



Energibesparande åtgärder i bodetableringar

Förstudie om vattenburen värme och tätning

**LÅGAN rapport
Februari 2022**

Maria Haegermark och Alexander Malmberg
CIT Energy Management

Förord

Rapporten har finansierats inom LÅGAN av Energimyndigheten och genomförts av Maria Haegermark och Alexander Malmberg på CIT Energy Management. Granskad av Josep Termens och Åsa Wahlström, CIT Energy Management.

Vi vill rikta ett varmt tack till alla branschaktörer som intervjuats under förstudiens gång och som bidragit med sina erfarenheter och synpunkter.

Göteborg, februari 2022



LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Sveriges Byggindustrier, Energimyndigheten, Boverket, Västra Götalandsregionen, Formas, byggtreprenörer, byggherrar och konsulter.

LÅGAN stöttar regionala nätverk inom byggande av lågenergibygnader och skapar gemensamma projekt och studier för att utveckla och driva byggande och renovering av lågenergibygnader framåt. LÅGAN ska bidra till att Sverige ska nå sina energimål genom att bostads- och lokalsektorn starkt effektiviserar sin energianvändning och ökar byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se

Sammanfattning

Energieffektivisering är ett prioriterat område i byggbranschen, men fortfarande används fortfarande stora mängder energi, varav mestadels el, för uppvärmning av bodeltableringar. Två områden med sedan tidigare identifierad utvecklingspotential är uppvärmningssystemet respektive tätning mellan bodar. Att välja mer energieffektiva lösningar inom dessa områden är idag förknippat med stora arbetsinsatser och ökade kostnader och smartare system efterfrågas. Förstudien syftar därför till att undersöka behov, energibesparingspotential och förutsättningar för utveckling av lösningar som gör det enklare och mer kostnadseffektivt att *i.* använda vattenburna värmesystem i byggbodarna, *ii.* minska luftläckaget mellan bodar i en etablering. Studien har utförts genom en litteraturstudie samt intervjuer med tillverkare, uthyrare, entreprenörer, byggherrar och energibolag.

Tätning mellan bodar är ett manuellt arbete som görs på plats, vilket gör det tidkrävande och kostsamt. Vidare är resultatet inte alltid är fullgott och stora luftläckage mellan bodar förekommer även i etableringar med tätning. Intresse finns bland de intervjuade av att utveckla ett smartare system för tätning. I intervjuerna lyfts idéer om olika lösningar fram och några av aktörerna har sedan tidigare genomfört småskaliga tester, bland annat med förmonterad isolering, gummilister eller luftbälg mellan bodarna. Det finns både för- och nackdelar med de förslag som finns hos de intervjuade, men för att få ett bättre underlag för utvärdering krävs vidare tester. Projekt rekommenderas både för jämförelse av olika metoder, och för installation och utvärdering i större skala. Att räkna hem den extra kostnaden för tätningsarbete kan vara svårt framförallt vid kortare etableringar eller vid användning av energieffektiva bodar. För att uppnå att samtliga etableringar tätas kan det därför behövas någon typ av krav eller incitament som gör det ekonomiskt försvarbart även i mindre och kortare etableringar.

På de allra flesta byggarbetsplatser i Sverige värms byggbodarna idag med direktverkande el via elradiatorer. Att kunna välja ett vattenburet system för uppvärmning av bodarna vore önskvärt då det skulle ge flera valmöjligheter vad gäller energikälla, såsom fjärrvärme, luft-vattenvärmepumpar eller biobränsle, ex. pellets. Att bygga vattenburna värmesystem i byggbodarna beskrivs generellt som krångligt och dyrt, vilket också tros vara den huvudsakliga anledningen till att det inte efterfrågas i högre utsträckning. Enligt respondenterna blir det ett omfattande arbete på plats och systemet kräver mycket anpassning till varje projekt. Eftersom det är en mobil verksamhet där bodarna transporteras ofta och används i flera olika etableringar under sin livslängd är det viktigt med robusta lösningar. Förstudien visar att det råder viss tveksamhet kring om aktuella hinder kan avhjälpas och om vattenburen värme är rätt väg framåt, men det finns också intresse bland flera aktörer av att ta reda på vad som är möjligt att uppnå med nya lösningar. Vikten av att inte låsa sig i tidigare tankegångar och traditionella sätt att

arbete med installationer i byggbodar framhålls och att det inom området finns behov av att driva innovation.

Inom båda områdena ges förslag på insatser för att driva och underlätta att nya lösningar tas fram, utvärderas och slutligen används i större skala:

- Projekt för testning och utvärdering av olika lösningar i samarbete mellan flera aktörer (bodtillverkare och/eller -uthyrare, entreprenör och/eller byggherre, energibolag etc.)
- Innovationsupphandling med syfte att främja utveckling av nya produkter och metoder.

Innehållsförteckning

Förord	2
1 Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	5
1. Inledning	6
1.1 <i>Bakgrund</i>	6
1.2 <i>Syfte och frågeställningar</i>	6
1.3 <i>Genomförande</i>	7
2 Litteraturstudie	9
2.1 <i>Marknadsöversikt byggbodan</i>	9
2.2 <i>Energianvändning i byggbodan</i>	10
2.2.1 <i>Klimatskärm och tätning</i>	13
2.2.2 <i>Tekniska system</i>	14
2.3 <i>Fjärrvärme på byggarbetsplatsen</i>	15
2.3.1 <i>Fjärrvärmebolagens erbjudande om byggvärme</i>	15
2.3.2 <i>Klimatnytta med fjärrvärme i byggbodan</i>	15
2.3.3 <i>Demonstrationsprojekt med fjärrvärme till byggbodan</i>	16
3 Intervjustudie om tätning	18
3.1 <i>Nuläge</i>	18
3.2 <i>Utveckling</i>	19
4 Intervjustudie om vattenburen värme	22
4.1 <i>Nuläge</i>	22
4.1.1 <i>Efterfrågan</i>	22
4.1.2 <i>Erfarenheter av olika systemlösningar</i>	24
4.1.3 <i>Utmaningar och hinder</i>	26
4.2 <i>Möjligheter och utvecklingsbehov</i>	28
4.2.1 <i>Är vattenburen värme i byggbodan rätt väg framåt?</i>	28
4.2.2 <i>Vad behövs för en ökad efterfrågan?</i>	30
4.2.3 <i>Idéer och utvecklingsbehov</i>	31
4.2.4 <i>Intresse av framtida projekt</i>	32
5 Slutsatser och fortsatt arbete	34
5.1 <i>Slutsatser om tätning</i>	34
5.2 <i>Slutsatser om vattenburen värme</i>	35
5.3 <i>Förslag på fortsättning</i>	36
6 Referenser	38

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Energieffektivitet och miljömässigt hållbart byggande är två prioriterade områden i byggbranschen. Stort fokus finns idag på den färdiga produkten, dvs. byggnaden, men ett ökat intresse hos beställare och leverantörer börjar bli tydligt även för byggetableringen och dess energieffektivitet. Till 2045 har byggsektorn krav både från branschen och nationellt att vara klimatneutral.

Fortfarande används stora mängder elenergi för uppvärmning av bodetableringar och det finns en stor potential för energibesparing och minskad elanvändning. Två områden med utvecklingspotential som tidigare identifierats och nu adresseras i denna förstudie är uppvärmningssystemet respektive tätning mellan bodar. Att välja mer energieffektiva lösningar inom dessa områden är idag förknippat med stora arbetsinsatser och ökade kostnader, varför smartare system efterfrågas.

På de allra flesta byggarbetsplatser i Sverige värms byggbodarna idag med direktel via elradiatorer. Att istället kunna välja ett vattenburet system för uppvärmning av bodarna vore önskvärt, då det skulle ge flera valmöjligheter vad gäller energikälla, såsom fjärrvärme, luft-vattenvärmepumpar eller biobränsle, ex. pelletspanna. Att använda ett vattenburet system för distribution av värme blir dock idag mycket krångligt, och därmed kostsamt.

Tätning och isolering mellan bodar i en bodetablering medför färre ytor exponerade direkt mot uteluft och minskade luftrörelserna mellan bodarna, vilket ger lägre transmissionsförluster, mindre luftläckage och bättre inneklimat. Det är dock idag långt ifrån alla etableringar där detta genomförs och resultatet tycks dessutom sällan vara fullgott. Tätning mellan bodar är ett arbetsmoment som görs på plats, vilket innebär ett manuellt arbete som tar tid och är kostsamt.

Med ovanstående bakgrund finns det anledning att undersöka möjligheten att utveckla nya produkter och lösningar som gör det enkelt och ekonomiskt motiverbart att välja en annan värmekälla och att uppnå en bättre täthet vid bodetablering.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med förstudien är att undersöka behov, energibesparingspotential och förutsättningar för utveckling av lösningar som gör det enklare och mer kostnadseffektivt att *i.* använda vattenburna värmesystem i byggbodar, *ii.* Uppnå en bättre tätning mellan byggbodar i en bodetablering. Detta för en ökad kunskap gällande om och hur sådana lösningar kan bidra till att minska användningen av energi, i synnerhet el, på byggarbetsplatser.

Syftet är också, om det finns en efterfrågan och energibesparingspotential, att undersöka intresse och möjlighet att främja en utveckling av dessa produkter genom exempelvis en tekniktävling, innovationsupphandling eller något annat utvecklingsprojekt.

Förstudien ska besvara följande frågeställningar:

- Vilka erfarenheter finns det av att använda vattenburna värmesystem i bodetableringar? Varför används detta inte i högre utsträckning idag?
- Hur genomförs tätningar av olika uthyrare idag? Finns det byggbodas som levereras med tätning idag?
- Hur stort är intresset och behovet bland entreprenörer av att lösningar tas fram som gör den enklare att:
 - i. använda vattenburna värmesystem i byggbodas?
 - ii. effektivt täta mellan byggbodas?
- Vilka möjligheter respektive hinder finns vad gäller utveckling och tillämpning av sådana system?
- Vilka aktörer har intresse av att utveckla sådana system? Vilket incitament skulle behövas för att engagera aktuella leverantörer?

Frågeställning att besvara vid intresse och behov av produktutveckling:

- Hur kan LÅGAN driva på en sådan utveckling? Finns det intresse för exempelvis en tekniktävling, innovationsupphandling, pilotprojekt, annat förslag?

1.3 Genomförande

Förstudien har baserats på en litteraturstudie och intervjuer med olika aktörer i branschen.

