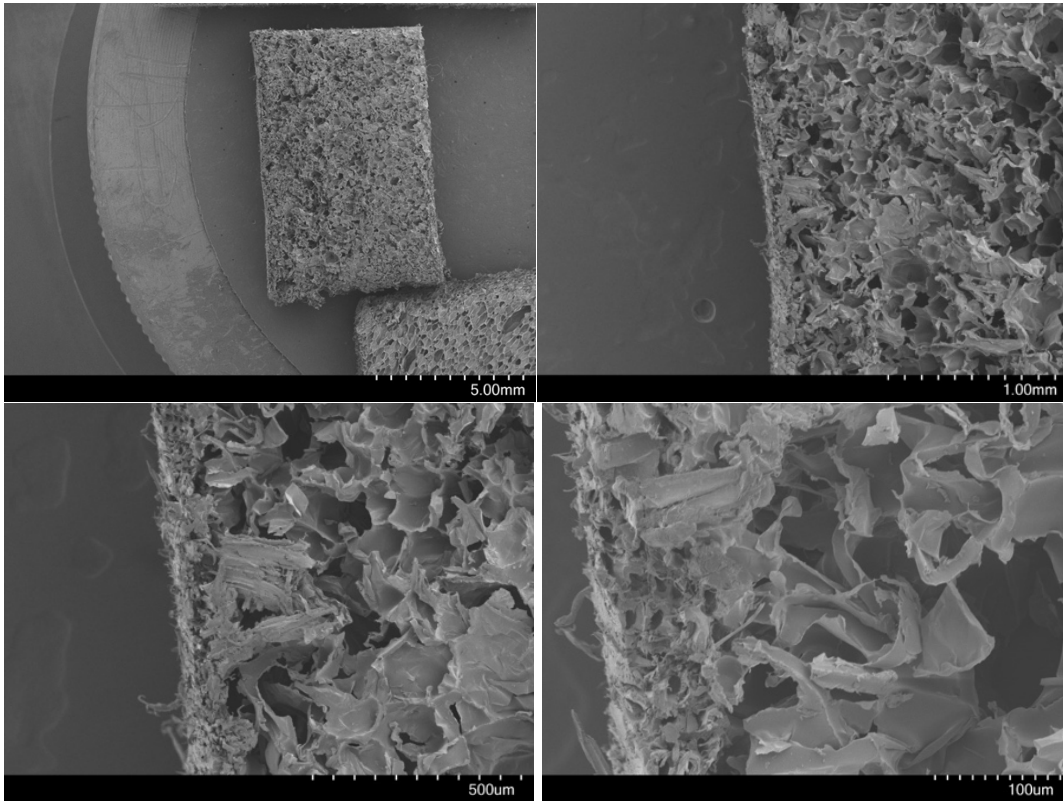


Bild 9: Översiktsbild. Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (zoom x7).

Bild 10: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x40).

Bild 11: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x100).

Bild 12: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x300).

4.

