

Förstudie Innovationsupphandling Rationell Tilläggsisolering för småhus

Utarbetad av Michael Sillén, Agri Karem och Diar Balata, Anthesis AB

Granskad av: Agneta Persson, Anthesis AB

Stockholm, 2022-12-14

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	1
2	NULÄGESANALYS	3
2.1	Behovet av rationell tilläggsisolering	3
2.2	Relation till energieffektivitet och minskad klimatpåverkan	4
2.3	Marknadspotential	5
2.4	Målgrupp för innovationsupphandlingen	6
2.5	Bevarande av kulturhistoriska värden	6
3	MARKNADSANALYS ÖVER IDAG TILLGÄNGLIGA LÖSNINGAR.....	7
3.1	Materialanalys.....	7
3.2	Systemlösningar	19
3.3	Byggtekniska lösningar	22
3.4	Processbaserade och övriga lösningar	25
4	LITTERATURSAMMANSTÄLLNING OM RATIONELL ISOLERING	29
4.1	Dagens standardlösningar och erfarenheter från tidigare innovationsupphandlingar	29
4.2	Identifierade nya tekniker och lösningar	29
5	SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	31
5.1	Slutsatser.....	31
5.2	Förslag till fortsatt arbetet.....	32
6	REFERENSER.....	34

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Energianvändningen i befintliga småhus är i nästan alla fall betydligt större än energianvändningen i nya småhus. Detta påverkar inte bara de aktuella hushållens ekonomi utan också byggnadernas klimatpåverkan under driftskedet.

Det finns flera sätt på vilka det befintliga småhusbeståndet kan nå en minskad energianvändning. En sådan lösning för att minska behovet av både energi och effekt för uppvärmning av befintliga småhus är att tilläggsisolera husens klimatskal. Det finns ett antal metoder på marknaden för tilläggsisolering. Men alla dessa lösningar har också utmaningar av olika slag, som hög investeringskostnad, ökad risk för fuktskador, brist på utförarkompetens, ökad väggjocklek, långsam anpassning till nya lösningar inom byggindustrin m.m.

Under perioden 2010–2014 genomfördes ett teknikupphandlingsprojekt avseende rationell isolering av klimatskal för flerbostadshus (TURIK). Projektet genomfördes inom ramen för medlemsnätverket BeBo och finansierades av Energimyndigheten. Projektet ledde till att flera nya lösningar introducerades på marknaden, men man lyckades inte helt med målet att attrahera systemleverantörer som skulle ta ansvar för hela system.

Som en spinoff av TURIK-projektet genomfördes år 2014 också en förstudie för att undersöka om det skulle vara möjligt att genomföra en teknikupphandling av rationell isolering av klimatskärmen för småhus. Då bedömdes tiden inte vara mogen för att gå vidare från förstudie till teknikupphandling, men läget kan vara annorlunda nu. Den förstudie som genomfördes år 2014 redogjorde för behovet för informationsspridning, ökad medvetenhet, goda exempel och riktlinjer samt helhetskoncepten för omfattande energirenovering av småhus. Slutsatsen var att det behövs tilläggsisolering som har:

- Mycket bra värmeisoleringsförmåga för att kunna hålla nere materialtjockleken
- Låg investeringskostnad
- Tolerans för den ibland omilda hanteringen på en byggarbetsplats
- Miljövänliga egenskaper

Fokus för den teknikupphandling som 2014 års förstudie fokuserade på var att de nya lösningarna skulle vara rationella och kostnadseffektiva samt att helhetslösningar skulle eftersträvas. En av förstudiens slutsatser var att det kunde vara lönsammare att endast tilläggsisolera horisontella vindsbjälklag och att det var tänkbart att det var för ambitiöst att tilläggsisolera hela klimatskärmen av småhus till passivhusstandard.

De frågor vi nu ställer oss är hur marknaden och processen ser ut idag för tilläggsisolering av småhus, var ligger den optimala nivån för tilläggsisolering samt om innovationsupphandling av en tillämplig metod för att påskynda energieffektivisering genom tilläggsisolering av småhus.

1.2 Syfte och mål

Denna studie syftar till att belysa vad som finns på marknaden (eller på forskarnivå) idag inom området 'rationell isolering' och tilläggsisolering av småhus, och att redogöra för om

innovationsupphandling är en lämplig metod för att stimulera kostnadseffektiv och energieffektiviserande isolering av småhus. Studien ska också förbereda för en innovationsupphandling, innovationspartnerskap eller annan lämplig metod utveckling och implementering av för rationell isolering av småhus.

2 Nulägesanalys

2.1 Behovet av rationell tilläggsisolering

Rysslands invasion av Ukraina i februari 2022 har haft mycket stor påverkan på de europeiska energimarknaderna. Priset på naturgas har skjutit i höjden vilket i sin tur har gett signifikanta prisökningar för el. I Sverige har elanvändarna i elområde 3 och 4 påverkats starkast av de höjda elpriserna. De kraftigt ökade energipriserna har stor negativ påverkan på ekonomin, för såväl företag som privatkunder. En småhusägare i elområde 3 eller 4 med rörligt elavtal kan komma att behöva betala minst tre gånger så mycket för sin uppvärmning under vintern 2022/2023 jämfört med vintern innan.¹ Många småhusägare är idag oroad över vad de kraftigt ökade energipriserna kommer att innebära för privatekonomin.²

Genom att effektivisera energianvändningen kan de negativa konsekvenserna av ökade energipriser undvikas eller åtminstone lindras väsentligt. Åtgärder som minskar energianvändningen har en direkt påverkan i form av minskade energikostnader för den eller de som låter genomföra åtgärderna. Energieffektivisering gör att det blir färre kilowattimmar kvar att betala för. Minskad energianvändning leder också till att kostnaderna per kilowattimme blir lägre. Simuleringar visar att en 5 % minskning av elanvändningen i elområde 3 och 4 skulle sänka elkostnaden med 0,40 SEK/kWh. En minskning av elanvändningen i hela Europa med 10 % bedöms minska elpriserna i Sveriges elområde 3 och 4 med 1,70 SEK/kWh.³

Det är stor skillnad i energiprestanda mellan de småhus som byggs idag och äldre småhus energiprestanda. Potentialen för att minska energianvändningen i det existerande småhusbeståndet är betydande. Med olika energieffektiviseringsåtgärder går det att förbättra de existerande byggnadernas energiprestanda så att de närmar sig den nivå nya byggnader har.

Potentialen för energieffektivisering i småhusbeståndet har analyserats i flera projekt, bl.a. BeSmå potentialstudie från år 2019,⁴ och i projektet Grön logik.⁵ Resultaten från dessa studier visar på mycket stora potentialer för ekonomiskt lönsam energieffektivisering i småhus.

Om alla de lönsamma åtgärderna för energieffektivisering skulle börja genomföras omgående skulle enligt Grön logik-studien en privatekonomiskt lönsam potential på nästan 1,6 TWh realiseras det första året. Om hela den privatekonomiskt lönsamma energieffektiviseringspotentialen (24,2 TWh/år) i småhus skulle realiseras till år 2045 skulle den privatekonomiska vinsten bli 246 Mdr SEK medan den totala samhällsekonomiska vinsten skulle bli hela 543 Mdr SEK. Adderar man åtgärder som är samhällsekonomiskt, men inte privatekonomiskt lönsamma beräknas energieffektiviseringspotentialen i småhus det första året vara 1,8 TWh, dvs 15 procent högre än den privatekonomiska potentialen. Om småhusägare skulle kunna förmås att genomföra hela den samhällsekonomiska energieffektiviseringspotentialen (28,7 TWh/år) skulle den samhällsekonomiska vinsten skulle öka till 562 Mdr SEK.

¹ <https://stockholmshandelskammare.se/nyheter/extrema-elrakningar-att-vanta-i-vinter>.

² Energimyndigheten. Pressmeddelande 2022-07-14. Småhusägare är oroliga för vinterns elpriser.

³ Energiforsk. 2022. Lowering prices in a hurry – Electric prices in the wake of Russia's invasion of Ukraine.

⁴ BeSmå, 2019, Potential för energieffektivisering i småhus.

⁵ Anthesis. 2021. Grön logik – Den samhällsekonomiska potentialen för energieffektivisering i byggnader.

Av många olika skäl genomförs bara en liten del av de ekonomiskt lönsamma energieffektiviseringsåtgärderna. Investeringskostnader är naturligtvis en viktig förklaring, att den ibland höga kostnaden betalas tillbaka först under en längre tidsperiod.

Det finns också en rad andra förklaringar som brist på information eller beställarkompetens, rädsla att bygga in fuktproblem vid renovering m.m. Genom införande av olika typer av styrmedel kan det dessutom skapas förutsättningar för att även energieffektiviseringsåtgärder som inte är privatekonomiskt lönsamma men är samhällsekonomiskt lönsamma genomförs.

Genom att utveckla mer industrialiserade och rationella metoder för isolering av småhus klimatskärm kan fler av de åtgärder som faktiskt är privatekonomiskt lönsamma men i dagsläget ändå inte realiseras komma att genomföras.

2.2 Relation till energieffektivitet och minskad klimatpåverkan

Enligt Energimyndighetens uppskattning var den totala energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i småhus ca 31,7 TWh år 2021.⁶

Småhusens klimatskal har förbättrats markant under de senaste decennierna. Vissa nya småhus är så välisolerade att de inte behöver något uppvärmningssystem, värmen från de boende, solinstrålning och spillvärme är tillräcklig. I det befintliga småhusbeståndet ligger däremot en stor potential för energieffektivisering i att förbättra byggnadernas klimatskal.

Med hjälp av analysprogrammet HEFTIG har åtgärder för att minska energianvändningen i småhusbeståndet beräknats.⁷ Beräkningarna visade att den lönsamma potentialen för energieffektivisering är mycket stor, och att det går att halvera energianvändningen i småhussektorn med lönsamma åtgärder.

Potentialen för tio olika åtgärder har beräknats i olika scenarier. Av dessa är det fyra åtgärder som är relaterade till byggnadernas klimatskal; fönsteråtgärder, vindsisolering, dörråtgärder och fasadisolering.

Tabell 1: Potentiell energibesparing i olika scenarios.

	2030			2040			2050		
Köpt värme i TWh	Teknisk potential	Ingenjörspotential	Rimligt genomförande	Teknisk potential	Ingenjörspotential	Rimligt genomförande	Teknisk potential	Ingenjörspotential	Rimligt genomförande
Total potential besparing	16,7	13,5	9,4	20,6	14,3	14	23,6	16,2	15,9
Varav åtgärder i byggnadernas skal									
Fönsteråtgärder	1,2	0,8	0,9	2	1,4	1,5	2,9	2	2,2
Vindsisolering	1	1	0,8	1,8	1,6	1,3	2,4	2,4	1,9
Dörråtgärder	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5
Fasadisolering	1,1			1,8			2,6		

Beräkningarna av potentialen i olika typer av åtgärder gjordes i fyra olika scenarios:

⁶ Energimyndigheten, Energistatistik för småhus 2022.

⁷ BeSmå, 2019, Potential för energieffektivisering i småhus.