Litteraturstudien har framförallt genomförts för att ge en bakgrund till aktuella frågeställningar och sätta dessa i ett större perspektiv. Litteraturstudien har fokuserat på marknaden för byggbodas samt energianvändning och energiegenskaper hos byggbodas och dess tekniska system.

För intervju tillfrågades ledande aktörer i Sverige tidigare identifierade i studien "Energiklassning av byggbodas" [1], personer som medverkat i arbetet med framtagande av energiklassningssystemet Energibod 1.0, samt ytterligare ett par aktörer som identifierats under arbetets gång.

Intervjuer har slutligen genomförts med personer från tre bodtillverkare, fyra boduthyrare, fyra entreprenörer och/eller byggherrar, samt tre energibolag. Medverkande intervjupersoner listas i Tabell 1.

Tabell 1 - Medverkande intervjupersoner

Organisation	Typ av aktör	Intervjuperson
Kubly (f.d. Remodul)	Tillverkare	Michael Johansson, VD och Urban Mårtensson, systemutveckling
Moelven	Tillverkare	Jonas Delin och Christer Sundqvist, säljchef bodar
Zenergy	Tillverkare	Dzenan Kahvic, Teknisk chef
Bodbörsen	Säljer och hyr ut begagnade bodar	Maria Kilpe, VD och försäljning
Lambertsson	Uthyrare	Anders Gustafsson, Produktchef
Cramo	Uthyrare	Tomas Persson, Produktspecialist
Expandia	Uthyrare	Johan Hörnquist, Teknik- och produktchef
NCC	Entreprenör	Svante Wijk, Hållbarhetsstrateg
PEAB	Entreprenör	Johan Svensson, Gruppchef energi och klimat
JM	Byggherre, entreprenör	Kjell-Åke Henriksson, Energi- och installationsansvarig
Aroseken	Byggherre	Anders Nilsson, Projektchef
Stockholm Exergi	Energibolag	Hans Lund, Teknisk chef
Gävle energi	Energibolag	Greger Berglund, Projektledare
Mälarenergi	Energibolag	Christer Nordmark, Affärsutvecklare och Marianne Allmyr, Energistrateg

2 Litteraturstudie

I detta kapitel ges en inblick i marknaden för byggbodas samt information om energianvändning och energitekniska egenskaper och system i bodar. Här lyfts även hinder och möjligheter för en utveckling mot bodetableringar med lägre energi- och elanvändning som identifierats i tidigare studier.

2.1 Marknadsöversikt byggbodas

I LÅGAN-rapporten *Energiklassning av Byggbodas* har det identifierats att det finns mellan 50 000 och 60 000 byggbodas i Sverige [1]. De 4 största boduthyrarna ägde ungefär hälften av dessa, se Tabell 2.

Tabell 2 - Fördelning av ungefärligt antal bodas mellan de största boduthyrarna.

Företag	Antal byggbodas
Cramo	13 000 ³
Ramirent	10 000 ¹
Lambertsson	5 000 ³
Skanska Rental	4 000 ²
Total 4 största	32 000

¹ Antal byggbodas enligt studie 2019 [1]. Har skett en ihop slagning av Ramirent och Stavdal sedan studien gjordes. Antalet byggbodas motsvarar Ramirent + Stavdal.

² Antal byggbodas enligt studie 2019 [1].

³ Antal byggbodas enligt intervju.

De fem största tillverkarna av byggbodas presenteras i Tabell 3. Det finns även utländska tillverkare som säljer till Sverige. De som tillverkar bodas gör detta efter kundens önskemål och kravställning. Design och prestanda på bodarna påverkas alltså i huvudsakligen av boduthyrare och byggföretag [1].

Tabell 3 – Ungefärlig årlig produktion av byggbodas bland de största bodtillverkare i Sverige.

Företag	Antal byggbodas/år
Moelven	1 300 ²
Maxmoduler	1 100 ¹
Kubly (f.d. Remodul)	1000 ²
Flexator	400–500 ¹
Zenergy	200 ²
Total 5 största	3 500

¹ Antal byggbodas enligt studie 2019 [1].

² Antal byggbodas enligt intervju.

Det finns en relativt stor andrahandsmarknad för byggbodas. De bodas som de större uthyrarna inte längre vill ha kvar säljs vidare till andra aktörer eller till andra länder [1]. Ett företag som valt att satsa just på andrahandsmarknaden är

Bodbörsen. Deras affärsidé är att renovera gamla bodar och sälja vidare igen. De säljer cirka 300–400 bodar årligen.

Modulbyggnader används även till andra tillfälliga verksamheter än byggbodas. Ett företag som valt att medverka i denna förstudie är Expandia som har sin huvudverksamhet inom modulbyggnader som används för tillfälliga skolbyggnader samt kontor, men de har även en liten del riktad mot byggarbetsplatser. Totalt har Expandia cirka 21 000 moduler varav ca 250 används till byggarbetsplatser.

2.2 Energianvändning i byggbodas

Den slutliga energianvändningen i byggsektorn (exkl. vägtransporter) uppgick enligt statistik från Energimyndigheten till drygt 4 TWh under 2017 [2]. Av detta var mer än hälften användning av dieselbränslen, medan elanvändning stod för ungefär en tredjedel (1377 GWh) och fjärrvärmeanvändning för 7% (291 GWh).

Historiskt sett har byggbodas utgjort en av de största posterna för elanvändning på byggarbetsplatser (i en studie från 2003 så mycket som 40% [3]) och ett flertal studier har visat på stor potential för energieffektivisering i bodetableringar [3], [4], [5], [6]. Idag sker en utveckling mot en allt större andel bodas med bättre energiprestanda, men övergången går relativt långsamt. För minskad energianvändning är det också viktigt att inte enbart fokusera på enskilda bodas, utan på etableringen som helhet. Detta understryks i intervjuer med boduthyrare i ett examensarbete vid KTH från 2017 i samarbete med Veidekke [7].

I förstudien inom Lågan *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* från 2020 har en kartläggning av resultat i 13 studier utförts [8]. Kartläggningen visar på en stor spridning i total energianvändning per bod – från omkring 7–8000 kWh/år i äldre bodas, till mindre än 2000 kWh/år i moderna lågenergibodas. Studierna som ingår i kartläggningen har genomförts med olika förutsättningar och metoder, vilket gör det svårt att göra en direkt jämförelse av resultaten. Utöver enskilda bodas energiprestanda varierar energianvändningen i en etablering stort beroende på geografisk placering, vilken tid på året och hur länge bodarna används, verksamhet (t.ex. personal- eller kontorsbod) samt etableringens utformning. Det sistnämnda inkluderar i sig flera faktorer, däribland hur många bodas det är, uppställningsmönster och tätning mellan bodas.

Också i studien *Energiklassning av byggbodas* från 2019 [1] jämförs olika studier som tar upp energianvändningen i bodas. En indelning av de bodarna som finns i Sverige har gjorts mellan gamla, medel och nya. Av de bodas som finns uppges cirka 60% vara gamla bodas, 20% är medel och 20% nya bodas. Utifrån den indelningen har en besparingspotential tagits fram om de gamla bodarna hade ersatts eller renoverats så de motsvarar en ny bod, se Tabell 4 [1].

Tabell 4 – Besparingspotential enligt "Energiklassning av byggbodar" [1]

Andel bodar	Energianvändning [kWh/bod, år]	Besparingspotential [%]
60% (gamla)	8000	50 %
20% (medel)	6000	33 %
20% (nya)	4000	0 %
Totalt		41 %

Utifrån uppskattade värden i Tabell 4 [1] blir den genomsnittliga energianvändningen för en bod knappt 7000 kWh/år. Den totala energianvändningen för byggbodar i Sverige idag kan uppskattas till cirka 374 GWh/år (vilket motsvarar 27% av elanvändningen i byggsektorn enligt statistik från 2017 [2]) Med en besparingspotential på 41% (Tabell 4) skulle det vara möjligt att minska energianvändningen med 154 GWh/år.

Denna besparingspotential förutsätter att de gamla bodarna ersätts eller renoveras så de motsvarar en ny standardbod. Om de gamla bodarna istället hade ersatts eller renoverats för att nå en prestanda motsvarande lågenergibodar finns en ännu större besparingspotential. För att göra det tydligare vad en lågenergibod innebär har ett energiklassningssystem med kriterier för både enskilda byggbodar och bodelableringar arbetats fram i ett projekt finansierat av SBUF, Energimyndigheten och Västra Götalandsregionen. Klassningssystemet förväntas införas under första halvan av 2022.

I studien *Energieffektiv byggproduktion - Kunskapspaket och vägledning* från 2021 [9] har åtgärder för minskning av energianvändning i byggbodar identifierats:

- Tätning mellan bodar och mark
- Tilläggsisolera bodar, bättre fönster/dörrar.
- Optimera hur bodarna placeras så det blir så liten klimatskalsyta kontra effektiv invändig golvarea.
- Behov anpassa temperatur, ventilation, belysning
- Energieffektiv kontorsutrustning, vitvaror, sanitetsarmaturer, mm.
- Värmeåtervinning
- Solceller

De huvudsakliga hinder som identifierats i studien *Energieffektiv byggproduktion* [9] är:

- Ekonomiskt. En del av åtgärderna kräver en högre investeringskostnad som kan bli svår att motivera med korta uppställningstider.
- Avsaknaden av incitament och energikrav. Ett incitamentshinder är till exempel att bodelableringen är uppkopplad mot uppdragsgivarens elnät och entreprenören står därmed inte själv för elkostnaden.

- Tidspress. Bodarna hinner ej renoveras mellan uthyrningar, samt det behöver gå fort när själva bodarna ska etableras på byggarbetsplatsen.
- Tekniska svårigheter med tex kanaldragning för ventilation, installation av värmepump, mm.

I både *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* och *Energieffektiv byggproduktion* tas ytterligare några åtgärder och hinder upp [8], [9].

2.2.1 Klimatskärm och tätning

En av de stora anledningarna att inte fler kunder väljer att satsa på energieffektiva bodar är den högre kostnaden. Prisskillnaden för bodar med olika energiegenskaper kan vara cirka 20 %. Eftersom kostnaden är en så viktig del i många upphandlingar blir det oftast bara de stora beställarna med interna miljömål och riktlinjer som ställer krav på byggbodarna [1].