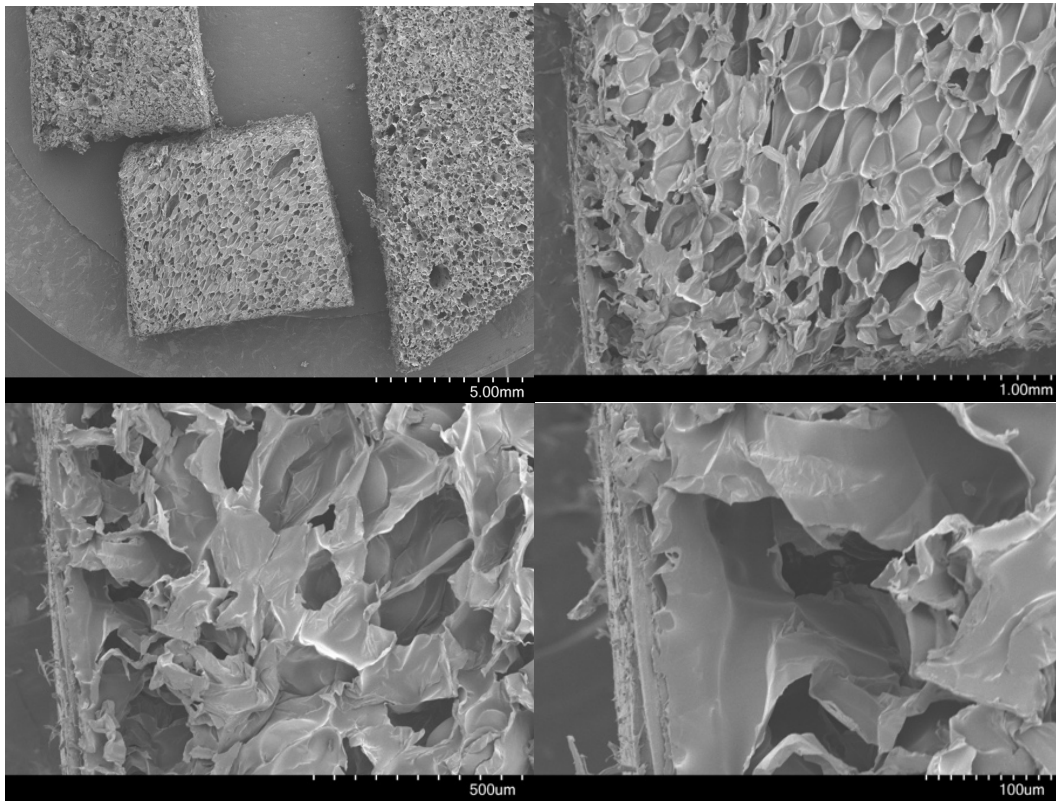


Bild 13: Översiktsbild. Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x7).

Bild 14: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x40).

Bild 15: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x100).

Bild 16: Skum med slutna celler, snitt parallellt mot skumningsriktningen, anslutning mot trä (x300).

5.

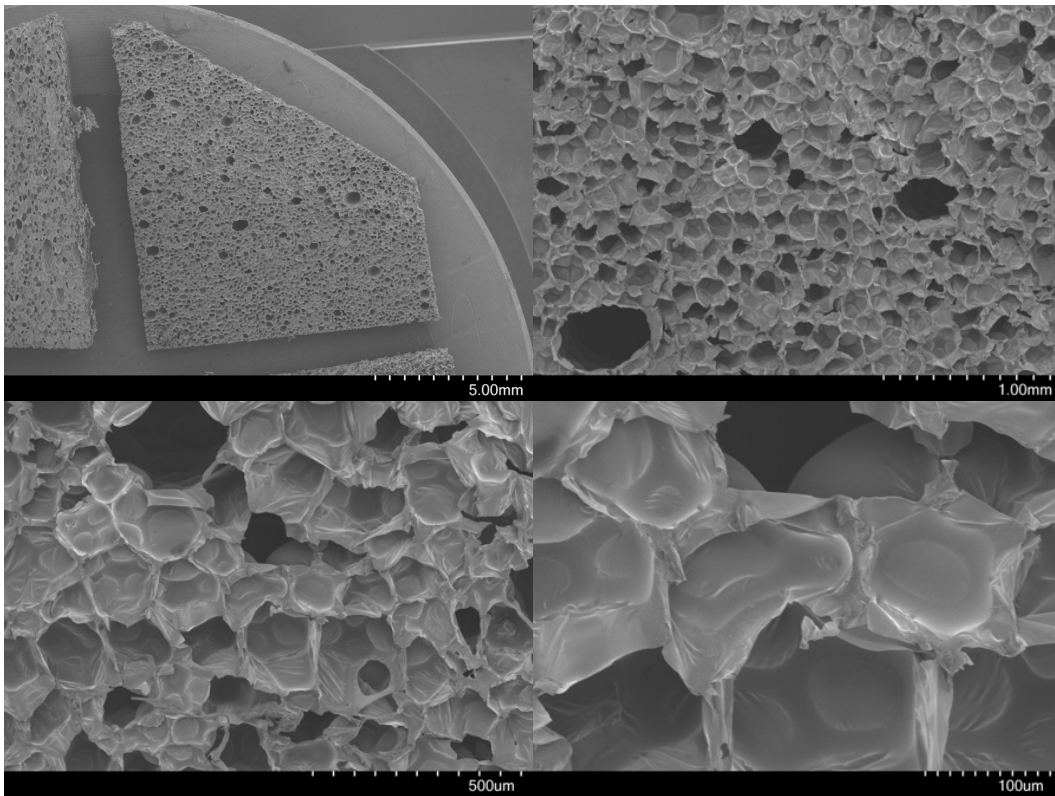


Bild 16: Skum med slutna celler (zoom x7) vinkelrätt mot skumningsriktningen.

Bild 17: Skum med slutna celler (zoom x40) vinkelrätt mot skumningsriktningen.

Bild 18: Skum med slutna celler (zoom x100) vinkelrätt mot skumningsriktningen.

Bild 23: Skum med slutna celler (zoom x300) vinkelrätt mot skumningsriktningen.