1. *Teknisk potential - Alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga.*
2. *Ingenjörspotential - Alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma.*
3. *Rimligt genomförande – Småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma i en takt som bedöms vara rimlig.*
4. *Halverad energianvändning – Småhusägare genomför de åtgärder som krävs (i lönsamhetsordning) för att nå en halverad energianvändning.*

Rapporten publicerades år 2019 och beräkningarna över olika åtgärders lönsamhet gjordes utifrån de energipriser som gällde då. Det är mycket troligt att lönsamheten för olika effektiviseringsåtgärder har ökat och att potentialerna som finns i ingenjörspotential respektive rimligt genomförande hamnat närmare den tekniska potentialen.

El och värmeproduktion i Sverige baseras i dag till mycket stor del på fossilfria bränslen. Koldioxidutsläppen från energisektorn är därmed låga. Ur ett systemperspektiv finns det dock betydande miljömässiga vinster med att minska el- och värmeanvändningen. På marginalen i det nordeuropeiska elsystemet kan åtgärderna ha stor påverkan. Om den inhemska efterfrågan el minskas finns det större potential att exportera el till länder med större andel fossila råvaror i sin energiproduktion och därmed minska koldioxidutsläppen globalt.

I takt med energisystemets omställning, med ökad produktion av el från väderberoende energikällor, har det blivit allt viktigare att fokusera på när elen används. Genom att minska elanvändningen vid höglasttider kan effektkris och fossileldad spetsproduktion undvikas. Vilka åtgärder som minskar elanvändningen vid höglasttid har mycket stor systempåverkan.

Användning av el i Sverige påverkas av utetemperaturen. Elanvändningen är som störst när det är som kallast. Uppvärmningen av bostäder och lokaler står till stor del för den ökade elanvändningen vid kalla temperaturer. Potentialen att minska småhusens toppeffekt bedöms uppgå till 1–6 GW, vilket bör jämföras med toppeffekten i hela det svenska elsystemet på knappt 30 GW.⁸ Åtgärder som avser förbättrad energiprestanda för klimatskalet i enskilda byggnader leder inte till särskilt stor effektreduktion, men sammanlagt kan de svara för en effektreduktion på 37 procent.⁹

2.3 Marknadspotential

Den svenska marknaden för effektiviseringsåtgärder i småhusens klimatskal är mycket stor. En översiktlig uppskattning ger vid handen att den åtgärden skulle ge en minskad energikostnad på ca 10 Mdr SEK per år.¹⁰ I antagandet ingår att åtgärderna har en livslängd på 40 år och varje år genomförs 2,5 % av klimatskalsåtgärderna. Sätts styrmedel in så att större andel byggnader renoveras de närmast kommande åren blir omfattningen ännu större. Beräkningarna baseras på merkostnader, dvs de extra kostnader som tillkommer när man ändå behöver renovera av andra skäl.

Antalet småhus i Sverige uppgår till ca 2,1 miljoner.¹¹

⁸ BeSmå. Småhusens bidrag till minskade topplaster.

⁹ BeSmå. 2021:01 Småhusens roll i ett förändrat energisystem.

¹⁰ Beräkningarna är gjorda baserade på grundmaterialet i Grön logikstudien.

¹¹ Energimyndigheten. Energistatistik för småhus 2021.

Tabell 2: Energianvändningen i småhus uppdelat på byggnadernas ålder.

Årtal	Antal småhus	Energianvändning per m ² för värme och varmvatten
–1940	526 000	118
1941–1960	287 000	117
1961–1970	277 000	97
1971–1980	416 000	92
1981–1990	212 000	96
1991–2000	98 000	99
2001–2010	114 000	82
2011–	110 000	58

I tidigare BeSmå-projekt har småhus byggda åren 1960–1980 identifierats som relevanta för olika typer av storskaliga renoveringsåtgärder.¹² Småhus byggda under denna period är relativt enhetligt byggda. Det skapar förutsättningar för rationella lösningar som kan skalas upp till ett stort antal byggnader.

Byggnaderna från den aktuella perioden har också en energianvändning som är betydligt högre än nya småhus. Potentialen att genomföra åtgärder som ger en stor energibesparing är därmed hög.

Ur ett livscykelperspektiv är det en fördel om energieffektiviseringsåtgärder genomförs när byggnadsdelar har nått sin livslängd och måste bytas ut. De kostnader som uppstår för genomförande av de energieffektiva alternativen blir då lägre och återbetalar sig snabbare om det endast är merkostnad och inte hela investeringskostnaden för byte av fasad, fönster eller dörrar.

2.4 Målgrupp för innovationsupphandlingen

Behovsägarna för de lösningar som tas fram i denna innovationsupphandling är de som äger småhus. Drygt 2 miljoner av de 2,1 miljoner svenska småhusen ägs av privatpersoner.

2.5 Bevarande av kulturhistoriska värden

Det finns småhus med kulturhistoriska värden som gör det omöjligt att genomföra vissa åtgärder. Det innebär dock inte att de kulturhistoriskt värdefulla småhusen blir opåverkade i arbetet med att renovera småhus till att bli mer energieffektiva.

Befintliga småhus behövs göras mer energieffektiva för att bidra till att uppnå de samhälleliga miljömålen, och det är den enskilda fastighetsägarens ansvar att hitta en balans mellan kulturbevarande och energibesparing inför en renovering.

¹² BeSmå. 2020. Kostnadseffektiva åtgärdspaket för energieffektivisering av småhus.

3 Marknadsanalys över idag tillgängliga lösningar

Nedanstående litteratursammanställning beskriver olika material och system som har identifierats som möjliga att nyttja för att skapa mer rationella renoveringsprocesser. De är i sig inbördes mycket olika. Några finns som nischprodukter på marknaden idag och marknaden är då inte främst småhusägarna.

De beskrivna materialen eller systemen representerar lösningar som inte är "business as usual". Detta eftersom syftet med marknadsanalysen är att se vilka material och lösningar som skulle kunna möjliggöra en mer rationell renoveringsprocess än dagens.

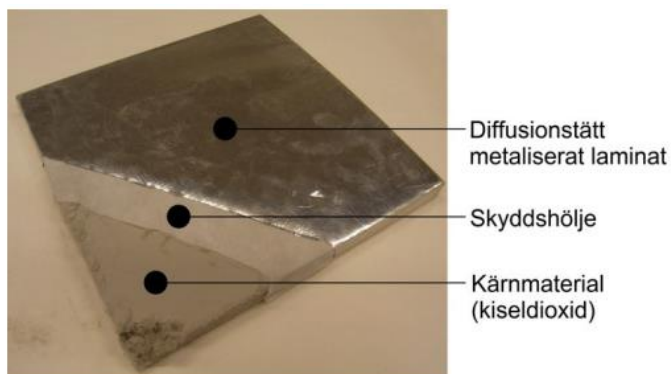
3.1 Materialanalys

3.1.1 Superisoleringsmaterial (SIM)

Superisoleringsmaterial (SIM) är material som har en värmekonduktivitet som är lägre än ca 0,025 W/(mK). Det finns olika typer av superisolerande material, men de vanligaste är vakuumpanelisolering (VIP) och avancerade porösa isoleringsmaterial (APM). Materialen finns tillgängliga på marknaden idag men används i liten omfattning i byggnader. Främst används SIM inom organtransporter, flygplan och kylskåp. Orsakerna till att SIM inte har tagit större marknadsandelar inom byggsektorn kan bland annat bero på att det saknas standarder, riktlinjer för säker installation och behovet av att öka användarnas kunskap.¹³

Enligt E2B2-rapporten, Superisoleringsmaterial i byggnader, kan värmeförlusterna genom byggnadens klimatskal reduceras med 50–80 % om tjockleken på SIM är densamma som de konventionella isoleringsmaterialens.^{13,21,23} SIM är dock dyrare än de konventionella isoleringsmaterialen och det finns ingen långvarig erfarenhet av SIM i byggnader.

Vakuumisoleringspanelen består av olika lager, där det första lagret består av ett poröst kärnmaterial (vanligen kiseldioxid eller glasfiber). Detta lager är sedan omsluten av en luft och ångtät barriär och ett skyddshölje (cellulosafibrer). Det sista lagret består av ett diffusionstätt metalliserat laminat. Se Figur 1.



Figur 1: Vakuumisoleringspanel^{13,21,23}

Enligt de tester som gjorts kan vakuumpanelisolering hålla i mer än 50 år och värmeledningsförmågan varierar beroende på typen av kärnmaterial och luft- och ångtät barriär. Värmeledningsförmågan i

¹³ Adl-Zarrabi, B., Johansson, P., E2B2 [Superisoleringsmaterial i byggnader, 2017:24](#).

Formatted: Footnote Reference, Font color: Accent 4

Formatted: Footnote Reference

mitten av en VIP kan vara inom intervallet 0,002–0,004 W/mK, men med hänsyn till effekten av köldbryggor och åldring är 0,007–0,008 W/mK en rimligare uppskattning.¹³¹³¹³

Formatted: Footnote Reference, Font color: Accent 4

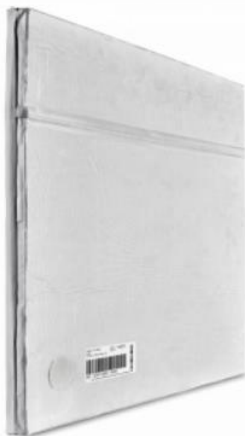
Fördelarna med de superisolerande materialen är att de kan användas vid tilläggsisolering utan att byggnadens utseende ändras drastiskt. Existerande material kan bytas mot superisolerande isolering och då uppnå bättre isolerförmåga. Fönster och dörrar behöver inte flyttas utåt som vid tilläggsisolering med de stenullsmaterial som används som standard vid isolering.

Det finns dock en rad nackdelar med materialet. VIP-höljet är känslig för fysiska skador, vilket kan leda till läckage och förlust av isoleringsförmåga. Kostnaderna är högre och materialet behöver hanteras mer varsamt än till exempel stenullsisolering. De superisolerande materialen är ännu så länge bristfälligt undersökta ur ett livscykelperspektiv.

På marknaden finns det olika tillverkare av VIP:

- va-Q-tec
- LG Hausys EnviroHomes
- Dow Corning
- ThermalVisions
- Xiamen Goot
- Sokkull

Va-Q-shield VIP C, tillverkad av va-Q-tec, är en vakuumpanelisolering med ett kiseldioxidbaserat kärnmaterial som finns tillgänglig på marknaden. Panelen är godkänd i Tyskland för allmänna konstruktionsändamål och kan användas för att isolera golv, tak, ut- och invändig väggisolering. Tillverkaren klassar panelen som förnybar då kärnmaterialen är återvinningsbar.¹⁴



Figur 2: va-Q-shield VIP C, se Tabell 6 för tekniska egenskaper.¹⁴¹⁴¹⁴

Formatted: Footnote Reference

3.1.2 Hampakalk

Hampakalk är ett diffusionsöppet byggnadsmaterial som skulle kunna förbättra energiprestandan hos byggnader och samtidigt bevara kulturhistoriska värden. Hampakalken är en koldioxidnegativ

¹⁴ va-Q-tec, va-Q-shield VIP C. Hämtad: 2022-10-21.

isolering, d.v.s. absorberar koldioxid, och är en biokomposit som består av hampaplantans inre trärör blandat med ett kalkbaserat bindemedel. Hampaplantan växer snabbt, vilket gör den till ett resurseffektivt råmaterial. En unik egenskap hos hampaplantan som naturfiber är att hampakärnan har en god bindningsförmåga med kalk. Resultatet av blandningen leder till ett lätt cementbaserat isoleringsmaterial med en densitet på ca. 275–600 kg/m³ beroende på blandningsförhållanden,¹⁵ som väger ungefär en fjärdedel till en åttondel jämfört med betong, vars densitet är ca. 2 400 kg/m³.¹⁶

Hampakalk är ett permeabelt byggmaterial som innebär att flytande vatten hindras från att tränga igenom väggen. Byggmaterialet är dock hygroskopiskt, det vill säga att vattenånga (fukt) kan absorberas från till exempel inomhusluften och sedan avges till utsidan av byggnaden utan att byggnadsmaterialet skadas.