Genom att täta mellan bodarna uppnås en mer energieffektiv bodetablering. Tätningen kan liknas med att man monterar ihop bodarna så det bildar en huskropp, med en klimatskalsyta som är mindre än om varje bod hade haft klimatskalsyta mot ute luft, vilket lite förenklat blir fallet om man sätter ihop bådarna utan att täta mellan [10]. För en bod med lägre u-värde på väggarna är energibesparingen inte lika stor genom att täta skarvarna. Det beror på att den extra klimatskalsyta som kyls ner med uteluft inte bidrar med en lika stor transmissionsförlust som om det varit en dåligt isolerad vägg [1]. Beroende på hur noggrant tätningen utförs och hur mycket isolering som används blir köldbryggan mellan bodarna olika stor. Det är främst skarvarna mellan bodarna samt runt fönster och dörrar som är de påtagliga köldbryggorna för byggbodar [4].

Två olika studier där jämförelser gjorts mellan energibehovet per år för ett referensfall och en bodetablering där de tätat skarven mellan bodarna visar att energibehovet minskar med drygt 40% tack vare tätningen [4] [11]. I den ena studien jämförs effekten av tätning mellan bodar med olika energiegenskaper. I det ursprungliga fallet minskar energibehovet per bod från 7000 kWh/år till 4000 kWh/år. Om man istället utgår från en energieffektiv bod med en bättre klimatskärm och hälften så stora transmissionsförluster halveras besparingen som erhålls genom tätning [11].

En uppskattning av nationell potential kan göras utifrån följande antaganden:

- Den totala energianvändningen för byggbodar i Sverige kan uppskattas till cirka 374 GWh/år (se ovan).
- Om ett antagande görs att det i dagsläget är 25% av alla bodetableringar i Sverige som är väl tätade alternativt står ensamma återstår 75% av bodarna där det finns en energibesparingspotential genom tätning.
- Den energibesparing som tas upp i de två ovan nämnda studierna jämför en otätad bodetablering mot en som är väl tätad och ger således en maximal besparing på ca 40%.

Om det sammanfattningsvis antas att 75% av landets bodetableringar är otätade idag och att en besparing på 40% är möjlig att nå genom tätning, beräknas den totala energibesparingspotentialen till omkring 110 GWh/år.

$$374 \text{ GWh/år} \times 75 \% \times 40 \% \approx 110 \text{ GWh/år}$$

Detta ska ses som en grov uppskattning av den möjliga energibesparingspotentialen på nationell nivå. Verklig potential beror bland annat på hur stor del andel av bodeltableringarna runt om i landet som tätas idag, och kvaliteten på tätningen. Det har i intervjuer med uthyrare och entreprenörer framkommit att det finns en stor osäkerhet kring hur stor andel av bodarna som tätas, samt hur kvaliteten för själva tätningen är. Avslutningsvis är det viktigt att ha med sig att det inte går att bara summera ihop energibesparingen från tätning med den för ett bättre klimatskal då dessa påverkar varandra.

2.2.2 Tekniska system

I detta avsnitt går de tekniska systemen för bodarna igenom, såsom uppvärmning, ventilation och el/tele.

Uppvärmning

Byggbodar värms än idag vanligen med direktverkande el via elradiatorer. I Lågan-rapporten *Energiklassning av byggbodar* [1] uppges att radiatorerna i de flesta fall är förberedda med en nattsänkningsfunktion och kan i vissa fall kopplas till en central som även styr ventilationssystemet.

I de fall det efterfrågas ett annat uppvärmningssätt än elradiatorer används oftast luft-luftvärmepumpar. Detta ingår då inte i standardlösningen, utan är ett tillval på begäran av beställaren. En av utmaningarna med luftluftvärmepumpar är att få värme till hela boden när det är en planlösning med många små rum. Ytterligare en utmaning är att luft på byggarbetsplatser innehåller mycket damm och partiklar vilket ger en hög belastning på filter som då behöver bytas ofta. En fördel som fås med luftluftvärmepumpar är att man även kan använda dem till komfortkyla på sommaren, något som efterfrågas mer och mer [1]. NCC har testat och utvärderat luft-luftvärmepumpar i flera etableringar, med resultat sammanställt i SBUF-rapporten *Energieffektiva byggbodar* från 2017 [12]. I rapporten konstateras att det med goda förutsättningar och viss tillsyn går att spara mycket energi med värmepumpar i byggbodar. För att lösa problemet med distribution av värme till enskilda kontorsrum monterades små axialfläktar i väggen mellan kontor och korridor.

Ventilation

Ventilationen i bodar sker antingen genom frånluftventilation eller med av ett litet FTX-aggregat för varje rum som är placerat ovanför fönstret [13], [14]. Lösningen med ett litet FTX-aggregat för varje rum medför att ingen kanaldragning behövs, vilket är en stor fördel då plats och takhöjd är begränsad i bodarna. Ett vanligt ventilationssystem hade dock varit att föredra ur luftomrörningssynpunkt. När tilluft och frånluft är placerat bredvid varandra som det blir vid ett litet aggregat per rum fås en viss kortslutning i rummet och det blir områden i rummet där luftombytet blir lidande.

Belysningen i nya bodar är som standard LED-armatur med närvarostyrning. Eftersom byggbodarna används mer och mer som fasta kontorsplatser finns även möjligheten att koppla upp etableringen på fiber [15].

Ett examensarbete vid Uppsala universitet [4] visade att genom att kombinera närvarostyrd belysning med ett optimerat styrsystem för uppvärmning och ventilation kan en energibesparing på ca 1400 kWh/år för en etablering med 8 bodar som har tätats uppnås. I samma studie resulterade närvarostyrd belysning i kombination med ett optimerat styrsystem för uppvärmning och ventilation i en energibesparing på ca 1400 kWh/år för en etablering med 8 bodar som har tätats uppnås.

2.3 Fjärrvärme på byggarbetsplatsen

2.3.1 Fjärrvärmebolagens erbjudande om byggvärme

Sveriges 30 största leverantörer av fjärrvärme har granskats med avseende på om de erbjuder byggvärme, det vill säga möjlighet till uppkoppling av fjärrvärme till byggarbetsplatser. Utifrån innehållet på respektive fjärrvärmeleverantörs hemsida uttrycker 21 stycken (70%) att de erbjuder byggvärme i någon form. Bland de som erbjuder byggvärme varierar dock en hel del på hur mycket det marknadsförs. Vissa har egna sidor som beskriver deras erbjudande av byggvärme och fördelarna med att nyttja detta, medan andra bara har med det som ett alternativ att kryssa i på en ansökningsblankett om fjärrvärmeanslutning.

Av de som erbjuder byggvärme specificerar 11 stycken (52%) kostnaden för byggvärme, som i samtliga av dessa fall bara är rörligt pris för den faktiska förbrukningen. 2 stycken leverantörer har även rörligt pris på volymen vatten, utöver priset per kWh. I vissa fall kan det förekomma anslutningsavgift beroende på plats- och projektspecifika förutsättningar.

9 stycken (43%) av de som erbjuder byggvärme uttrycker även att de kan erbjuda en permanent fjärrvärmelösning efter byggentreprenaden. Men troligen är de flesta fjärrvärmeleverantörer som erbjuder byggvärme intresserade av att hjälpa till med en permanent lösning också.

Gällande vem som äger undercentralen är det olika mellan leverantörerna. I Stockholm är det exempelvis kunden själv som äger undercentralen. Stockholm Exergi äger primärledning och mätplatsen och kunden äger resten. I Göteborg och Gävle äger fjärrvärmeleverantören primärledningar och värmeväxlare.

2.3.2 Klimatnytta med fjärrvärme i byggbodar

Av den totala energianvändningen för byggbodar i Sverige som kan uppskattas till cirka 374 GWh/år (se ovan) uppskattas cirka 75% användas för uppvärmning och varmvatten [3]. Den energianvändning som teoretiskt skulle vara möjlig att

konvertera till fjärrvärme är därmed cirka 280 GWh/år. Vilken besparing i CO₂ det skulle medföra beror till stor del på vilken elmix som används samt hur stor miljöbelastningen för den lokala fjärrvärmens är. Som referens kan det nämnas att Boverkets klimatdatabas uppger att miljöbelastningen från den svenska elmixen till 37 g CO₂e/kWh och miljöbelastningen från fjärrvärme till 56 g CO₂e/kWh [16]. Det sistnämnda är ett medelvärde från alla fjärrvärmeleverantörer i Sverige, men det finns stora skillnader i vad olika fjärrvärmeleverantörer har för miljöbelastning. I en vägledning om beräkning av utsläppsminskning i samband med ansökningar till Klimatklivet uppger Naturvårdsverket att utsläppsfaktorn 90 g CO₂-ekvivalenter per kWh användas för all el och att lokala utsläppsfaktorer för fjärrvärmeproduktion ska beaktas [17]. Utsläppsfaktorn för el grundar sig här på en beräkning av det nordiska elsystemets klimatpåverkan (nordisk elmix med hänsyn till export och import). Även andra beräkningsmetoder kan tillämpas för långsiktiga åtgärder som påverkar energianvändning och utsläpp av växthusgaser. Sammanfattningsvis påverkas en beräkning av möjlig koldioxidbesparing i hög grad av vad man väljer för indata till sin beräkning, samt var i landet man befinner sig.

2.3.3 Demonstrationsprojekt med fjärrvärme till byggbodar

Att använda fjärrvärme som byggvärme är relativt vanligt, men att ansluta byggbodarna till fjärrvärme är något som endast gjorts i enstaka fall.

Veidekke Entreprenad AB har tillsammans med Cramo, Fortum och Aton Teknikkonsult AB utfört ett demonstrationsprojekt där de bland annat undersökt byggbodar ansluta till fjärrvärme. Projektet ingick i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras gemensamt av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen [11]. Merkostnaden för uppvärmning via fjärrvärme kontra elvärm i det projektet uppskattades till totalt knappt 9 000 kronor per bod för en uppställning med 10 bodar och en uppställningstid på 12 månader. Denna merkostnaden är projektspecifik och beror i högsta grad på projektets förutsättningar, till exempel hur nära en befintlig fjärrvärmeanslutning finns, samt hur merkostnaden för det vattenburna värmesystemet avskrivs. I Veidekkes projekt berodde en del av merkostnaden på att bodarna inte var förberedda för fjärrvärme från början. I detta fallet så behöll man de vägghängda elradiatorerna och kompletterade med takhängda vattenradiatorer. Dels är takhängda radiatorer dyrare än vägghängda och dels medförde det en kostnad för elradiatorer som inte användes. Merkostnaden hade därmed blivit lägre om det funnits bodar med vägghängda vattenradiatorer. De medverkande parterna i demonstrationsprojektet uppskattar att merkostnaden skulle kunna sänkas betydligt med bättre förutsättningar, och tror att det i framtiden bör vara möjligt för entreprenören att hamna på samma totala kostnadsnivå med ett vattenburet system som för de elvärmda byggbodarna om de från början görs flexibla med ett vattenburet lågtemperaturssystem [11].

Att ansluta bodarna till fjärrvärme kommer inte alltid vara möjligt att motivera utan det beror enligt studien "Bygga och Bo Primärenergiklok" bland annat på följande [11]:

- Fjärrvärme finns i direkt anslutning till arbetsplatsen när etableringen sker, alternativt att fjärrvärme ska dras fram för att användas som värmeenergi för byggnaden.
- Det finns bodar på marknaden som är förberedda för vattenburet system. Om efterfrågan av bodar med ett vattenburet system blir stort kommer det krävas längre framförhållning av byggentreprenören att boka upp bodar.
- Dragning av stammar för värmesystemet inte medför för stora kostnader.
- Att bodar och undercentral kan placeras så inte rördragningar förhindrar framkomligheten på byggarbetsplatsen. Detta bör beaktas tidigt i projektet i samband med byggbudsplaneringen (APD-plan).

3 Intervjustudie om tätning

Detta kapitel handlar om tätning mellan bodar och är baserat på intervjuer med bodtillverkare, boduthyrare och entreprenörer (intervjupersoner enligt avsnitt 1.3).

Det skall påpekas att intervjupersonernas skildringar och synpunkter är baserat på egna erfarenheter, och andra personer i verksamheten skulle kunna ha en annan syn på olika frågor.

3.1 Nuläge

Tätning mellan bodar i en bodetablering utförs på olika sätt beroende på vilken uthyrare det är, samt vad som beställs av entreprenören. I de flesta fall ingår tätning vid en energieffektiv bodetablering. De skiljer sig dock mellan uthyrarna om man ser ett behov av utvändigt tätning eller om det räcker med att täta inifrån och behålla en liten springa mellan bodarna. Skarven mellan bodarna kan vara upp till ca 70 mm. Ambitionen är att kunna återanvända det mesta av materialet som används för tätning i flera byggprojekt. Det är dock osäkert hur stor del som faktiskt återanvänds. Det beror bland annat på hur remsor av isolering man lyckas få ut vid avetableringen, småbitar slängs.

Tätning mot mark samt mellan bodar på höjden ger en lägre effekt för energieffektiva bodar som har ett lågt u-värde för golv och tak. Tätningen mot mark görs antingen med en duk eller skivor. Skivor har fördelen att de inte påverkas i samma utsträckning av vind och snö. Men det är samtidigt ett fördyrande moment att ha skivor istället för duk. Det är därför mer vanligt med skivor i norra Sverige medan man i södra Sverige oftare använder duk som tätning mot mark.

För tätning invändigt mellan bodarna är det vanligaste att man använder drevisolering som man trycker in i springan mellan bodarna. Det täcks sedan med en skiva från insidan. För att inte få problem med fukt används en plastad drevning vid tätning. Om det är krav på att få det extra tätt kan även ångspärtej användas. Det är lite olika om man bedömer det nödvändigt att även täta från utsidan också eller om det räcker med invändig tätning. Den utvändiga tätningen utförs på liknande sätt. Vid etablering av så kallade "salsbodars" (bodars där det är helt öppet mellan långsidorna så en stor sal bildas, istället för att öppningen mellan de två bodarna som sätts samman enbart utgörs av en dörröppning/korridor) där tätningen sker i yttervägg täts det både från in- och utsida enligt de uthyrarna som intervjuats. Den utvändiga tätningen täcks med antingen färdigbockad plåt, träskiva eller duk. Eftersom tätningen idag görs genom snickeri vid montage beror resultatet till stor del på utförandet vid montage. Att täta utvändigt på plan två eller högre kräver att lift används.

Det är ofta tidspressat vid en bodetablering och det tillsammans med kunskapsbrist gör att det brister samt slarvas med tätningen. Dålig genomförd tätning leder till ökat energibehov samt försämrat inneklimat genom till exempel drag.

Ett sett att effektivisera arbetet är att man har drevisoleringen förberedd i remsor. En respondent beskriver dock att den stora tidsåtgången inte beror av själva isoleringen utan att skruva dit täcksivor. Istället för att skruva dit täcksivor kan en duk med kederlist (Figur 1) användas som dras i kederskenor som finns monterade på bodarna. Enligt vissa fungerar denna lösningen bra medan andra ifrågasätter hållbarheten och menar att det är lätt att skenan får en skada som sedan gör att inte duken kan dras in i sitt spår.



Figur 1 - Illustration av en duk med kederlist avsedd att fästas i en kederskena [18].

3.2 Utveckling

Merparten av respondenterna ser potentiella vinster med smartare system för tätning mellan byggbodar. Framförallt för att minska luftläckage och värmeförluster, men flera ser också behov av lösningar som sparar tid på plats. Här lyfts också att det behövs en bra lösning för tätning av genomföringar för kabelkanaler.

Eftersom det inte finns någon standard för hur tätningen ska göras sker det redan idag ett arbete med att försöka effektivisera momentet bland tillverkare och uthyrare. Idéer som har lyfts under intervjuerna är isolering som är färdigmonterad på bodarna, färdigmonterad gummilist, uppblåsbar luftbälg samt skum. Respondenterna har även delat med sig av erfarenheter av för- och nackdelar som upptäckts i mindre tester av de olika varianterna. Samtliga intervjuade ser positivt på att system som kan effektivisera och underlätta tätningsarbetet tas fram, och är öppna för att testa nya lösningar. Ett förslag som lyftes av en av de intervjuade var att man testat flera olika lösningar vid samma etablering och därigenom kan göra en mer konkret jämförelse mellan alternativen. Dels genom att genomföra täthetsprovning men också genom en energiuppföljning. Utifrån resultat från ett sådant studie kan man sedan eventuellt gå vidare med att testa en lovande lösning i större skala.

I det följande redovisas respondenternas synpunkter gällande för- och nackdelar med olika lösningar, samt vad man bör tänka på i eventuellt utvecklingsarbete. Oavsett lösning för utvändigt tätning måste denna tåla UV-strålning, salt och kyla.

Under en bods livslängd används den på många olika etableringar vilket gör att den lyfts och förflyttas många gånger under sin livslängd. Det medför att det behövs robusta lösningar.

Förmonterad isolering

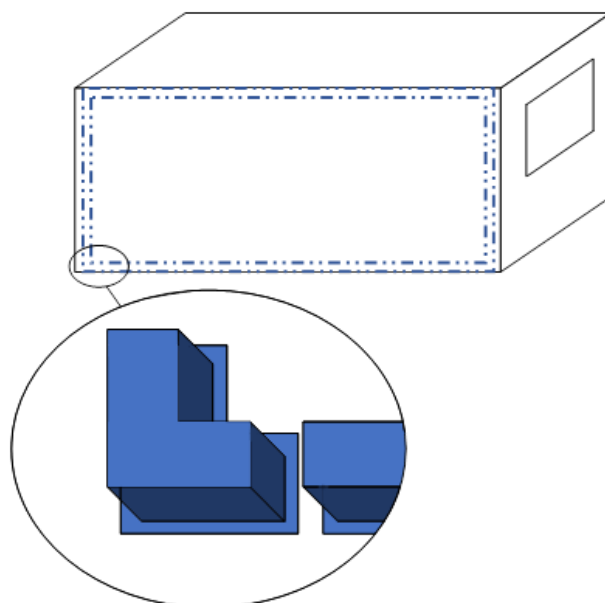
Att ha isolering som är fäst på bodarna minimerar tiden det annars tar att vika drevisoleringen och trycka in i skarven. Det finns dock en risk att viss isolering lossnar vid transport och när boden ställs på plats. Det är därför viktigt att även gå över skarvarna manuellt och att fylla i isolering där det saknas för att inte riskera att få ett sämre resultat än vad man skulle få med manuell drevning. När skarvarna kontrollerats och fyllts i med isolering där det behövs, föreslås sedan en täckskiva monteras precis som på samma sätt som tidigare.

En fördel utöver tidsvinsten med färdigmonterad isolering är att isoleringen i högre grad återanvänds. Tanken med drevisoleringen är att den ska återanvändas, men i praktiken är det en hel del isolering som slängs vid demontering om man inte lyckas få ut långa remsor. Med förmonterad isolering behöver inte isoleringen demonteras vilket leder till en högre återanvändningsgrad.

En utmaning som lyfts är att bodarna behöver vara flexibla och kunna dockas mot olika bodar. Det kanske finns monterad isolering på en sida som inte ska dockas mot en annan bod.

Förmonterade gummilister

Att använda sig av gummilister som pressas mot varandra är ytterligare ett förslag på ett sätt att täta mellan bodarna (Figur 2). Det går väldigt fort att täta med hjälp av gummilist. Bodarna ställs då bredvid varandra och trycks sedan ihop med hjälp av tvinnar. Att montera gummilister på bodarna är något som hade kunnat göras även på befintliga bodar. Nackdelen med att använda sig av gummilist istället för traditionell isolering är att det blir mer känsligt ifall bodarna hamnar lite snett. Det är också känsligt så att inte skräp hamnar mellan de två gummilisterna, vilket medför att det inte blir tätt. Både en gummilist och att ha färdigmonterad isolering bygger lite på bredden av boden, men är inget som blir ett problem vid transport så länge de korta sidor inte överstiger 310 cm (själva boden är oftast 2,9 m bredd) [19].



Figur 2 Skiss på tätninglösning med gummilister på bodarnas långsidor utifrån idé från Kubly.

Luftbälg

Ytterligare ett sätt som testas för att tät mellanbodarna är att använda sig av en luftbälg, likt en cykelslang som pumpas upp mellan bodarna. Detta är något som endast förekommit på ett teststadium. Uthyrare ser en utvecklingspotential med denna princip men samtidigt flera svårigheter. Nackdelarna man ser med denna principen är att det finns risk att man trycker isär bodarna vid uppblåsning och om sedan bälgen läcker lite luft som gummi har tendens att göra när det är under tryck en längre tid så kommer de tillslut inte täta mellan bodarna. Det kommer med andra ord kräva att man håller koll på skarvarna under uppställningstiden och eventuellt blåser in mer luft.

Skum

Polyuretanskum är ett ytterligare alternativ för isolering. Det ger bra tätningsegenskaper och är enkelt att applicera. Problemet uppstår vid demontering. Skummet är svårt att få bort och det blir väldigt mycket skräp vid avetablering. Skummet är inte möjligt att återanvända.