Hampakalks tryckhållfasthet varierar beroende på den exakta blandningen och åldern för materialet. I en studie från Lunds universitet, *Hemp concretes: mechanical properties using both shives and fibres* av Paulien Strandberg 2008, varierar de rapporterade tryckhållfasthetsvärden för hampakalk från 0,02–1,22 MPa (Betong ca. 10–130 MPa).¹⁷ Andra källor pekar på tryckhållfastighet upp mot 3,5 MPa,¹⁸ vilket inte är tillräckligt för att materialet ska vara bärande och kräver en tillagd bärande struktur. I Tabell 3 listas tekniska specifikationer för Tradicals hampakalksprodukt Hemcrete.

Tabell 3: Tekniska specifikationer för Tradical Hemcrete.¹⁹

Böjhållfasthet	0,3–0,4 N/mm ²
Värmeledningsförmåga, λ	0,06 W/mK
Specifik värmekapacitet	1 500 – 1 700 J/kg*K
Genomsnittlig akustisk absorptionskoefficient	0,68 NRC
Luftpermeabilitet	0,75 gm/m ² /mm hg
Ångpermeabilitet	24,2 gm/m ² /mm hg
Motstånd mot ångdiffusion, μ	4,84
Brandklassning	1 hr BS EN 1365–1:1999
Koldioxidinfångning	130 kg CO ₂ /m ³
Lufttäthet	<2m ³ /m ² .hr@50pa

Ytterligare egenskaper med Hampakalk illustreras i Figur 3.

¹⁵ <https://www.ekolution.se/> & <https://limecrete.co.uk/hempcrete-factsheet/> Hämtad: 2022-09-27.

¹⁶ <https://www.betongindustri.se/sv/tekniska-egenskaper> Hämtad: 2022-09-27.

¹⁷ Strandberg, P., Lund Universitet. [Hemp concretes: mechanical properties using both shives and fibres](#), 2008.

¹⁸ Hempcretewalls, <http://hempcretewalls.com/info/> Hämtad: 2022-09-27.

¹⁹ Limecrete, [Hempcrete factsheet, 2014](#). Hämtad: 2022-09-27.

Field Code Changed



Figur 3: Hampakalk egenskaper.²⁰

Det är på senare år, 1980-talet och framåt, som tekniken för Hampakalk har utvecklats och används runt om i Europa. I Frankrike, som är världsledande på hampakalk, används materialet sedan mitten av 1980-talet och har sedan dess byggt småhus och flerbildshus med materialet. I Sverige hade Gotland den största odlingen av hampa fram tills 1950-talet.²¹ Under den tiden var det lagligt att odla hampa. Hampodling blev dock förbjuden från 1965 till 2003, vilket orsakade stora kunskapsförluster. I dagsläget görs stora satsningar inom hampodling främst i Skåne, där målet är att skapa en processlinje från frö/stjälk till produkt inom en radie av 500 km.²²

Under de senare åren har hampa som byggmaterial blivit mer populär också i USA, där företag som: American Hemp LLC och American Lime Technology har tagit ledningen för att främja hampa som ett alternativt byggmaterial. I Europa finns flera tillverkare av hampakalk. Ett av de mer populära är IsoHemp, tillverkare av hållbara produkter för bygg- och renoveringssektorn (stationerade i Belgien). Företaget erbjuder isoleringslösningar för alla nybyggnads- och renoveringsprojekt, både för bostäder, kommersiella byggnader och industribyggnader. En av produkterna som IsoHemp erbjuder är hampablock (hempcrete block), som kan användas vid:

- Nybyggnad
- Invändig isolering
- Utvändig isolering
- Golv och platta tak

Det har genomförts flera projekt där IsoHemps prefabricerade produkter använts för att utvändigt isolera fristående småhus i flera europeiska länder.

²⁰ House of hemp, <https://houseofhemp.se/> Hämtad: 2022-10-03.

²¹ Helagotland, [Vad hände med den gotländska hampan? 2018](#). Hämtad 2022-10-03.

²² Commere, L., Chalmers School of Architecture, [HEMP MADE - A study on the potential of hemp-lime and hemp-clay components for indoor climate performance and climate impact](#), 2022.

Field Code Changed

Field Code Changed



Figur 44: IsoHemp hampablock (hempcrete blocks).²³

Hampablocket är 60 cm långt och 30 cm högt. Det är bara tjockleken som varierar: 6 cm, 9 cm, 12 cm, 15 cm, 20 cm och 30 cm.

I ett projekt från 2013 isolerades ett fristående hus i Limelette i Belgien utvändigt med IsoHemp hampablock. I Figur 5 visas olika stadier under projektets gång.



Figur 5: Utvärdig renovering - Fristående hus - Limelette Belgien

I ett annat projekt i Haute-Savoie i Frankrike har en lada byggts om till ett bostadshus och isolerats både in- och utvändigt med hampablock.

Formatted: English (United Kingdom)

Formatted: English (United Kingdom)

Formatted: English (United Kingdom)

Field Code Changed

Formatted: Footnote Reference

Formatted: Footnote Reference, Swedish (Sweden)

²³ IsoHemp, <https://www.iso hemp.com/en> Hämtad: 2022-10-03.



Figur 6: Omvandlingsprojekt av en gammal lada till bostadshus i Haute-Savoie, Frankrike ²³²³²³

Formatted: Footnote Reference



Figur 7: Golvisolering Crupet, Belgien ²³²³²³

I ett projekt från 2014 i Crupet i Belgien användes IsoHemp hampablock som golvisolering.

Baserat på återförsäljare och artiklar på webben kan materialkostnaden för hampablock uppskattas till 1 400–1 600 SEK/m².^{24, 25}

Materialet hampakalk saknar verifiering enligt svensk standard. Det nyligen avslutade Vinnovaprojektet, Hampakalk, har målet att tillgängliggöra hampakalk som klimatteffektivt byggmaterial på marknaden. Projektets löptid sträckte sig till september 2022, och målet är att verifiera hampakalk enligt svensk standard och tillgängliggöra materialet på den svenska byggmarknaden.²⁶

Cerema, ett franskt offentligt organ för utveckling av offentlig expertis på områdena stadsplanering, regional sammanhållning och ekologisk samt energimässig omställning, genomförde 2021 en studie där simuleringar visar att användningen av hampakalk kan minska byggnadens värmebehov med upp till 70 % under vissa förhållanden och antaganden. Resultatet ska dock betraktas med försiktighet eftersom referensanvändningen av värme i

Formatted: Footnote Reference

²⁴ Naturalbuildingstore, [IsoHemp 30cm](#). Hämtad: 2022-10-03.

²⁵ Wayofleaf, [How much would it cost to build a house out of hemp? 2020](#). Hämtad: 2022-10-03.

²⁶ Vinnova, [Hampakalk](#), 2022.

Field Code Changed

byggnaden var mycket låg, 30 kWh/m², år i genomsnitt under 30 år, samt att simuleringsprogrammet, WUFI® Plus, inte tar hänsyn till potentiella installationsfel som till exempel luftinfiltration. Byggnaden som studerades var en kvadratisk byggnad, 7,07 meter på varje sida, och en boyta på ca. 100 m². Byggnaden var inte heller omgiven av någon vegetation eller andra byggnader som kunde skapa skuggor.²⁷

3.1.3 Träfiberisolering

Träfiberisolering är en byggnadsisolering som i huvudsak är baserad på träfiber och bidrar till ett behagligt inomhusklimat genom sin goda fukthanterade och värmebevarande egenskaper. Trämateriel är anisotropiskt, vilket innebär att egenskaperna varierar beroende på vilken riktning som undersöks. Tryckhållfastheten varierar beroende på ifall det mäts i fiberriktningen (50 MPa) eller vinkelrät mot fiberriktningen (7 Mpa).²⁸

Träfiberisolering lagrar koldioxid i träet under byggnadens livstid men frigörs och återförs till atmosfären i slutet av byggnadens livscykel när materialet bryts ner. Det finns flera olika tillverkare av träfiberisolering. Några exempel på tillverkare är:

- Hunton Nativo®
- Steico
- Termoträ
- Isotimber
- Isocell

Träfiberisoleringen erbjuds i två former, antingen som lösull eller som skivor. Båda har hög densitet och styvhet jämfört med andra isoleringsmaterial, vilket gör att montören får bättre kontroll när det gäller att undvika luftfickor i konstruktionen. Dessutom har både skivor och lösull en värmekonduktivitet (λ) på 0,038 W/mK.²⁹ I Figur 8 listas några egenskaper hos Hunton Nativo® Träfiberisolering.

²⁷ Cerema, [Modélisation des besoins de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment en béton de chanvre](#), 2021.

²⁸ Träguiden, [Träets styrka och styvhet](#), 2003. Hämtad: 2022-10-06.

²⁹ Hunton, [Hunton Träfiberisolering](#), Hämtad: 2022-10-04.

**Förnybar råvara som lagrar kol**

Nativo Träfiberisolering är i all huvudsak baserad på trä, som är en förnybar råvara. All träflis vi använder kommer från norsk miljöcertifierad skog, som drivs i enlighet med PEFC™:s regler.

**Dimensions- och formstabil**

Nativo Träfiberisolering är dimensions- och formstabil oavsett om du väljer skivor eller lösull. Tack vare träfibers förmåga att minska luft rörelser i isoleringen uppstår god tätning runt fönster och bjälklag.

**Isolera utan klåda eller obehag**

Många upplevar att Nativo Träfiberisolering inte kliar och att den är bekväm att arbeta med.

**Ljuddämpande**

Nativo Träfiberisolering har utmärkta ljuddämpande egenskaper. Träfiberisoleringen har mycket fibrer och består av mer massa (kg) per m².

**Hygroskopiska egenskaper**

Nativo Träfiberisolering har hygroskopiska egenskaper, vilket betyder att den upptar och avger fukt avhengig av luftens relativa fuktighet.

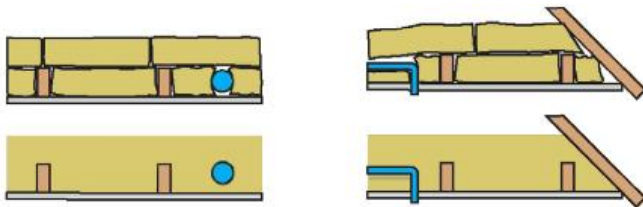
**Tillsatt brandkyddsmedel**

Hunton Nativo Träfiberisolering uppfyller Euroklass E, och är impregnerad med brandhämmande medel.

Figur 8: Egenskaper hos Hunton Nativo Träfiberisolering ²⁹²⁹²⁹

Användning av lösull är en typ av byggnadsisolering för vägg, golv och tak med en värmekapacitet på 2 100 J/kg*K. Träets lignin fungerar som bindningsmedel ²⁹²⁹²⁹. Kostnaden för träfiberisolering lösull hos återförsäljare ligger på ca 15,3 SEK/kg.³⁰

Vid renovering och nyproduktion används isoleringsmetoden blåsisolering som är snabb och effektiv. Det är möjligt att blåisolera 1 000–2 000 m²/dag på en öppen vind, beroende på önskad tjocklek, vilket är upp till 10 gånger snabbare än manuell isolering ²⁹²⁹²⁹. En annan fördel är att slutresultatet är en jämnare och tätare isolering vid svåråtkomliga hörn och vinklar, som i sin tur minskar risken för köldbryggor. I Figur 9 illustreras skillnaden mellan resultatet av blåsisolering och manuell isolering.