4 Intervjustudie om vattenburen värme

Detta kapitel är baserat på intervjuer med representanter för bodtillverkare, boduthyrare, entreprenörer och energibolag (intervjupersoner enligt avsnitt 1.3). I avsnitt 4.1 sammanfattas respondenternas uppfattning avseende efterfrågan och hinder för vattenburna värmesystem i byggbodas idag, samt erfarenheter av olika typer av system. I avsnitt 4.2 lyfts synpunkter kring utvecklingsmöjligheter och förslag på nya lösningar.

Det skall påpekas att intervjupersonernas skildringar och synpunkter är baserat på egna erfarenheter, och andra personer i verksamheten skulle kunna ha en annan syn på olika frågor.

4.1 Nuläge

4.1.1 Efterfrågan

Vattenburen värme i byggbodas

De allra flesta byggbodas i Sverige levereras idag med direktverkande el, medan vattenburet värmesystem endast efterfrågas och installeras i enstaka fall. Ett vattenburet system finns inte heller tillgängligt som tillval vid försäljning eller uthyrning av bodas, utan det blir en anpassning vid särskild efterfrågan från kund. Representanten för en av boduthyrarna berättar att de har gjort kundanpassningar i bodetableringar i Kiruna. En annan att de har fått frågan några gånger, antingen vid långa projekt eller då det varit problem med begränsad eleffekt, men att det i slutändan varit för dyrt. En av tillverkarna berättar att vattenburna värmesystem i byggbodas efterfrågas då och då, och att de som frågar i sin tur fått frågan av byggherre/beställare. Exempel på system som har testats och tillämpats i bodetableringar ges i avsnitt 4.1.2.

Enligt respondenterna är en primär orsak till den låga efterfrågan att ett vattenburet värmesystem medför ett omfattande arbete på plats, och därmed blir dyrt. Hinder och utmaningar beskrivs närmare i avsnitt 4.1.3.

Med ett vattenburet system finns flera alternativ för tänkbar värmekälla. I intervjuerna gavs verkliga exempel på bodetableringar med fjärrvärme respektive luft-vattenvärmepump, men även biobränsle (exempelvis pellets) nämndes som möjligt alternativ. Vad gäller fjärrvärme berättar en respondent att det har testats som värmekälla i byggbodas i projekt där det funnits väldigt konkreta krav från byggherren, då ofta kommuner. Representanten för ett av energibolagen kommenterar att det generellt sett är väldigt vanligt med fjärrvärme till byggvärme, men att det än så länge är ovanligt till byggbodas. Samma person menar att det förstås är svårare att få in ett vattenburet system än att dra en elkabel från ett provisoriskt elskåp, men att det finns några exempel där det testats. En annan respondent påpekar att det fortfarande mest är priset som styr, även om det finns en ökad medvetenhet kring energi på byggarbetsplatser.

Vattenburet i andra modulbyggnader

Även om vattenburen värme är sällsynt i byggbodas förekommer det i andra typer av modulbyggnader, exempelvis moduler avsedda för tillfällig skolverksamhet. Flera av de organisationer som representeras i intervjustudien levererar både byggbodas och andra modultyper. En av dessa respondenter berättar att de i skol- och förskolemoduler helt gått ifrån användning av direktverkande el som primär uppvärmningskälla. Antingen används luft-luftvärmepumpar med stöttning av elradiatorer, eller så installeras ett vattenburet system med energi från luft-vattenvärmepump. Vilken lösning som levereras beror förstas på vad kunden önskar och företaget gör en beställning från modultillverkaren utifrån hur de tror att efterfrågan kommer se ut framöver. Enligt respondenten har ungefär 20% av modulerna beställts med vattenburet värmesystem under senare år, medan det för 10 år sedan inte var tal om vattenburet alls.

Även om det kan finnas lärdomar att hämta från tillämpning av vattenburen värme i andra modultyper, påpekas att en väsentlig skillnad är att det då generellt handlar om längre hyrtider och att det finns mindre behov av flexibilitet.

Luftvärme i byggbodas

Något som har börjat efterfrågas till byggbodas i större utsträckning är luft-luftvärmepumpar och detta alternativ lyftes även av flera av respondenterna. Ett par av representanterna för leverantörer berättar att detta inte är standard, men att de sätter in luftvärmepumpar till de kunder som vill ha det. Ett exempel ges på när bodas för uthyrning levererats med värmepumpar som sålts till kund.

Det uppges blir lite dyrare med luftvärmepumpar jämfört med enbart elradiatorer, men flera av respondenterna påtalar fördelen att luft-luftvärmepumpar även ger en möjlighet att förse bodarna med komfortkyla sommartid. Detta menar de behövs idag då kontorsbodas blir en mer och mer permanent arbetsplats. Elradiatorer behövs dock fortfarande för de kallaste timmarna på året när effekten från värmepumparna inte räcker till.

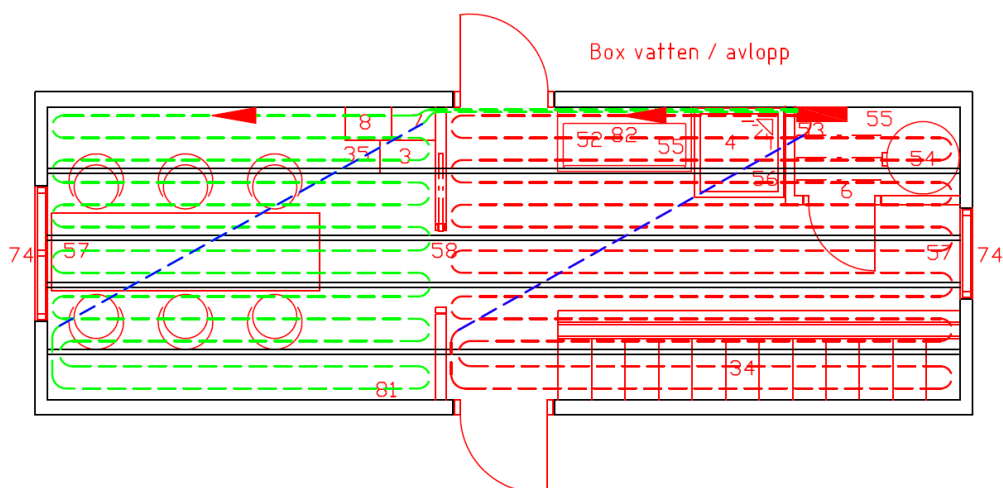
En nackdel med luftburen värme som tas upp är att det normalt behövs en enhet per rum. En av uthyrarna har tittat på hur man kan lösa detta, men inte kommit fram till något utan det blir väldigt dyrt. Detta är problematiskt framförallt när rummen är små. Att sprida värme från en central luftvärmepump med distribution av ventilationsluft via kanaler skulle ha sina fördelar, men kanaldragning i bodas är problematiskt. Någon nämner möjligheten att installera luft-luftvärmepumpar enbart i matsalsdelarna, men då är också en fråga om hur man ska få ut luften via ventilationskanaler till andra delar. Någon påpekar att de dessutom flyttar innerväggar ganska ofta, vilket ytterligare komplicerar luftburen värmedistribution via kanaler. En annan respondent menar att det kanske skulle vara möjligt att koppla ihop luftburet värmesystem i flera bodas om ventilationskanalerna dras utanpå. Det alternativet medför dock nackdelen att det krävs extra arbete på plats.

4.1.2 Erfarenheter av olika systemlösningar

Flertalet av de intervjuade har trots allt erfarenheter av vattenburna värmesystem i en eller flera bodetableringar, eller av att ha testat detta i mindre skala. Erfarenheterna rymmer olika lösningar för distributionssystemet, med fjärrvärme eller luft-vattenvärmepump som primär värmekälla. Nedan beskrivs dessa kortfattat.

Golv- och takvärme

Kubly presenterade på MaskinExpo 2016 en bod med omklädningsdel och matsalsdel för 6 personer med vattenburen golvvärme (Figur 3). I denna bod var golvvärmeslingorna förlagda i värmefördelningsplåtar nedsänkta i de isolerade längsgående fack som finns i golvkonstruktionen i alla bodar. Lösning innebar alltså en nedpressning av fördelningsplåtar i isoleringen, men respondenten menar att skillnaden i isolering blir marginell. Värme distribuerades med två separata slingor – en för matsalsdelen och en för omklädningsdelen. En fördelare för slingorna var liksom en liten värmeväxlare och expansionskärl placerade i ett kombinerat teknik- /torkrum i omklädningsdelen.



Figur 3 Ritning över bod med vattenburen golvvärme från Kubly (Källa: Kubly)

Cramo har i ett par etableringar använt sig av takvärme, med rörsystem i korridorerna.

Radiatorer

Moelven har levererat bodar med vattenburna radiatorer och anslutning till fjärrvärme till några projekt. De har erfarenheter från två olika varianter avseende vad som ingått vid leverans från fabrik.

I ett projekt gjordes det i fabrik en invändig rördragning i korridor, men flera nackdelar sågs med en sådan lösning. Respondenten påtalar att det varken finns plats i tak eller golv för rördragning, vilket gör det svårt att få plats med stammar i korridoren. Utvändig rördragning skulle på så sätt vara lättare, men då blir det istället transportproblem. Vidare menar respondenten att en nackdel med att göra rördragningen mellan radiatorer redan i fabrik är att stamledningar behöver dimensioneras från början, vilket blir unikt för varje projekt. Systemet saknar därmed också flexibilitet med avseende på ändringar i antal bodar eller boduppställning. Slutligen, även om endast hopkoppling av bodarna återstod vid leverans, så innebär detta ganska mycket arbete på plats.

I ett annat projekt installerades enbart radiatorer i bodarna i fabrik, medan utvändig rördragning och hopkoppling utfördes på plats. För att varje bod skulle kunna passa var som helst i uppställningen tillverkades de likadana och sedan gjordes en dimensionering utifrån uppställning och antal bodar på plats. Även här blir dock konsekvensen med ett vattenburet system en lägre flexibilitet och merarbete vid förändringar i bodetableringen under projekttiden, eftersom en dimensionering görs efter ursprunglig uppställning.

Inför byggnationen av ett nytt småhusområde i Västerås byggde Aroseken tillsammans med Mälarenergi om två bodar för uppvärmning med vattenburna radiatorer och fjärrvärme som värmekälla (se även nedan). Rörsystemen i de två bodarna kopplades ihop och försågs med värme från en vanlig villaväxlare i ena boden. Utvändig rördragning isolerades och byggdes in med låda. Efter installation tillfrågades personalen om hur de upplevde inneklimatet, med positiv återkoppling om mer behaglig temperatur.

Värmekälla

I intervjuerna gavs exempel på vattenburna system med både fjärrvärme och luftvattenvärmepump som primär värmekälla.