Figur 9: Skillnaden mellan manuell isolering (övre) och blåsisolering (nedre) ²⁹²⁹²⁹

På marknaden finns det idag träfiberisolering i form av skivor som installeras på samma sätt som andra typer av isolering. De måttskärs och pressas in mellan takbjälkarna och mot stommen. Skivorna kan anpassas genom att skäras på många olika sätt. Kostnaden för träfiberisolering skivor hos återförsäljare ligger på ca 50–260 SEK/m² beroende på tjocklek, se Tabell 4.

³⁰ K-RAUTA, [Träfiberisolering Hunton Lösull 15 kg](#). Hämtad: 2022-10-04.

Tabell 4: Olika priser för olika tjocklekar av träfiberisoleringskivor.³¹

Tjocklek [mm]	45	70	95	120	145	170	195	220
Pris [SEK/m²]	53	82	111	143	184	213	236	257



Figur 10: Träfiberisoleringskivor.³²

Unger-Diffutherm är ett tyskt bolag som har specialiserat sig på träfiberisoleringsystem för inre och yttre isolering av väggar, tak och golv. Bolaget erbjuder många olika isoleringsåtgärder med hjälp av träfiber för befintliga byggnader, både småhus och flerbostadshus, och fokuserar på invändig isolering, utvändig isolering, takisolering och golvisolering. Affärsidén bygger på att erbjuda kunden ekologiska isoleringslösningar (tak, golv, ut- och invändigt) för byggnaden från en enda källa. Detta för att minska risken för en fragmenterad leverantörssida och möjliggöra paketslösningar. Några lösningar som de erbjuder är:

UdiRECO®-system, en systemlösning som använder sig av UdiRECO® isoleringsskivor ($\lambda = 0,039\text{--}0,050\text{ W/mK}$), och som kan användas antingen som inner- eller ytterväggsisolering och som är formad och anpassad till fasadväggen. Skivorna är prefabricerade och kan beställas i olika tjocklekar.³²



Figur 11: UdiRECO® träfiberisoleringskivor.³²

I tabell 5 hämtad från Unger-Diffutherm's broschyr för systemlösningen UdiRECO® listas de U-värden som kan uppnås beroende på tjockleken på träfiberisoleringen och byggnadens fasadmaterial.³³

³¹ Sundabyggsvaror, [Hunton Nativo isoleringsskivor](#). Hämtad: 2022-10-05.

³² Unger-Diffutherm, [UdiRECO® System Insulation boards with levelling compensation](#). Hämtad: 2022-10-05.

³³ Unger-Diffutherm, [UdiRECO® broschyr](#). Hämtad: 2022-10-05.

Formatted: Footnote Reference

Formatted: Footnote Reference

Formatted: English (United Kingdom)

Formatted: English (United Kingdom)

Formatted: English (United Kingdom)

Field Code Changed

Tabell 5: U-värde som kan uppnås med UdiRECO® på olika fasadmaterial ³³³³³³

Formatted: Footnote Reference

Isolerings- tjocklek [mm]	Solid sten $\lambda = 0,68 \text{ W/mK}$			Vertikal perforerad tegelsten $\lambda = 0,42 \text{ W/mK}$			Lersten $\lambda = 0,91 \text{ W/mK}$			Timmer $\lambda = 0,18 \text{ W/mK}$		
	11,5cm	24cm	36,5cm	11,5cm	24cm	36,5cm	11,5cm	24cm	36,5cm	11,5cm	24cm	36,5 cm
0 (utan isolering)	2,95	1,91	1,41	2,25	1,35	0,96	3,37	2,31	1,75	1,24	0,67	0,46
120	0,31	0,30	0,28	0,30	0,28	0,26	0,32	0,30	0,29	0,27	0,23	0,20
140	0,27	0,26	0,25	0,26	0,24	0,23	0,27	0,26	0,25	0,24	0,21	0,18
160	0,24	0,23	0,22	0,23	0,22	0,20	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,16
180	0,21	0,20	0,20	0,21	0,19	0,18	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,15
200	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,17	0,19	0,19	0,18	0,18	0,16	0,14

UdiIN®-system, ett system för invändig isolering som använder sig av UdiIN 2CM® ($\lambda = 0,070 \text{ W/mK}$), en slimmad isoleringsskiva som är en komposit av träfiber och cellulosa. Materialet är en idealisk lösning för invändiga väggar och sparar utrymme på grund av sin smala tjocklek på 2 cm.³⁴ Isolerskivorna limmas på väggen och kan sedan tapetseras, målas eller kalkas. Det är också möjligt att applicera putsbeläggningar på materialet. Hela monteringsprocessen delas in i fyra steg:

1. Applicering av det självhäftande skiktet. I detta steg görs även en kontroll av ytan som ska isoleras och se ifall ytan är lämplig.
2. Skärning av skivorna till rätt storlekar.
3. Montering av skivorna. En torktid på ca. två dygn är nödvändigt (vid normal temperatur 18°C och 60 % relativ luftfuktighet).

Ytbeläggning och bolagets egna armeringsnät (UdiREINFORCEMENT® strengthening mesh).

3.1.4 Mineralullsisolering

Mineralull är ett samlingsbegrepp för byggnadsmaterial som består av mineralfiber, som huvudsakligen används för värmeisolering. Mineralull tillverkas med glas- eller stenråvaror som smälts och spinns till tunna fibrer. Isoleringsmaterialet introducerades under 1950-talet och fick stort genomslag.³⁵ Idag är mineralull ett av världens mest använda isoleringsmaterial och har många bra egenskaper som till exempel:

- Goda värmeisolerande egenskaper
- Obrännbar
- Fuksäker
- Går att återvinna
- Säker att använda
- Ljudisolerande
- Lång livslängd

³⁴ Unger-Diffutherm, [UdiIN SYSTEM® slim interior insulation system](#). Hämtad: 2022-10-06.

³⁵ iCell. [Isolerings historia – då och nu](#). Hämtad: 2022-10-20.

Isoleringsmaterialet är inte hygroskopiskt, vilket innebär att det saknar fuktbuffrande egenskaper. Detta innebär att det är viktigt att byggnader som är isolerade med mineralull är diffusions- och lufttäta för att fukt inte ska tränga in i byggnadskonstruktionen. Isoleringsmaterial består av fibrer som till viss del hålls intakt med hjälp av olika bindemedel (urea och fenol), som är stabilt upp till 150°C, för att förhindra att fibrerna lossnar och påverkar de boendes hälsa.³⁶

Glasull har en låg vikt och är spänstig, vilket gör materialet lämpligt för mjuka isolerprodukter som till exempel trä- och stålreglar. Stenull, används ofta när det krävs hög tryckhållfasthet och högt krav på brandmotstånd. Värmeledningseffekten (λ) för både glasull och stenull ligger mellan 0,034–0,040 W/mK vid en medeltemperatur av +10°C.³⁷

I broschyren, *Att tilläggsisolera* av Swedisol år 2016, rekommenderas olika tilläggsisoleringar för vind, ut- och invändig vägg, bjälklag, fönster och dörrar. Lösningar som rekommenderas är till exempel lösull, isolerskivor, byte till energieffektivare fönster med bra U-värden och anpassade tätningslister för dessa, användning av värmekamera (termografering) för att undersöka värmeläckage. Broschyren erbjuder olika lösningar och tjocklekar av tilläggsisolering baserat på husets geografiska läge (södra eller norra Sverige), typ av stomme (träregelstomme, plankstomme eller lättbetongsstomme), olika typer av husgrunder.³⁸

³⁶ Swedisol. [Säker att använda](#). Hämtad: 2022-10-20.

³⁷ Isover. [Vad är mineralull](#). Hämtad: 2022-10-20.

³⁸ Swedisol. [Att tilläggsisolera](#). 2016.

3.1.5 Sammanfattning om materialen

Tabell 6: Tekniska egenskaper för olika tillverkares produkter.

Tillverkare	IsoHemp	Hunton	Hunton	STEICO	Rockwool	va-Q-tec
Produkt	Hempcrete block [t = 120mm]	Hunton Nativo Träfiberisolering lösull	Hunton Nativo Träfiberisolering skiva [t = 120mm]	STEICOtherm dry Träfiberisolering skiva [t = 120 mm]	Isolering ROCKWOOL Flexibatts stenull skiva [t = 120 mm]	va-Q-shield VIP C Vakuumpanelisolering [t = 20 mm]
Egenskaper	Diffusionsöppet	Diffusionsöppet	Diffusionsöppet	Diffusionsöppet	Diffusionsöppet	Diffusionstätt
Värmeledningsförmåga (λ) [W/mK]	0,071	0,038	0,038	0,037	0,037	0,007–0,008
Värmegenomgångs-koefficient (U) [W/m²K]	0,56	Tjockleksberoende	0,32	0,31	0,31	0,14
Specifik värmekapacitet (c) [J/kgK]	1 500–1 700	2 100	2 100	2 100	1 030	800–1 000
Densitet (ρ) [kg/m³]	340	50	50	50	30	180–210
Brandklass (A1 - F)	B ³⁹	E	E	E	A1	B-s1, d0
Diffusionsmotståndsfaktorn (μ)	2,8	3–5	3–5 ⁴⁰	2	MU1 ²⁾	Diffusionstätt
Teknisk livslängd [år]	60 ⁴¹	60 ³¹²¹³⁴	60 ³¹²¹³⁴	50 ⁴²	55 ⁴³	60
Marknadspris	1 400–1 600 SEK/m²	15,3 SEK/kg	143,0 SEK/m²	315 SEK/m² (100mm) ⁴⁴	85 SEK/m²	1 109 ¹⁾ SEK/m²

NPA) No Performance Declared.

¹⁾ Kostnaden för va-Q-shield VIP C hittades inte, men ett snittpris för samtliga VIP hämtades från rapporten, *Alternative low cost based core systems for vacuum insulation panels*, Corker, J., et al.⁴⁵

²⁾ Samma diffusionsmotstånd som luft.⁴⁶

³⁹ Verhoeve, J.T.W, et al., [Local Cultivated Hemp and Flax as Resource for Biobased Building Materials](#), 2015. Fire International Conference on Bio-based Building Materials.

⁴⁰ Hunton, [Monteringsanvisning Nativo Skivor](#), 2021.

⁴¹ IsoHemp, [Life Cycle Assessment \(LCA\)](#), 2021.

⁴² STEICO, [Environmental Product Declaration](#), 2020.

⁴³ Xlbygg, [7 styrkor med stenull](#). Hämtad: 2022-10-21.

⁴⁴ PHstore, [Steico Therm Dry](#). Hämtad: 2022-10-06.

⁴⁵ Corker, J., et al. 2017. [Alternative low cost-based core systems for vacuum insulation panels](#). Volume 29.

⁴⁶ Rockwool. [Flexibatts](#).

Formatted: English (United Kingdom)

Formatted: Footnote Reference, Font: 11 pt

Formatted: Footnote Reference, Font: 11 pt

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

3.2 Systemlösningar

I dagsläget kan småhusägare tilläggsisolera olika delar av huset, till exempel vind, fasader eller källare. Småhusägare kan också välja att tilläggsisolera husets fasader invändigt eller utvändigt för att göra energikostnadsbesparingar och samtidigt förbättra inomhusklimat och komfort. Olika typer av byggnadskonstruktioner ställer olika krav på den typ av tilläggsisolering som väljs.

I de flesta fall rekommenderas utvändigt tilläggsisolering eftersom det inte påverkar boytan och samtidigt eliminerar problem med köldbryggor. Utvändigt tilläggsisolering kan också göra det möjligt för de boende att bo kvar under renoveringsperioden. Detta är också möjligt vid invändigt tilläggsisolering, men kan leda till att renoveringsarbetet blir mindre effektivt. Utvändigt tilläggsisolering har nackdelar avseende till exempel gestaltning, fönsterdetaljer och att isoleringen är begränsad av takutsprånget.⁴⁷ Några av de vanligaste lösningarna för utvändigt tilläggsisolering på marknaden är användning av isolerskivor (mineralbaserade) som täcks med armerad puts, eller att en regelstomme byggs upp på väggen, fylls med isolering och täcks med exempelvis skivor. Ytterligare en lösning är att isoleringsskivor av cellplast fäst på väggen och sedan täcks med tunna tegelstenar.

Det saknas fortfarande en utvändigt tilläggsisoleringslösning för småhus som är industriell och som kan produceras och monteras på ett rationellt sätt. Den rationella lösningen behöver vara kostnadseffektiv, ha låg miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv samt vara beständig, vilket innebär lågt underhållsbehov och låg risk för skador.

I BeBos projekt TURIK 2 presenterades olika utvändiga tilläggsisoleringslösningar för flerbostadshus som kan vara intressanta och möjligtvis kan anpassas till småhus. Systemleverantörernas koncept är från 2014 och för vissa av dessa har konceptet utvecklats och förbättrats sedan dess.

3.2.1 TURIK 2

TURIK 2 var en teknikupphandling (numera kallat innovationsupphandling) som genomfördes år 2014 för att stödja utveckling av flera olika tekniska lösningar för rationell tilläggsisolering av ytterväggar och fasader för befintliga flerbostadshus. Innovationsupphandlingen genomfördes av en beställargrupp med representanter från BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus), SABO (Sveriges allmännyttiga bostadsföretag) och ett flertal bostadsbolag. Teknikupphandlingen avbröts på grund av att det kom in mycket få anbud och att det efter kvalificering bara återstod en systemleverantör. Trots att teknikupphandlingen avbröts, ledde projektet till flera intressanta systemlösningar. En del av förslagen från systemleverantörerna behövde utvecklas vidare för att uppfylla de ”ska-krav” som formulerades i kravspecifikationen. BeBo beslutade att med ekonomiskt stöd från Energimyndigheten fortsätta arbetet inom ramen för ett utvecklingsprojekt. I utvecklingsprojektet välkomnades även andra aktörer är de som lämnat anbud i teknikupphandlingen att delta med sina koncept. Detta ledde även till att fler bostadsbolag kunde ansluta sig till utvecklingsprojektet, och knyta kontakt med aktörerna som presenterade sina koncept. Syftet med TURIK 2, var att ”*stödja utveckling av flera olika tekniska lösningar för rationell tilläggsisolering av ytterväggar och fasader för befintliga flerbostadshus. Målet var att hitta ett antal lösningar som ska kunna produceras och monteras på ett rationellt sätt, vara kostnadseffektiva, ha en låg miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv och vara beständiga vilket innebär lågt underhållsbehov och låg risk för skador. Målet var också att demonstrera att de nya konceptlösningarna fungerar i fullskala.*”.

De systemleverantörerna som deltog i utvecklingsprojektet var:

⁴⁷ Byggstart. [Tilläggsisolera: En komplett guide \(regler och tips\)](#). Hämtad: 2022-10-26.

ELEMENTUM Eco AB

Prefabricerade element av slitsade stålreglar, grafitcellplast och skivor som monteras på befintlig utfackningsvägg eller betongstomme eller som ny utfackningsvägg. Självbärande på egen sockel. Anpassningsbar höjd, bredd och tjocklek.

Soleed ROT

Prefabricerade betongelement där isolering gjuts in vid betonggjutningen. Elementen tillverkas i så kallad kerambetong som har betydligt högre hållfasthet än normal betong vilket gör att vikten är avsevärt lägre än normalt men de har sådan styrka att de kan bära ytterligare ett par våningar utan att den gamla stommen behöver belastas.

SmartFront

Fasadisolering som utförs på traditionellt sätt med montering av isolerskivor, putsarmering samt 20 mm tjockputs. Isoleringen utförs i två skikt. I spår upptagna i det inre isoleringsskiktet läggs tilluftskanaler.

SAPAs renoveringsfasad

Aluminiumprofiler som bärare av olika fyllningar som plåt, glas eller cementbaserade skivor. Profilerna fungerar utmärkt som installationskanaler i samband med integrerade solceller. Bakom fasadskiktet kan man placera isoleringsmaterial.

Schüco ERC 50

Profiler som fästs in i fasaden där fasadmaterial av i form av plåtkassetter, stenskivor, glas eller ProSol TF (solceller) monteras. Isolering, decentraliserad ventilation etc. kan placeras bakom fasadskiktet.

Rockwool REDAir FLEXSYSTEM

Självbärande stenullsskivor som inte behöver förankras eller kombineras med beslag då fasadbeklädnadens vikt tas upp via en kombination av isoleringens tryckstyrka och skruvens infästning i väggen.

Paroc Innova

Prefabricerade fasadelement med integrerade ventilationskanaler och fönster. Fasadelementen är lodräta med samma höjd som huset. Den bärande träkonstruktionen längs elementens kanter och kring fönster är limträ. Mellan reglarna används mjuk stenullsskiva med överlappande fogar. Skivor fästs på båda sidor av trästommen för att möjliggöra transport, lyft och vändning av elementen.

Paroc renERGIA

Hård isolerskiva, klistrad på en 18 mm falsad plywoodskiva som monteras på fasaden. Fasadelement har måtten 600 mm x 3000 mm x 300 mm. Elementen kan byggas i två våningar, skruvas fast genom en fläns med 30 mm spalt mellan skivorna som därefter fylls med isolering.

Systemleverantörernas renoveringslösningar erbjuder möjligheter som bland annat tillät att de boende kunde bo kvar under renovering, att kombinera tilläggsisoleringen med ventilering, samt att tillämpa en hög grad av prefabricering (som kräver en viss anpassning på byggsplatsen).

Slutsatsen för flera av de prefabricerade systemen var att de fortfarande var dyrare än de traditionella lösningarna med isolering och puts. Trots det erbjuder några av de deltagande systemleverantörerna idag prefabricerade tilläggsisoleringslösningar för flerbostadshus (se SmartFront kap. 3.2.2).

I Tabell 7, visas pilotprojekt som blev av i samband med att bostadsbolagen kom i kontakt med systemleverantörerna genom BeBos utvecklingsprojekt.

Tabell 7: Pilotprojekt till följd av tekniktävlingen.

System som använts	Bostadsbolag	Pilotprojekt
Soleed ROT	Svenska Bostäder	En fasad på ett flerfamiljshus i Trondheim, Järva
Elementum Eco	AB Alingsåshem	Tre huskroppar, Brogården
SmartFront	Eskilstuna Kommunfastigheter AB	Flerfamiljshus med 24 lgh, Lagersberg
SAPA	Lindesbergshus AB	Centrumhus, Frövi
renERGIA, Paroc	Privat ägare	Villa, Skarpnäck
Innova, Paroc	Kotikulma Oy	Flerfamiljshus med 33 lgh och en förskola, Riihimäki, Finland

I en intervju med SmartFronts VD Stefan Forsberg, säger han att de för närvarande inte har några lösningar för småhus, men att de är intresserade av att utveckla det. SmartFront är dock oroliga för ekonomin i samband med investeringskostnaden för FTX-aggregat, eftersom investeringen i fallet småhus ska bäras av endast ett hushåll, i flerbostadshus kan FTX-aggregatets investeringskostnad fördelas på upp till 50 hushåll. Under intervjun diskuterades möjliga lösningar för att hålla nere investeringskostnaderna, och en potentiell lösning kan vara att dra nytta av e lösningar som har presenterats i BeSmås utvecklingsprojekt *Kombinerade värme- och ventilationssystem för befintliga småhus*.⁴⁸ Genom en teknikupphandling som övergick i ett gemensamt utvecklingsprojekt har det projektet gått vidare till ett pilotprojekt där fyra kombinationssystem testas. Pilotprojektet kommer att pågå fram tills våren 2023 och utvärderingen är ännu inte helt färdig. Enligt uppgifter från Panasonic, en av deltagarna i projektet, kostar kombinationssystemen marginellt mer än en traditionell frånluftsvärmepump. I princip får kunden ventilationssystemet ”på köpet” av en energieffektivisering.

Ett av de krav som togs fram under teknikupphandlingen av kombinerade värme- och ventilationssystem var att ha med en storlek som är tilltalande för småhusägarna, och därför klarar sig dessa kombinationssystem på samma yta som en normal dubbelgarderob, 1,2 m x 0,6 m bottenyta och höjden får vara högst 2,0 m. De fyra testanläggningarna som för närvarande är i drift har klarat alla bygglöskrav i enlighet med BBR.

3.2.2 BeBos nya innovationsupphandling om tilläggsisolering 2022

I förstudien, *Ytterväggar med förbättrad energiprestanda*, identifierade BeBos beställargrupp tillsammans med Allmännyttan en ny affärsmodell som ställer högre krav på både systemleverantör och fasadentreprenör att ta större ansvar för den utlovade energiprestandaökningen. I projektet används effektsignaturen som ett mått på energiprestanda. Resultatet visar på möjligheten att tillämpa effektsignaturen för en standardiserad metodik. En ny förstudie påbörjades juni 2022, *Tilläggsisolering av ytterväggar*, med BeBo som finansiär, där målet är att genom en

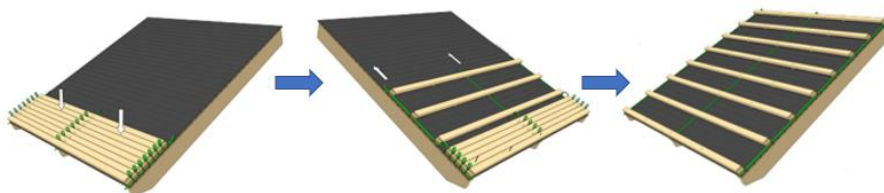
⁴⁸ BeSmå. Börjeson, S., et al. 2020. [Kombinerade värme- och ventilationssystem för befintliga småhus](#).

innovationsupphandling ska nå marknadsgenomslag för den identifierade affärsmodellen och effektsignaturmetoden gällande tilläggsisolering av ytterväggar.

3.3 Byggtekniska lösningar

3.3.1 FLEXT

Flex är en prefabricerat utdragbar läkt som enkelt kan dras ut över en avsedd yta där banden håller läkten på korrekt cc-mått. Den utdragbara läkten är försedd med distanselement, så kallade "ströpuckar", som förhindrar direktkontakt mellan läkten och taket, vilket i sin tur eliminerar risken för att fuktproblem för ströläkten. Tillverkaren uppger att man genom att utrusta taket med FLEXT kan takets livslängd förlängas med 10–20 år. Användningen av FLEXT kan ge betydande tidsbesparingar när det gäller monteringen, där en tidsbesparing på upp till 70 % uppskattas.⁴⁹ Se Figur 12.