I etableringar med fjärrvärme har i de flesta fall en undercentral med värmeväxlare placerats i en separat bod (eller halv bod). I Arosekens om endast två bodar kunde dock en mindre växlare (villaväxlare) placeras i en av bodarna (Figur 4). Aroseken projekt var också speciell på så sätt att det var möjligt att nyttja servicen till ett av husen som skulle byggas. I större projekt hamnar bodarna vanligen en bit från servisavstämningen till huset som byggs och extra rördragning behövs. En respondent uppger att när fjärrvärme använts i bodar har de dragit en ångslang ovan mark från närmaste anslutningspunkt, vilket har sina för- och nackdelar (se avsnitt 4.1.3)



Figur 4 Fjärrvärmeväxlare i bod utvecklad av Aroseken och Mälarenergi. (Bild: Aroseken)

Kublys bod med golvvärme försågs med värme från luft-vattenvärmepump installerad i boden. Respondenten menar att detta fungerade bra, men att det blev dyrt.

Expandia har ett eget system där rörsystemet i fem moduler kopplas ihop sinsemellan och förses med värme från en gemensam luft-vattenvärmepump. Detta system har ännu inte tillämpats för byggbodar, men används idag i andra typer av tillfälliga etableringar- såsom för skolor och förskolor. För kontor kan fler än fem moduler kopplas samman och värmen distribueras genom vattenburna radiatorer. Respondenten förklarar att alla invändiga produkter sitter på plats när de får bodarna från tillverkaren och att de sedan kompletterar dessa med en uteluftsdel för värmepumpen, skarvrör mellan bodarna samt gör justeringar.

Ingen av respondenterna beskriver projekt med annan värmekälla än fjärrvärme eller luft-vattenvärmepump, men nämner att om exempelvis en biobränslepanna ska användas behövs en avsedd yta för provisorisk anslutning av container.

4.1.3 Utmaningar och hinder

Att bygga vattenburna värmesystem i byggbodar beskriver respondenterna generellt som krångligt och dyrt, vilket också tros vara den huvudsakliga anledningen till att det inte efterfrågas i högre utsträckning. Enligt respondenterna blir det ett omfattande arbete på plats och systemet kräver mycket anpassning till varje projekt.

Orsaker som tas upp till att vattenburet blir dyrt och innebär ett merarbete, inte minst på plats, jämfört med en eluppvärmd etablering:

- En ny dimensionering behöver göras i varje projekt eftersom effektbehov skiljer sig åt. Därmed behövs egen projektering hos leverantören. En respondent påpekar att detta dock inte är unikt för vattenburen värme, utan detsamma gäller för exempelvis ventilationssystem.
- Rördragning och kopplingar är både svårt att få till på ett bra sätt och tar tid att genomföra på plats.
- Isolering av utvändiga rör och kopplingar samt tätning av genomföringar.
- Inställning av ventiler och luftning av system behöver göras i samband med inkoppling. En respondent lägger till att kanske behöver man även komma tillbaks efter några veckor eller senare på hösten, exempelvis på grund av att det inte finns något värmebehov när bodarna sätts upp.

Med ett vattenburet system är det också svårt att uppnå den flexibilitet som krävs. Flera poängterar att en bodetablering är ett modulärt system och att en bod både måste kunna stå för sig själv och passa in var som helst i uppställningen. Det behövs också flexibilitet vid förändringar på byggarbetsplatsen. Då bodar betalas

per arbetsdag, kompletterar entreprenören bodetableringen vid behov, och de bodar som inte behövs vill man få bort så fort det går.

En av respondenterna menar att det för ett enskilt projekt går relativt lätt att lösa (även om det kostar), men att problemet framförallt uppstår när uthyraren sedan får tillbaks bodarna i sin flotta. En respondent påpekar att de har en avskrivningstid på upp emot 20 år för en bod. I nästa projekt kanske det inte önskas eller är möjligt med vattenburen värme. Vill man vara säker på att inte behöva riva ut systemet mellan etablering, behöver bodarna därmed även vara utrustade med en elpanna eller elradiatorer. Dubbla system och anslutningar är dock inte heller önskvärt. En tanke som lyfts är därför möjligheten att utveckla en radiator för anslutning till både el och vatten (se avsnitt 4.2.3).

Andra hinder som lyfts fram under intervjuerna av en eller flera respondenter:

- Svårigheten med dimensionering, framförallt av huvudstammar.
- Värmepumpar är normalt avsedda för stationärt bruk och är inte gjorda för att fraktas och flyttas runt. De tål därför generellt inte vibrationer så bra.
- Ett grundproblem är att det vid byggnation ofta inte finns någon framförhållning och det ska inte kosta något.
- Många kunder köper eller hyr bara enstaka bodar och skulle inte ha råd att betala för ett vattenburet system. Det här är för större uppställningar som ska stå en längre tid.
- Ett vattenburet system innebär en frysrisk. Huruvida detta är ett tillkommande problem eller inte och om glykol (vilket ej är att föredra ur miljösynpunkt) bör användas eller inte råder det lite olika åsikter kring. Ett sätt att undvika glykol kan vara välisolerade ledningar och att systemet töms mellan projekt. Någon menar att tömning inte behövs med glykolblandning, en annan att det gör det. Skillnaden skulle kunna bero på var i landet som etableringen är lokaliserad, då även glykol fryser vid väldigt låga temperaturer.
- Ett vattenburet värmesystem innebär även risk för läckage, med vattenskador som följd om inte läckaget upptäcks i tid.
- Hållbarhet över tid. Generellt nämns att rörsystemet behöver hålla för upprepad montering och demontering när etableringen förändras, vilket kan vara en utmaning.
- Risker med att bygga in rör, såsom görs med golvvärme, med tanke på att bodarna kommer att lyftas ganska ofta och ska hålla under många år (ca 20 år). En respondent menar att de vill bygga in så lite så möjligt för att kunna laga och ersätta komponenter när något går sönder.
- Bodarna kan behöva anslutas för att få värme när de ska fräschas upp mellan etableringar. Detta blir krångligt med ett vattenburet system eftersom det innebär att man behöva fylla upp systemet igen, lufta osv.

- Ekonomi. Även med hänsyn till minskad elanvändning med värmepump eller eventuella besparingar när el ersätts med fjärrvärme bedömer respondenterna att det ej går att räkna hem ett vattenburet system ur kundens perspektiv.

När det gäller fjärrvärme lyfts både för- och nackdelar i intervjuerna. Som tidigare nämnts är det helt enkelt lättare och billigare att dra fram en elkabel än fjärrvärmeledning. Fjärrvärme är inte heller lika flexibelt. En respondent (entreprenör) förklarar att bodarna kan behöva flyttas under produktionen, vilket blir problematiskt om de är kopplade till fjärrvärme. Ett par respondenter tar upp utmaningen med att fjärrvärmerör kan behöva dras tvärs över byggarbetsplatsen, eftersom boduppställningen kan vara placerad en bra bit ifrån bygget. Flexibla slangar kan dras på ytan, men det har sina nackdelar. Dessa kommer att köras över, de medför en olycksrisk (fallolyckor) och värmeförlusterna blir stora vid långa dragningar. Att istället gräva ner ledningar blir dock kostsamt. En av respondenterna understryker hur viktigt det är med planering i tidigt skede om fjärrvärme ska användas i bodarna, eftersom de ställs på plats och börjar användas tidigt i projektet, långt före behovet av byggvärme uppstått. En annan menar att det kan vara svårt att få fram fjärrvärme så snabbt som man vill och att det då måste vara möjligt att värma bodarna med el tills de kan anslutas till fjärrvärme.

4.2 Möjligheter och utvecklingsbehov

Intervjupersonerna är överens om att det finns en hel del problematik kopplat till vattenburen värme i byggbodar, men åsikterna om huruvida och på vilket sett detta kan lösas skiljer sig åt. I följande avsnitt redovisas synpunkter kring utvecklingsbehov och vad man bör tänka på vid framtagande av nya lösningar.

4.2.1 Är vattenburen värme i byggbodar rätt väg framåt?

Att vattenburen värme bör eftersträvas i byggbodar är ingen självklarhet. Respondenterna är överens om fördelarna med vattenburen värme – att det i grunden handlar om att ersätta direktverkande el med andra energikällor – men när det kommer till frågan om ifall fördelarna kan överväga aktuella hinder är det mer osäkert. Olika perspektiv och synpunkter redovisas nedan.

Inte till varje pris

Bland flera av respondenterna är inställningen att vattenburen värme i byggbodar är intressant, men inte bör vara ett mål "till varje pris". Det poängteras att för att vattenburet ska vara ett verkligt alternativ till elradiatorer och luft-luftvärmepumpar så måste man hitta bra sätt att lösa aktuella problem (se 4.1.3) och utveckla teknik och metoder för att reducera merkostnaden jämfört med direktverkande el.

En omställning som måste göras

Några av respondenterna resonerar som så att det är viktigt att rätt energi användas på rätt plats, inte minst med tanke på den ökade elektrifieringen i samhället, och att detta även bör gälla byggbodar. Som exempel ges att om inte el används till uppvärmning av bodar kanske det blir möjlighet att ha elbilsaddare i området istället. De medger att det är en stor omställning att gå från direktverkande el till vattenburet i bodetableringar, men att det helt enkelt är något måste göras.

Intressant med rätt förutsättningar

Flera av intervjupersonerna tror att vattenburet kan vara intressant och gå att motivera i väldigt stora byggprojekt och etableringar, men konstaterar att den typen av projekt i Sverige är få.

På samma sätt tror flera respondenter att fjärrvärme kan bli ekonomiskt motiverat i stora projekt med många bodar och längre projektider. Andra förutsättningar för att fjärrvärme ska bli en kostnadseffektiv lösning i byggbodar är att fjärrvärmenätet är utbyggt i det aktuella området och att den färdiga byggnaden ska värmas med fjärrvärme. Det blir sannolikt annars höga anslutningskostnader som inte bodetableringen kan täcka. Om fjärrvärme skall användas till bodarna måste man också (som tidigare nämnts) ha med sig detta tidigt i planeringen. Då har man också bättre chans till samordning med exempelvis vatten, avlopp och el.

I många anläggningsprojekt, så som vägar, broar tunnlar etc. står etableringarna under många år vilket ökar chansen att ett vattenburet system lönar sig. Tillgången av fjärrvärme kan i många fall vara begränsad vid dessa arbetsplatserna, vilket leder till att värmepumpar eller en pelletspanna kan vara av intresse för att förse det vattenburna systemet med värme.

Är det värt det?

Att det finns fördelar med att ersätta el med fjärrvärme eller biobränsle där så är möjligt ifrågasätts inte. Dock menar en av respondenterna att eftersom en övergång till vattenburen värme i byggbodar kan kräva en relativt stor ansträngning kan det finnas behov av att först närmare undersöka och beskriva potentiell nytta. Samtidigt bör man också titta på om det finns lägre hängande frukter där hindren är färre och nyttan av en förändring större. Som exempel nämns att det finns mycket energi att spara när det gäller byggvärme. Här pågår redan idag utvecklingsarbete, och respondenten nämner ett system utvecklat av Elbjörn tillsammans med NCC där värme regleras automatiskt utifrån temperatur och fukthalt i betongen.

Satsa på andra energieffektiva lösningar

Ett par av respondenterna anser att vattenburet och bodar i grunden inte är en bra kombination, och att man hellre bör satsa på andra typer av energieffektiva system. Några av respondenterna lyfter fram luft-luftvärmepumpar som ett mer

lämpligt för byggbodar, och här ses ett utvecklingsbehov jämfört med hur dessa används idag samt med avseende på robusthet. En värmepump per bod vore önskvärt, men det finns utmaningar med inte minst kanaldragning att lösa.

Börja i rätt ände

Ett par av representanterna betonar också att man måste fokusera på ett lågt u-värde för klimatskärmen i första hand. De allra flesta bodar har fortfarande dåliga termiska egenskaper och det är där det måste börja. När man sedan har satt en lägsta nivå för konstruktionen, kan värmesystem väljas och dimensioneras utifrån detta. Även solavskärmning, eller en genomtänkt orientering av bodarna, tas upp som åtgärd för minskad värmebelastning sommartid.

4.2.2 Vad behövs för en ökad efterfrågan?

Respondenterna har alla ombetts svara på vad de tror skulle kunna komma att öka behov och efterfrågan av vattenburen värme i byggbodar. Flera menar att en förutsättning för ökad efterfrågan är att man hittar teknik och metoder som effektiviserar arbetet och får ner merkostnaden. Nya tekniska lösningar ses dock inte som det enda som behövs, utan merparten av respondenterna tror att det även med smarta system kommer att vara kostnadsmässigt svårt att konkurrera med direktverkande el i byggbodar. De menar därför att det troligen även krävs andra incitament. Exempelvis att myndigheter ställer krav eller att stöd införs. Ett par respondenter kommenterar att om det för bygglov krävs att bodarna har ett vattenburet system i framtiden så blir det ett annat läge. Andra lyfter situationen med begränsad tillgång till el i vissa projekt, och att det skulle kunna komma att bli vanligare framöver. Något som skulle kunna tala för mer fjärrvärme på byggarbetsplatser i framtiden är mer långsiktighet i prissättningen av fjärrvärme jämfört med höga och oförutsägbara elpriser.

Några kommentarer från representanterna för uthyrare och tillverkare:

- "Det som krävs är att det finns en lösning och att kund kommit till oss att och säger att de vill ha det. Vi skulle då kunna installera det. På samma sätt som att vi sätter in luftvärmepumpar för de kunder som vill ha det."
- "Allt går att bygga, men vi vill ju ha projekt. Det blir för dyrt så som det är nu med vattenburet."
- "Det är inga konstigheter om någon vill betala."
- "Det blir lite bökit, men det går. Men det finns andra system som är bättre."
- "Vi kan göra det, men det är kunderna som ska betala och de som styr."

Ett par av representanterna för byggherre och energibolag ifrågasätter om initiativ måste komma från beställarsidan och menar att även uthyrare kanske skulle

kunna ta en initial investering. Genom att förmedla mål och vision för en sådan satsning kan det vara en möjlighet för uthyrare att bygga och investera i sitt varumärke.

4.2.3 Idéer och utvecklingsbehov

En viktig förutsättning för att det ska fungera med ett vattenburet system är flexibilitet vad gäller systemutformning, dimensionering och anslutningar. Eftersom en bodetablering är dynamisk - bodar kopplas under projektiden till och från utifrån behov – bör varje bod kunna fungera fristående och inte vara beroende av att flera bodar kopplas ihop på ett visst sätt i en gruppering.

Lösningar efterfrågas och föreslås avseende:

- **Anslutningar och rördragning.** Flexibilitet både vad gäller lokalisering och utformning av kopplingspunkter och system som gör det enkelt att koppla ihop bodar på plats. En respondent menar att detta borde gå att lösa på ett bättre sätt än i tidigare projekt. Även minimering av rörsträcka, invändig eller utvändig dragning, och isolering eller värmekabel runt utvändiga rör diskuterades under intervjuer.
- **Samordning med övriga system** (VA, el, fiber)
- **Dimensionering av rörsystem.** För flexibilitet och enhetlighet bör antalet olika varianter minimeras och endast en eller ett par olika dimensioner väljas för stammar, även om det innebär att vissa ledningar överdimensioneras.
- **Färdig lösning från fabrik.** En lösning som kommer direkt från fabrik, och där man sedan kan göra anpassningar på byggarbetsplatsen är intressant.
- **En kombinerad vatten- och elradiator.** Några respondenter tycker att det vore positivt om det skulle finnas, men andra är tveksamma. Ett par personer påpekar att byggbodar är en relativt liten marknad och att det skulle behövas fler tillämpningar med samma behov för att få radiatortillverkarna intresserade av en sådan produktutveckling. Ett alternativ som föreslås är vattenradiator i kombination med en liten elpanna.
- **Vatten och el i samma etablering för flexibilitet.** För att möta utmaningen med att en etablering ofta växer och krymper under projektets gång lyfts en tanke om att använda traditionella elvärmda bodar i etableringens ytterkanter för att skapa flexibilitet. I en etablering med exempelvis 40 bodar som ska stå under 5 år, så kan då de bodar som kommer att stå längst tid (säg 30 stycken) av dem ha vattenburet system, medan övriga ute i ändarna av uppställningen kan ha elradiatorer och därmed enklare tas bort och läggas till efter behov.

- **Olika värmekällor.** Ett system som är kompatibelt med flera värmekällor (t.ex. fjärrvärme, pellets, bioolja, luft-vattenvärmepump) så att man kommer upp i en större andel projekt där det kan användas.
- **Storlek på etablering.** Ett förslag om att titta på var brytpunkten går vad gäller storlek på etableringen för att vattenburen värme i bodar ska vara ekonomiskt motiverbart. Är det exempelvis rimligt med ett vattenburet system för en etablering på 10 bodar eller behöver man komma upp i 50–100 bodar? Utredningen bör även innefatta hur länge etableringen är tänkt att stå.
- **Enkelhet och liten skala.** En av representanterna för tillverkare påpekar att byggbodas inte bör likställas med permanenta byggnader när man söker smarta lösningar för uppvärmning. Istället ses det som mer lämpligt att tänka på en byggbod som en bil, en definierad produkt med begränsad volym som ska värmas upp. Det är därmed viktigt med enkla lösningar som fungerar väl i liten skala, och som inte är beroende av andra enheter för att fungera.

Utöver behov av utveckling av olika lösningar lyfts behov av kunskapshöjning och samverkan fram. Enligt ett par av respondenterna behövs insatser för att öka förståelsen hos berörda aktörer av hur hela energisystemet hänger ihop och om möjligheter och behov av att avlasta elsystemet. Utbildning för politiker anses särskilt viktigt, då dessa fattar beslut som påverkar branschen. Samarbeten mellan olika aktörer, såsom energibolag och byggherre, eller byggherre och entreprenör, ses som avgörande för en utveckling mot vattenburet.

4.2.4 Intresse av framtida projekt

Respondenterna har alla idéer om vad som skulle kunna fungera mer eller mindre bra vad gäller vattenburet system i byggbodas, men intresset för att gå vidare och utveckla eller testa lösningar tycks generellt sett inte vara särskilt stort. Detta kanske framförallt då ett vattenburet system tros innebära mycket arbete i förhållande till besparing, även med smartare lösningar. Några förslag om projekt har dock lyfts fram av intervjupersonerna:

- Test-/ pilotprojekt: vattenburet värmesystem i byggbodas. Främst i samverkan mellan tillverkare och entreprenör, men med fördel även med uthyrare och/eller energibolag involverade.
- Innovationsupphandling med fokus på att hitta nya metoder och material för att möjliggöra vattenburen värme i byggbodas
- Innovationsupphandling: effektivare uppvärmningslösningar i byggbodas (det vill säga med ett bredare fokus än enbart vattenburet).

Det har även lyfts att VVS-leverantörer och tillverkare kan ha ett intresse av att ta fram produkter och lösningar för byggbodas, samt att VVS-projektörer möjligen

skulle kunna tillföra perspektiv och idéer från andra tillämpningar. Det skulle därför kunna vara intressant att involvera dessa aktörer i framtida projekt. Förslag ges även om att undersöka om det internationellt finns andra lösningar för att uppnå en så energieffektiv bodetablering som möjligt.

5 Slutsatser och fortsatt arbete

Tidigare studier har visat att byggbodar står för en betydande del av elanvändningen på byggarbetsplatser och att det finns god potential för att minska energianvändningen i bodetableringar, både genom åtgärder i enskilda bodar och genom åtgärder på etableringsnivå. Denna förstudie har fokuserat på åtgärder för tätning mellan bodar i en etablering och på lösningar för vattenburen värme. Nedan sammanfattas slutsatser från intervjuer som genomförts med representanter från bodtillverkare, uthyrare, entreprenörer och/eller byggherrar samt energibolag. Utifrån dessa ges även förslag om fortsatta insatser.

5.1 Slutsatser om tätning

Ett av fokusområdena i denna studie var tätning och det är ett område som de intervjuande håller med om kan utvecklas så det används ett smartare system för tätning mellan bodarna. Idag utförs tätningen manuellt vid etableringen. Remsor med drevisolering trycks in i springan mellan bodarna och täcks sedan med någon typ av täckskiva. Det är ett arbete som tar tid och resultatet varierar beroende på vem som utför arbetet. I dag är det svårt att vid kortare etableringar räkna hem den extra kostanden tätningen medför. Det leder till att man inte tätar i alla projekt. Bodarnas placering i landet har också stor betydelse för besparingen tack vare tätning. Den stora kostnaden är framförallt de arbetstimmar som behövs.