Figur 12: FLEXT-metoden.

3.3.2 SmartFront

Som tidigare har nämnts var SmartFront AB en av deltagarna i BeBos teknikupphandling TURIK 2 som genomfördes år 2014 och fokuserade på rationell tilläggsisolering av flerbostadshus. Där var ett av förslagen den nu patenterade SmartFront-metoden. Företaget har sedan 2014 utvecklats och har fått större spridning på marknaden. I dagsläget tillämpas inte metoden på småhus, den är endast inriktad på flerbostadshus. I en intervju med Stefan Forsberg, VD SmartFront, har metoden diskuterats och vad som har utvecklats sedan år 2014 och ifall metoden är applicerbar på befintliga småhus.

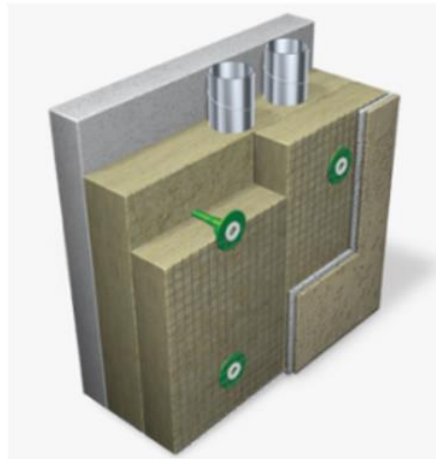
SmartFront-metoden

SmartFront-metoden är en sammanfattande benämning på ett system för uppgradering av fasad, ventilation och fönster på befintliga fastigheter. Tilläggsisolering byggs på den gamla ytterväggen och det installeras tilluftskanaler i den gamla isoleringen. Detta innebär att SmartFront-metoden inte kräver arbete från insidan av bostaden. Tilluftskanalerna är kopplade till ett ventilationssystem med från-och tilluft med värmeåtervinning (FTX-aggregat) som installeras på vinden. Enligt SmartFronts VD, Stefan Forsberg, kan Smartfront-metoden leda till att energianvändningen minskar med 55–65 %. Enligt tillverkaren kan följande effekter också nås med SmartFront-metoden:

- Dragfria hus
- Sanering av mögelsporer i husen
- Bortförande av fukt från badrum
- Radonsanering
- Ökad luftomsättning

⁴⁹ SmartFront, <https://smartfront.se/> Hämtad: 2022-10-03.

Det nya fasadmaterialet efter renovering är vanligtvis puts eller cementbaserade fasadskivor. Bostadens utseende kan ändras i samband med renoveringen om stadsarkitekten tillåter det, annars blir det liknande utseende som tidigare. I intervjun med Stefan Forsberg nämnde han att även skuret tegel eller trä kan användas som fasadmateriäl på ytterväggen, men att de inte har använt trä tidigare. I Figur 13 illustreras principskiss av systemet.



Figur 13: Skiss över SmartFront-systemet ^{49,49,49}

Teknisk utveckling

SmartFront har haft flera utmaningar sedan 2014, där de bland annat har haft kanalrensningsproblem, höga ljudnivåer, haft för tunna kanaler, för höga luftflöden som i sin tur lett till problem med drag i lägenheterna. Dessa utmaningar har under åren blivit lösta i samband med fyra besök på RISE, pilotprojekt i samband med BeBo och finansiellt stöd från Vinnova.

3.3.3 Mauer UK

Mauer UK är en brittisk tillverkare och installatör av tilläggsisolering för ytterväggar på småhus. Företaget har utvecklat en unik och innovativ metod för att på ett tids- och kostnadseffektivt installera tilläggsisoleringen. De använder 3D laserskanning för att exakt mäta dimensionerna på ett hus innan det isoleras, och levererar allt material till byggsplatsen, färdigskurna och redo för installation. Mauer UK uppger att deras tilläggsisolering går snabbt att installera och kan minska investeringskostnaderna med 50 % jämfört med konventionell tilläggsisolering. Tilläggsisolering på 20 m² kan installeras på en timme.⁵⁰

3.3.4 3D-skanning

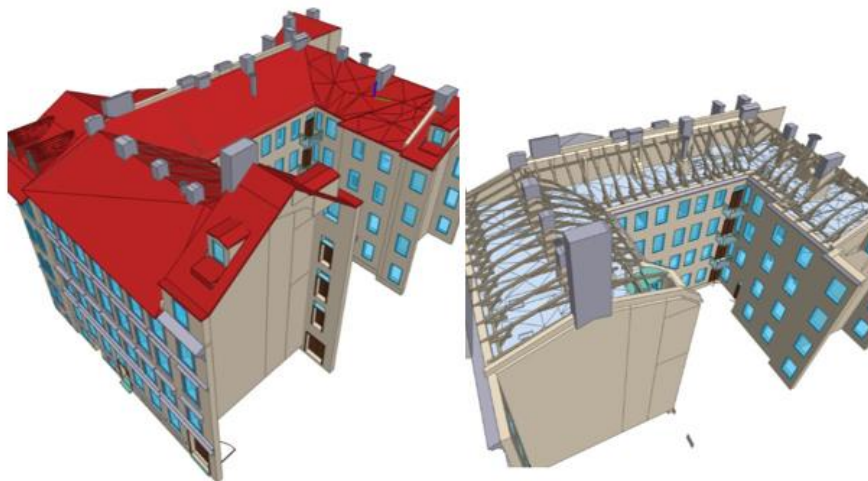
3D-skanning kan vara användbar inom många områden, ett av dessa områden är arkitektur. Det finns företag som är nischade inom detta och kan med hjälp av 3D-skanning ge en avbildning av en byggnad och framställa en modell där förhållandena stämmer på millimeternivå. TK MätService är ett svenskt bolag som utför 3D-skanning, och i början av 2022 utförde de ett skanningsprojekt på en byggnad på Östermalm i Stockholm. Under projektet skannades byggnaden med en kombination av BLK360-

⁵⁰ Cambridge Architectural Research Ltd (CAR). 2017. [Solid Wall Insulation: Best Practice and Innovation](#). Report for the Department of Business, Energy and Industrial Strategy.

Formatted: Footnote Reference

Field Code Changed

skanner,⁵¹ totalstation,⁵² och skanningsdrönare.⁵³ Resultatet blev en 3D-modell i IFC-format som efterfrågades av arkitekterna.



Figur 14: 3D-skannade byggnader framställda som datamodeller.⁵³

3D-skanningen kan även appliceras på småhus och skulle kunna vara en tids- och kostnadseffektiv lösning för att skapa modeller som används som underlag för till exempel prefabricering av utvändigt tilläggsisolering av fasader.

3.3.5 Q-bot

Q-bot är ett brittiskt företag som utvecklar intelligenta verktyg för att bedöma och upprätthålla byggnaders "hälsa". Q-bot har utvecklat en robotlösning som går in under golvet för att spruta isolering under golvbrädorna. I dagsläget har de två sprutrobotar, Betty, som isolerar golv hängandes ovan mark med ett avstånd på minst 30 cm. Den andra roboten, som är deras senaste robot, heter Emmeline och är en mindre modell och kan spruta isolering i utrymmen där avståndet mellan golv och mark är minst 20 cm.⁵⁴

⁵¹ [BLK360](#) är en avancerad laserskanner för precisionsbildning och kan med en knapptryckning göra en fullständig skanning med sfäriska bilder på 20 sekunder.

⁵² Totalstation är ett elektroniskt mätinstrument som består av en vinkelmätare och en elektronisk avståndsmätare. Instrumentet används för mätning, framför allt i samband med byggprojekt.

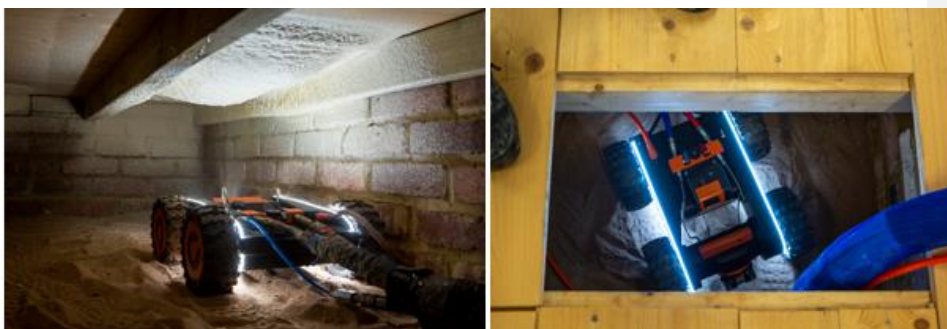
⁵³ TK Måtservice. [Humlegården 49](#). Hämtad: 2022-10-21.

⁵⁴ Q-bot. 2021. [Q-bot celebrates International Women's Day](#). Hämtad: 2022-10-21.



Figur 15: Q-bots sprutrobotar Betty (vänster) och Emmeline (höger) ^{54,55}

Formatted: Footnote Reference



Figur 16: Q-bot Emmeline.⁵⁵

I Youtube-video demonstreras hur sprutroboten Emmeline arbetar och isolerar golvet underifrån.⁵⁶

3.4 Processbaserade och övriga lösningar

3.4.1 Klimatfastigheter

Klimatfastigheter är ett företag som har utvecklat en modell för "One-Stop-Shop" för småhus, företaget är en avknoppning från Linnéuniversitetet. Syftet med modellen är att erbjuda kunder en energirenovering som innebär en sänkt månadskostnad. Renoveringen hålls samman av en enda aktör som hanterar såväl de tekniska som sociala och ekonomiska delarna. De bostäder som hittills har renoverat genom One-Stop-Shop-modellen har resulterat i en energibesparing på mellan 40–80 %.⁵⁷

Energirenoveringen syftar till att identifiera den optimala lösningen för varje enskilt hus, med grund i en energikartläggning. När de optimala lösningarna har identifierats, blir nästa steg att analysera dessa utifrån vilken som ger optimal nytta till rätt pris.

⁵⁵ Q-bot. 2021. [Our underfloor insulation process](#). Hämtad: 2022-10-21.

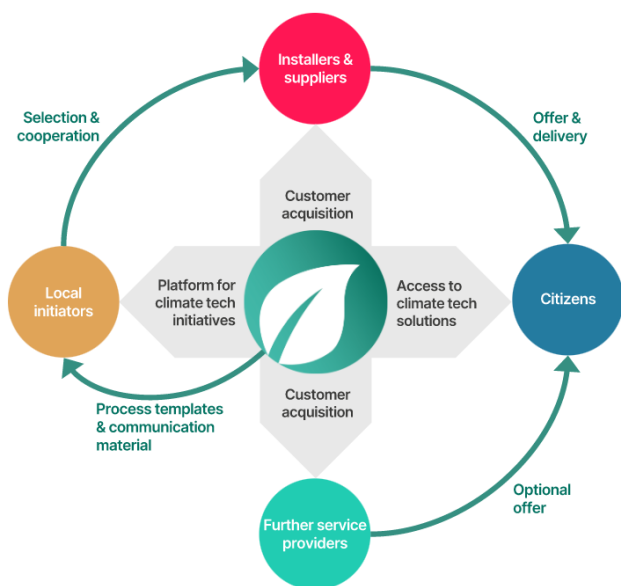
⁵⁶ [Q-bot's latest robot applying underfloor insulation](#). Datum: 2021-03-04.

⁵⁷ Klimatfastigheter. [Energirenovering – Vinst för både plånbok och klimat](#). Hämtad: 2022-10-22.

Field Code Changed

3.4.2 CoBenefit

CoBenefit är en startup från KTH som beskriver sin verksamhet med orden ”Gör ditt hem mer energieffektivt genom att gå med i gruppinitiativ kring hållbara lösningar, som solceller eller isolering”. CoBenefit är en SaaS-lösning (Software as a Service) som syftar till att minska koldioxidutsläppen från byggnadsbeståndet. Lösningen är en integrerad digital plattform som möjliggör kontakt med de boende, överföra och ta emot byggnadsdata, och samordna projekt med stöd av One-Stop-Shops.⁵⁸ På CoBenefits hemsida finns information om lösningar inom områden som solceller, laddstationer, värmepumpar, industriell renovering, fjärrvärme, byggnadsisolering m.m..⁵⁹



Figur 17: CoBenefit^{58,59}

3.4.3 Kvarteret Klimatsparama

Kvarteret Klimatsparama är en onlinetjänst för gemensam upphandling för fastighetsbolag och bostadsrättsföreningar, där Fastighetsägarna, Installatörsföretagen, Energieffektiviseringsföretagen, Sustainable Innovation, Informationscentrum för hållbar byggande och RISE samverkar. En av tjänsterna som erbjuds är åtgärder för förbättrad energiprestanda för byggnadsskal (fönster, dörrar, portar, fasad, källarväggar, vind/tak).⁶⁰ Kunderna kan genom hemsidan skapa ett konto och läsa om de olika åtgärderna och vad de själv behöver förbereda inför ett besök av entreprenör.

3.4.4 PROquote

Företaget Procost Solutions har utvecklat en programvara för att omvandla fotografier till dimensionsdata för beställning av tilläggsisolering av utvändig vägg, och för att spåra framstegen i en

⁵⁸ CoBenefit. Hämtad: 2022-10-21.

⁵⁹ CoBenefit. [Become climate neutral and independent](#). Hämtad: 2022-10-21.

⁶⁰ Klimatsparama. [Intresseanmälan – Vilka åtgärder vill ni utföra?](#) Hämtad: 2022-10-21.

Formatted: Footnote Reference

Field Code Changed

Field Code Changed

3.4.5 Masterfile och Samfällighetsregistret

I BeSmå-förstudien, Typhus och värmeförluster, har en sammanlänkning av Masterfile och Lantmäteriets samfällighetsregister genomförts genom att koppla koordinater för småhusområden mot varandra.⁶² Detta skapar möjligheter för de entreprenörer som genomför energieffektiviseringsåtgärder och är i behov av att identifiera lämpliga områden för att sedan komma i kontakt med samfällighetens styrelse. Den sammanfogade databasen visar att det finns knappt 5 700 områden med mer än 25 likadana eller liknande hus per område från tidsperioden 1961–1981. Databasen visar också att det finns 460 områden med mer än 100 hus från den tidsperioden. Totalt omfattar dessa områden ca. 400 000 småhus.

⁶² Masterfile är Statistiska Centralbyråns databas.

4 Litteratursammanställning om rationell isolering

4.1 Dagens standardlösningar och erfarenheter från tidigare innovationsupphandlingar

Privatekonomiska och samhällsekonomiska beräkningarna av visar på en stor lönsamhet i flera typer med dagens metoder för renovering av småhus. Åtgärder kopplat till dörr-, fönsterbyten och vindisolerings visar en stor privat och samhällsekonomisk lönsamhet. Fasadsisoleringsåtgärder har dock inte den privatekonomiska lönsamheten. Återbetalningstiden för denna typ av åtgärder är allt för lång för att anses lönsamma.

Tidigare innovationsupphandling om rationell isolering, TURIK, visade på de utmaningar som kan vara kopplade till innovationsupphandling som verktyg. Den teknikupphandling som genomfördes för rationell isolering av flerbostadshus avbröts eftersom det kom in för få anbud som klarade alla skalkrav. Trots att upphandlingen avbröts, ledde projektet ändå fram till en utveckling där flera bostadsbolag deltog och där ett antal leverantörer kunde utvecklas sina produkter. Det fanns en rad organisatoriska, tekniska och finansiella utmaningar i de system som togs fram. En utmaning låg i otydlig ansvarsfördelningen mellan de som levererade systemen och de som monterade dem. En annan utmaning var att få ett företag att ta ansvar för ett system där delar från flera olika leverantörer ingick.

I en senare teknikupphandling, också den kopplat till flerbostadshus ”Ytterväggar med förbättrad energiprestanda”, identifierades en ny affärsmodell. Den gav genom en konkurrenspräglad dialog en totalentreprenad som ökar kravställningen på både systemleverantör och fasadentreprenör att ta ett större ansvar för en utlovade energiprestandaökning. I projektet användes effektsignatur som ett mått på energiprestanda. Resultaten visar på möjligheten att tillämpa effektsignatur som en standardiserad metodik.

En förstudie för flerbostadshus pågår om möjligheter att genomföra en större innovationsupphandling där affärsmodellen och effektsignatureffektmetoden används för att nå en större marknadspenetration.

4.2 Identifierade nya tekniker och lösningar

I takt med att nya byggnader blir alltmer energieffektiva och drar mindre energi för uppvärmning är en allt större del av byggnadernas klimatpåverkan kopplade till produktion av de material som ingår i byggnaderna. Klimatpåverkan från uppförande och drift av nya byggnader är idag väl studerade. Klimatpåverkan för produktion av ett nytt småhus beräknas till 20 ton CO₂.⁶³ Klimatpåverkan från renovering av byggnader är däremot inte alls lika välstuderat. I det av E2B2-finansierade projektet ”klimatkrav till rimlig kostnad – ROT” pågår det studier av klimatpåverkan från renovering av flerbostadshus och lokaler.⁶⁴ Liknande studier om hur val av olika material vid renovering påverkar småhus klimatpåverkan har ännu inte genomförts. Vid val av olika material och metoder vid renovering finns det flera aspekter kopplat till renovering och dess klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv:

- Olika material och system har olika lång livslängd
- De minskar energianvändningen i olika hög grad
- Materialen skiljer sig åt i klimatpåverkan vid produktion

⁶³ IVA och Sveriges byggindustrier, Klimatpåverkan från byggprocessen

⁶⁴ IVL, [Klimatkrav till rimlig kostnad](#). Hämtad: 2022-12-06.

De tekniker och lösningar identifierade i denna förstudie har olika kvalitéer. Bland de ickekonventionella lösningar finns det exempelvis de superisolerande materialen som möjliggör tilläggsisolering utan ökade ytermått eller att bostadsytan minskar avsevärt. De finns också naturbaserad material som har fördelar utifrån ett livscykelperspektiv.⁶⁵

Det finns ett antal exempel på hur mer sammanhållna angreppssätt utvecklats för att skapa mer rationella eller industriella renoveringsprocesser där olika delar av fasaderna ingår för att minska kostnader, tid för renovering och samtidigt förbättra kvalitén i processerna. De mer industriella processerna finns fortfarande främst i nybyggnation. Erfarenheter från en tidigare innovationsupphandling för rationell isolering i flerbostadssektorn har tagits till vara och produkter och system som utvecklas i samband med dessa finns idag på marknaden.

Som tidigare visats finns det en betydande teknisk potential att isolera byggnaders skal och på så sätt minska energianvändningen i småhussektorn. Dagens teknik kan bidra att minska energianvändningen betydligt.

⁶⁵ Eriksson, et al, 2021. Livscykelanalys och livscykelkostnad för byggnad isolerad med hampfiber jämfört med alternativ isolering.

5 Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

5.1 Slutsatser

Att minska energianvändningen i småhus är mycket angeläget, såväl för samhället i stort som för de enskilda småhusägarna. Att förbättra byggnadernas klimatskal leder till minskad total energianvändning. Det leder också till ett minskat effektbehov, eftersom det minskar elanvändningen när användningen är som störst. Energianvändningen i Sverige är starkt korrelerad till temperaturen, och användningen är som högst när det är som kallast. Uppvärmning av bostäder och lokaler står för en stor del av effektbehovet vid höglasttider. Åtgärder i byggnadernas klimatskal som leder till ett minskat värmebehov har därför en stor påverkan på det totala effektbehovet och ger stor samhällsekonomisk nytta. Ett minskat effektbehov för el i småhussektorn ökar försörjningstryggheten och minskar risken för effektbrist. I dagens läge när industri- och transportsektorerna genomgår en kraftig elektrifiering innebär en minskad elanvändning och minskat eleffektbehov i småhussektorn även att behovet av ny elproduktion på nationell nivå minskar.

Det är stora kostnader förknippade förbättra en byggnads klimatskal, vilket är en av orsakerna till att småhusägare avstår från att genomföra den åtgärden. Men som merkostnad till en fasadrenovering som ändå ska göras blir tilläggsisolering av småhus oftast privatekonomiskt lönsam. Därför bör tilläggsisolering av fasader ske i samband med att renoveringsbehov av fasaden föreligger.

Det finns idag ett glapp mellan vad som är samhällsekonomiskt och vad som är privatekonomiskt lönsamt. Det finns ett behov av att skapa nya metoder och modeller som ökar renoveringstakten och som påskyndar att privatekonomiskt lönsamma åtgärder genomförs. Det finns också behov av att möjliggöra och påskynda genomförandet av åtgärder som är samhällsekonomiskt men inte privatekonomiskt lönsamma.

Bostadsbyggandet minskar och försäljningen av småhus bromsar upp just nu. Satsningar på renovering av bostadsbeståndet kan dämpa konjunkturedgången och möjliggöra för företag att ställa om från att vara engagerade i endast nybyggnad till att också engagera sig i renoveringsprojekt. Det stora antalet befintliga småhus gör att volymerna blir betydande även om endast en mindre andel av småhusägarna genomför renoveringar. En ökad renoveringstakt av småhusen kan därför skapa stora ekonomiska möjligheter och säkra sysselsättningen i byggbranschen.

Vid nybyggnad av småhus har mer rationella, industriella byggmetoder i form av modulbyggande slagit igenom stort. Men de industriella byggprocesserna som används vid nybyggnad av bostäder har ännu inte slagit igenom för renovering av det befintliga småhusbeståndet. De exempel som har identifierats för mer rationell renovering finns idag främst inom flerbostadssektorn. Några av de rationella renoveringsmetoder som har tagits fram inom flerbostadssektorn är ett resultat av tidigare teknikupphandlingar.

I de diskussioner som inom ramen för denna förstudie har hållits med branschrepresentanter har det framhållits att mer rationella metoder för isolering av småhus inte nödvändigtvis behöver innebära att moduler byggs på annan plats och transporteras till byggplatsen. Möjligheterna till innovation kan likaväl tillvaratas med metoder som gör arbetet mer storskaligt och rationellt på själva byggarbetsplatsen.