De görs småskaliga tester av lösningen som skulle kunna förenkla tätningsarbetet hos de olika tillverkarna och boduthyrarna som intervjuats. Nästa steg i utvecklingen skulle kunna vara att testa dessa lösningar i en större skala och se om det är någon tidsvinst och kvalitetsvinst jämfört med så bodarna tätas idag. Ett förslag är att genomföra olika typer av tätning på samma etablering för att kunna jämföra dem under liknande förutsättningar. De idéer som lyfts är isolering som är färdigmonterad på bodarna, färdigmonterad gummilist, uppblåsbar luftbälg samt skum. Utifrån intervjuerna är skum inget som de ser någon framtid med då det tillkommer så mycket extra arbete vid demontering av bodarna. De andra tre idéerna har både sina för- och nackdelar och skulle kunna utvecklas vidare. I dagsläget är det inte alla etableringar som tätas eftersom man vid kortare etableringar inte kan räkna hem den extra kostnaden. För att uppnå att samtliga etableringar tätas krävs troligen något typ av krav eller incitament som får det ekonomiskt försvarbart även i mindre och kortare etableringar.

Om det sammanfattningsvis antas att 75% av landets bodetableringar är otätade idag och att en besparing på 40% är möjlig att nå genom tätning, kan den nationella energibesparingspotentialen uppskattas till drygt 100 GWh/år. Viktigt att påpeka är att detta är en grov uppskattning, med stora osäkerhet i aktuella antaganden, och att det endast visar på storleksordningen av möjlig besparing.

5.2 Slutsatser om vattenburen värme

Det andra fokusområdet har varit vattenburen värme. Idag värms de allra flesta byggbodar med direktverkande el genom elradiatorer. Ett vattenburet system skulle innebära att el kan ersättas av fjärrvärme eller biobränslen, alternativt att elanvändningen kan minskas genom användning av luft-vattenvärmepumpar. Vattenburen värme i byggbodar ses av några respondenter som en självklar del i utvecklingen mot mer energieffektiva byggarbetsplatser. Andra menar att det är tveksamt om nyttan överväger det extra arbete och kostnader som ett vattenburet system medför, och menar att det är bättre att satsa på andra sätt att minska energianvändning och klimatbelastning i bodetableringar (exempelvis luft-luftvärmepumpar, tätning och lägre u-värden).

Vattenburen värme i byggbodar efterfrågas idag endast i enstaka fall och verkliga installationer att dra lärdomar från är få. En primär orsak till den låga efterfrågan menar intervjupersonerna är att ett vattenburet system medför ett omfattande arbete på plats, och därmed blir dyrt jämfört med elradiatorer. Ett vattenburet system kräver också projektspecifik anpassning och det kan enligt respondenterna vara svårt att uppnå den flexibilitet som krävs för att passa olika storlek på etableringar och vid förändringar under projektiden. En förutsättning för att vattenburen värme ska vara ett verkligt alternativ i bodetableringar är därför att flexibla lösningar vad gäller systemutformning, dimensionering och anslutningar tas fram. Det finns också behov av att utveckla teknik metoder som minskar eller effektiviserar arbetet på plats och reducerar merkostnaden jämfört med direktverkande el.

Merparten av de intervjuade tror att det även med smarta system kommer att vara kostnadsmässigt svårt att konkurrera med direktverkande el i byggbodar, och att det troligen skulle krävas andra incitament i form av krav eller stöd. Några lyfter dock fram den växande utmaningen med begränsningar i elnätet och vikten av att använda rätt energi på rätt plats som ett argument för att trots allt satsa på vattenburet. Även höga elpriser och en ökad tillämpning av effekttaxor kunna ändra förutsättningarna och göra det ekonomiskt lönsamt framöver. Flera respondenter tror att vattenburet redan nu kan gå att motivera i stora byggprojekt och etableringar, men menar att den typen av projekt i Sverige är få.

Sammanfattningsvis råder viss tveksamhet kring om vattenburen värme är rätt väg framåt, men det finns också intresse bland flera aktörer av att ta reda på vad som är möjligt att uppnå med nya lösningar. Vikten av att inte låsa sig i tidigare tankegångar och traditionella sätt att arbeta med installationer i byggbodar framhålls och att det inom området finns behov av att driva innovation.

Att övergå till ett vattenburet uppvärmningssystem i byggbodar har framförallt fördelen att el kan ersättas med andra energikällor. Beroende på vald energikälla och vilken elmix man väljer att utgå från medför detta en möjlig klimatnytta genom minskade utsläpp av växthusgaser. Med alternativet fjärrvärme beror

möjlig besparing till stor del på den lokala fjärrvärmemixen och det är viktigt att göra en utvärdering för enskilda projekt utifrån lokala förutsättningar.

5.3 Förslag på fortsättning

Förstudien visar att det finns både potential och intresse att förbättra och förenkla tätningen mellan byggbodar och att, där förutsättningar finns, använda ett vattenburet system för uppvärmning av bodar. Förstudien visar också att det för en sådan utveckling finns behov av nya produkter och/eller system. Nedan följer förslag på fortsatta projekt och insatser som kan bidra till att nya lösningar tas fram, utvärderas och slutligen används i större skala.

Tätning mellan byggbodar i en bodetablering

- **Test-/ pilotprojekt:** Ett projekt där tillverkare och/eller uthyrare tillsammans med entreprenör testar och utvärderar olika lösningar för enkel och effektiv tätning mellan byggbodar. Utvärdering bör göras av:
 - Tid och arbetsinsats som krävs på plats vid etablering.
 - Transporterbarhet (robusthet, dimensioner)
 - Enkelt montage och eventuella risker för fel som påverkar resultatet.
 - Möjlighet att återanvända material.
 - Minskad energianvändning.
 - Kostnader.

Det kan här vara bra att initialt testa flera olika lösningar i samma etablering för att möjliggöra en rättvis jämförelse med samma yttre förutsättningar. Detta skulle sedan kunna efterföljas av ett projekt där man fokuserar på den eller de mest lovande lösningarna och testar och utvärderar dessa i en större etablering under en längre tid.

- **Innovationsupphandling:** I en innovationsupphandling kan en grupp av beställare (byggföretag och/eller entreprenörer) gå samman med en gemensam kravställning och förfrågan med syfte att främja utveckling av nya produkter och metoder som gör det enklare och mindre kostsamt att uppnå en fullgod tätning mellan bodar.

Vattenburen värme i byggbodar

- **Utvecklings- och pilotprojekt:** Ett projekt i samverkan mellan två eller flera aktörer (tillverkare och/eller uthyrare tillsammans med energibolag och/eller beställare) för att ta fram och testa lösningar med fokus på:
 - Minimering och/eller effektivisering av arbetet på plats

- Flexibilitet för att möjliggöra tillämplighet i olika typer av etableringar och inkoppling till olika energikällor
- **Innovationsupphandling:** I en innovationsupphandling kan en grupp av beställare (byggherrar och/eller entreprenörer) gå samman med gemensamma funktionskrav och en gemensam förfrågan med syfte att främja utveckling av:
 - nya produkter och metoder som gör det enklare att välja vattenburen värme i byggbodar, *eller*
 - olika typer av energieffektiva uppvärmningslösningar för byggbodar (det vill säga bredare än enbart vattenburna system)

6 Referenser

- [1] J. Termens, Å. Wahlström och H. Eriksson, "Energiklassning av byggbodar," Lågan, 2019.
- [2] Energimyndigheten, "Energianvändning inom byggsektorn," 20 05 2019. [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energianvandningen-inom-byggsektorn/?currentTab=3#mainheading>. [Använd 22 02 2022].
- [3] V. Hatami, Kartläggning av energianvändning under byggfasen vid nyproduktion av flerbostadshus, Uppsala Univsitet, 2007.
- [4] A. Olsson, "Energieffektivisering av arbetsbodar på byggarbetsplatser," Uppsala Universitet, 2012.
- [5] C. Heincke, Förstudie – Energianvändning under byggtiden, Belok, 2014.
- [6] K. Englund., "En energieffektiv byggarbetsplats: En studie av Skanskas bostadsprojekt," Examensarbete Uppsala Universitet, 2015.
- [7] L. Bergqvist och J. Smedberg, "Energieffektiv etablering - En studie om hur energieffektiv etablering kan bidra till minskade koldioxidutsläpp," Examensarbete vid KTH, 2017.
- [8] H. Nakos Lantz, "Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser," 2020.
- [9] H. Nakos Lantz, V. Edenhofer och Å. Wahlström, "Energieffektiv byggproduktion Kunskapspaket och vägledning," 2021.
- [10] L. Bergqvist och J. Smedberg, "Energieffektiv etablering," Kungliga Tekniska Högskolan, 2017.

- [11] J. Kellner och E. Sandberg, "Bygga och Bo Primärenergiklokt," 2013.
- [12] M. Kläth, "Energieffektiva byggbodan," SBUF ID: 12272, NCC Building Sverige, 2017.
- [13] Moelven, "TEKNISK BESKRIVNING Kilsboden – Standard," [Online]. Available: <https://www.moelven.com/globalassets/moelven-byggmodul-ab/byggbodan/teknisk-beskrivning-kilsboden-standard-2020.pdf>. [Använd 21 12 2021].
- [14] Maxmoduler, "Maxmoduler - K0," [Online]. Available: <http://www.maxmoduler.se/index.php/produkter/kontorsbodan?view=article&id=61&catid=16>. [Använd 27 12 2021].
- [15] "Lambertsson - Tillfällig fiber," [Online]. Available: <https://lambertsson.com/tjanster/el-och-klimat/tillfallig-fiber/>. [Använd 21 12 2021].
- [16] Boverket, "Boverkets klimatdatabas," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/klimatdatabas/GetResourceByCategoryID/>. [Använd 27 01 2022].
- [17] Naturvårdsverket, "Klimatklivet - Vägledning om," [Online]. Available: <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/9db319015c994a9d88f64fffae725765/vagledning-om-berakning-av-utslappsminskning-20211025.pdf>. [Använd 27 01 2022].
- [18] [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Keder.jpg>. [Använd 26 01 2022].
- [19] Trafikverket, "Transportdispens Villkor," [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/Transportdispens/Villkor/>. [Använd 12 01 2022].
- [20] REMISSDOKUMENT, "Energibod 1.0 Energiklassningssystem för byggbodan och bodetableringar," 2021.

- [21] J. Bölin och J. Sundblom, Byggenergi – systematiskt energiarbete på byggarbetsplatsen, Kungliga Tekniska Högskolan, 2014.
- [22] Y. Ganse, T. Sundén, S. Wijk., L. Isgård, H. Sönnergren, K. Fröidh och K. F. J. Celsing, ICT och IoT för resurs- och energi- effektivisering inom byggarbetsplatser, Sustainable Innovation i Sverige AB, 2018.

LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Byggföretagen, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se