En förklaring till bristen av rationella renoveringsmetoder inom småhussektorn är småhusbeståndets heterogenitet. Småhusen är byggda vid olika tidpunkter, med olika utformning och med olika typer av material. Småhussektorn kännetecknas också av brist på starka beställare. Det stora antalet

småhusägare har av tillverkare och leverantörer hittills setts som en svårighet för att skapa generella lösningar. Behoven och förutsättningar skiljer sig åt mellan olika småhusägare, vilket har varit ett hinder för att få fram lösningar som fungerar i stor skala. Men en möjlighet att skapa och implementera storskaliga och rationella isolerlösningar är att avgränsa fokuset till en viss tidsperiod eller vissa typer av småhus. Exempelvis kan man inledningsvis fokusera på rationella tilläggsisoleringslösningar för småhus byggda under perioden 1960–1980, och fokusera på de tre typer av småhus som är vanligast förekommande från den tidsperioden. Under den perioden byggdes ett stort antal småhus i Sverige. Dessa hus har ofta hög energianvändning, och de har uppnått en ålder då de är i behov av renovering.

Behovet och möjligheterna att utveckla nya lösningar eller utnyttja lösningar utformade för andra typer av byggnader finns också. Erfarenheter från den pågående upphandlingen för rationell isolering av flerbostadshus, där fokus ligger på affärsmodell, bör tillvaratas om det påbörjas en liknande process för småhus.

En stor utmaning vid en innovationsupphandling om rationell isolering av småhus blir att garantera volymer för de lösningar som upphandlas. Det måste finnas tillräckligt stora garanterade volymer i en innovationsupphandling för att säkerställa att tillverkare ska vara intresserade av att delta i upphandlingen. Att mobilisera en tillräckligt stor grupp småhusägare att gå samman och möjliggöra tillräckligt stora volymer är sannolikt en för stor utmaning, varför en innovationsupphandling kanske inte är det bästa handlingsalternativet.

Ett alternativ som bör övervägas är istället att genomföra en tekniktävling. Med en tekniktävling kan utvecklingen av innovativa lösningar och produkter påskyndas utan att i förväg kvantifierade volymer för upphandlingen fastställs. Drivkrafterna för att delta i en tekniktävling blir främst den publicitet en vinst i en innovationstävling genererar. Vinsten i en tekniktävling blir ett kvitto på att den framtagna lösningen uppfyller ställda funktionskrav och håller en innovativ höjd. Produkten eller lösningen får ett erkännande och trovärdighet som företagets egen marknadsföring inte kan skapa. För att den eller de nya lösningarna ska få spridning krävs även utveckling av affärsmodeller för implementeringen.

För att möjliggöra att tekniktävlings krav inte blir allt för spretiga, och för underlätta standardiserade lösningar föreslås att tävlingen snävas av för att passa ett antal typhus eller småhus byggda under en specifik tidsperiod. Vårt förslag är att tävlingen ska fokusera på rationella isoleringsmetoder främst anpassade för småhus byggda 1960–1980.

En tekniktävling kan med fördel samordnas med andra insatser som riktar sig mot småhusägare. Genom riktade informationsåtgärder till småhusägare skulle möjligheterna till och vinsterna med att förbättra byggnaders energiprestanda kunna spridas.

5.2 Förslag till fortsatt arbetet

Det finns ett stort behov av att öka takten av energieffektiviserande renoveringar av småhus. Innovationer måste till så att utvecklingen av industriella, storskaliga och mer kostnadseffektiva lösningar skyndas på. Generellt är innovationsupphandling en bra lösning för att påskynda utvecklingen av ny teknik. Men mot bakgrund av de utmaningar som är förknippade med att bilda en beställargrupp och mobilisera enskilda småhusägare till en innovationsupphandling av rationell tilläggsisolering av småhus förordas istället alternativet att genomföra en tekniktävling för rationell isolering av befintliga småhus.

Vårt förslag är därför att påbörja en process för genomförande av en tekniktävling. Efter det att finansiering har säkrats för ett sådant projekt kan en grupp med branschrepresentanter och experter bildas och ges i uppgift att förbereda tävlingen. Arbetet med tävlingen bör innefatta stegen att bilda bransch- och expertgrupp, ta fram kravspecifikation och tävlingsunderlag, kommunikation med branschen, utlysning av tävling, utvärdering av anbud samt spridningsaktiviteter och affärsmodeller.

Tävlingens utformning med funktionskrav på teknik och kostnad, urvalskriterier, m.m. utformas av bransch- och expertgruppen. Vidare behöver det övervägas om någon särskild prissumma ska utgå till det eller de vinnande tävlingsförslagen, och undersökas hur det i så fall kan realiseras.

Spridningsaktiviteterna bör utformas som en marknadsföringsplan för att säkerställa både att information om tävlingen når de aktörer som har möjlighet att delta och att information om det eller de vinnande förslagen sprids effektivt. Det behöver också beslutas om det är den grupp som utformar tävlingen och kravspecifikationen som ska utgöra tävlingens jury, eller om en särskild jury för tävlingen ska utses. Genom att säkerställa att de vinnande bidragen får stor publicitet kan tillverkare och leverantörer lockas att delta i tekniktävlingen.

Vi föreslår att tekniktävlingen för rationell isolering av befintliga småhus påbörjas med start i januari 2023, och att tävlingen slutförs innan året är slut.

6 Referenser

- [1] Stockholms Handelskammare, [Extrema elräkningar att vänta i vinter](#). Hämtad: 2022-12-06.
- [2] Energimyndigheten. Pressmeddelande 2022-07-14. Småhusägare är oroliga för vinterns elpriser.
- [3] Energiforsk. 2022. Lowering prices in a hurry – Electric prices in the wake of Russia's invasion of Ukraine
- [4] BeSmå, 2019, Potential för energieffektivisering i småhus.
- [5] Anthesis. 2021. Grön logik – Den samhällsekonomiska potentialen för energieffektivisering i byggnader.
- [6] Energimyndigheten, Energistatistik för småhus 2022.
- [7] BeSmå, 2019, Potential för energieffektivisering i småhus.
- [8] BeSmå. Småhusens bidrag till minskade topplaster.
- [9] BeSmå. 2021:01 Småhusens roll i ett förändrat energisystem.
- [10] Beräkningarna är gjorda baserade på grundmaterialet i Grön logikstudien.
- [11] Energimyndigheten. Energistatistik för småhus 2021.
- [12] BeSmå. 2020. Kostnadseffektiva åtgärds paket för energieffektivisering av småhus.
- [13] Adl-Zarrabi, B., Johansson, P., E2B2 [Superisoleringsmaterial i byggnader, 2017:24](#).
- [14] va-Q-tec, va-Q-shield VIP C. Hämtad: 2022-10-21.
- [15] <https://www.ekolution.se/> & <https://limecrete.co.uk/hempcrete-factsheet/> Hämtad: 2022-09-27.
- [16] <https://www.betongindustri.se/sv/tekniska-egenskaper> Hämtad: 2022-09-27.
- [17] Strandberg, P., Lund Universitet. [Hemp concretes: mechanical properties using both shives and fibres](#), 2008.
- [18] Hempcretewalls, <http://hempcretewalls.com/info/> Hämtad: 2022-09-27.
- [19] Limecrete, [Hempcrete factsheet, 2014](#). Hämtad: 2022-09-27.
- [20] House of hemp, <https://houseofhemp.se/> Hämtad: 2022-10-03.
- [21] Helagotland, [Vad hände med den gotländska hampan? 2018](#). Hämtad: 2022-10-03.
- [22] Commere, L., Chalmers School of Architecture. [HEMP MADE - A study on the potential of hemp-lime and hemp-clay components for indoor climate performance and climate impact](#). 2022.
- [23] IsoHemp, <https://www.iso hemp.com/en> Hämtad: 2022-10-03.
- [24] Naturalbuildingstore, [IsoHemp 30cm](#). Hämtad: 2022-10-03.
- [25] Wayofleaf, [How much would it cost to build a house out of hemp? 2020](#). Hämtad: 2022-10-03.
- [26] Vinnova, [Hampakalk](#). Hämtad: 2022-10-03
- [27] Cerema, [Modélisation des besoins de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment en béton de chanvre](#), 2021.
- [28] Träguiden, [Träets styrka och styvhet](#), 2003. Hämtad: 2022-10-06.
- [29] Hunton, [Hunton Träfiberisolering](#). Hämtad: 2022-10-04.
- [30] K-RAUTA, [Träfiberisolering Hunton Lösull 15 kg](#). Hämtad: 2022-10-04.
- [31] Sundabyggsvaror, [Hunton Nativo isoleringsskivor](#). Hämtad: 2022-10-05.
- [32] Unger-Diffutherm, [UdiRECO® System Insulation boards with levelling compensation](#). Hämtad: 2022-10-05.
- [33] Unger-Diffutherm, [UdiRECO® broschyr](#). Hämtad: 2022-10-05.
- [34] Unger-Diffutherm, [UdiIN SYSTEM® slim interior insulation system](#). Hämtad: 2022-10-06.

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

- [35] iCell. [Isolerings historia – då och nu](#). Hämtad: 2022-10-20.
- [36] Swedisol. [Säker att använda](#). Hämtad: 2022-10-20.
- [37] Isover. [Vad är mineralull](#). Hämtad: 2022-10-20.
- [38] Swedisol. [Att tilläggsisolera](#). 2016.
- [39] Verhoeve, J.T.W, et al., [Local Cultivated Hemp and Flax as Resource for Biobased Building Materials](#), 2015. Fire International Conference on Bio-based Building Materials.
- [40] Hunton, [Monteringsanvisning Nativo Skivor](#), 2021.
- [41] IsoHemp, [Life Cycle Assessment \(LCA\)](#), 2021.
- [42] STEICO, [Environmental Product Declaration](#), 2020.
- [43] Xlbygg. [7 styrkor med stenull](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [44] PHstore, [Steico Therm Dry](#). Hämtad: 2022-10-06.
- [45] Corker, J., et al. 2017. [Alternative low cost-based core systems for vacuum insulation panels](#). Volume 29.
- [46] Rockwool. [Flexibatts](#). Hämtad: 2022-10-06.
- [47] Byggstart. [Tilläggsisolera: En komplett guide \(regler och tips\)](#). Hämtad: 2022-10-26.
- [48] BeSmå. Börjeson, S., et al. 2020. [Kombinerade värme- och ventilationssystem för befintliga småhus](#).
- [49] SmartFront, <https://smartfront.se/> Hämtad: 2022-10-03.
- [50] Cambridge Architectural Research Ltd (CAR). 2017. [Solid Wall Insulation: Best Practice and Innovation](#). Report for the Department of Business, Energy and Industrial Strategy.
- [53] TK MätService. [Humlegården 49](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [54] Q-bot. 2021. [Q-bot celebrates International Women's Day](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [55] Q-bot. 2021. [Our underfloor insulation process](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [56] [Q-bot's latest robot applying underfloor insulation](#). Datum: 2021-03-04.
- [57] Klimatfastigheter. [Energirenovering – Vinst för både plånbok och klimat](#). Hämtad: 2022-10-22.
- [58] CoBenefit. Hämtad: 2022-10-21.
- [59] CoBenefit. [Become climate neutral and independent](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [60] Klimatspararna. [Intresseanmälan – Vilka åtgärder vill ni utföra?](#) Hämtad: 2022-10-21.
- [61] PROquote. [Our subscription plans](#). Hämtad: 2022-10-21.
- [63] IVA och Sveriges byggindustrier, Klimatpåverkan från byggprocessen.
- [64] IVL. [Klimatkrav till rimlig kostnad](#). Hämtad: 2022-12-06.
- [65] Eriksson, et al, 2021. Livscykelanalys och livscykelkostnad för byggnad isolerad med hampfiber jämfört med alternativ isolering.

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed

Field Code Changed