



Energieeffektiv uttorkning och klimathållning under byggprocessen

- Förutsättningar för innovationsupphandling eller tekniktävling

LÅGAN Rapport
Januari 2023

Alexander Gerdin
CIT Renergy

Förord

Rapporten har finansierats inom LÅGAN av Energimyndigheten och genomförts av Alexander Gerdin på CIT Renergy under hösten 2022. Rapporten är granskad av Markus Lundborg och Åsa Wahlström, CIT Renergy.

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

Kjell-Åke Henriksson, JM

Christer Harström, Elbjörn

Kajsa Flodberg Munck, NCC

Thomas Strålman, Elbjörn

Svante Wij, NCC

Peter Johansson, Polygon Group

Mattias Gunnarsson, PEAB

John Jernberg, Ramirent

Ann-Sofi Brandin, Serneke

Göteborg, januari 2023



LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, SBUF, 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

Bygg- och fastighetsbranschen har de senaste åren lagt ett stort fokus på att reducera byggnadens energibehov under driftskede, men mindre fokus på att effektivisera och minska behovet av energi under produktion. Uttorkning och klimathållning är en aktivitet under byggproduktion som identifierats ha en hög energianvändning. Ett av problemen som lyftes i förstudien "Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion" [1] var att endast 14% av de tillfrågade byggherrarna ställde krav på energianvändning under produktion.

Denna förstudie har undersökt förutsättningar för att genomföra en innovationsupphandling eller tekniktävling, gällande energieffektiv uttorkning och klimathållning. Både eventuella produkter och tjänster har undersökts. Studien har genomförts genom intervjuer och workshops med identifierade branschaktörer och belyser aspekter som är viktiga att känna till innan arbetet med en innovationsupphandling inleds.

De senaste åren har det skett en utveckling av maskiner för klimathållning under produktion som har en digital styrning, vilket möjliggör en mer optimerad drift och övervakning. Genom en bättre uppföljning av energianvändningen skapas ett engagemang för att minska sin energianvändning. Åtgärder i produktionen som kan bidra till en stor besparing är behovsstyrning av temperatur, ventilation och avfuktning tillsammans med bra täthet. En utmaning som de ser är dock att det i många fall faller tillbaka på uthyrningskostnad per dag istället för totalkostnaden inklusive energikostnaden.

Ett behov av en ny arbetsroll har identifierats hos entreprenörerna. För att minska energianvändningen under produktion skulle det behövas en arbetsroll som ansvarar för energin under produktion.

Det finns ett intresse hos entreprenörerna som medverkat i denna förstudie för en tekniktävling kopplat till ett eller flera pilotprojekt. Anledningen till att en tekniktävling efterfrågas av de intervjuade är att de ser en svårighet att kunna lova att en upphandling ska ske samt att det är en tjänst som skulle kunna levereras genom deltjänster av flera olika aktörer. De inkomna tävlingsbidragen utvärderas mot kravspecifikationen och kontrolleras mot tävlingsvillkoren som tas fram. Ett antal utvalda tävlingsbidrag får sedan leverera till pilotprojekt där de utvärderas och en eller flera vinnare koras.

En kravspecifikation har påbörjat inom denna studien och vid genomförande av en tekniktävling kommer en mer detaljerad kravspecifikation arbetas fram tillsammans med en beställargrupp.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	<i>Bakgrund</i>	5
1.2	<i>Syfte och mål</i>	6
1.3	<i>Genomförande</i>	7
2	Litteraturstudie	8
2.1	<i>Marknadsanalys</i>	8
2.2	<i>Pilotprojekt kopplade till energieffektiv uttorkning och klimathållning under byggprocessen</i>	9
3	Intervjustudie	10
3.1	<i>Beskrivning av nuläge</i>	10
3.1.1	Entreprenörer	10
3.1.2	Uthyrare och tillverkare	11
3.2	<i>Utmaningar och hinder</i>	13
3.3	<i>Drivkrafter till förändring</i>	13
3.4	<i>Tankar om innovationsupphandling och alternativ</i>	14
3.4.1	Entreprenörer	14
3.4.2	Uthyrare och tillverkare	15
4	Workshop	16
5	Slutsatser och fortsatt arbete	19
5.1	<i>Innovationsupphandling eller tekniktävling</i>	19
5.1.1	Kravspecifikation	21
6	Referenser	22

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Bygg- och fastighetsbranschen har de senaste åren lagt ett stort fokus på att reducera byggnadens energibehov under driftskede, men mindre fokus på att effektivisera och minska behovet av energi under produktion. Klimathållning för uttorkning är en aktivitet under byggproduktion som identifierats ha en hög energianvändning i den förstudie som gjorts inom Lågan, *"Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion"* [1]. Utöver klimathållning på grund av uttorkning finns även ett behov av klimathållning för att säkerställa en bra arbetsmiljö, det benämns i denna rapport som byggvärme.

För att beräkna energibehovet som krävs för uttorkning av betong behöver man beakta två parametrar. Det är dels energin man behöver för att värma betongen till mellan 18 – 20 °C och dels energin för att avdunsta fukten från betongen. I förstudien *"Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion"* [1] har en energibalansberäkning för uttorkning av betong utförts. Beräkningen visar att det krävs ca 10–13 kWh/m² för att avdunsta fukten från betongen då VCT (vattencementtalet) är 0,3–0,4 och betongen är 250 mm tjock.

Uttorkningen kan göras genom att värma upp betongen direkt med golvvärme eller värma upp luften omkring betongen och därmed betongen. Under vissa förutsättningar finns behov av att torka ut luften som avgränsar betongen. Olika uttorkningsprocesser fungerar olika bra beroende på aktuella förhållanden, till exempel olika årstider eller i vilket skede av produktionen man befinner sig. Idealt genomförs projektet så att uttorkning kan ske på våren i tätt hus och med fjärrvärme som redan kopplats in. LÅGANs studie ovan visar dock att det bara i hälften av projekten har förts en dialog med entreprenören kring tidplanen för att minska energianvändningen under produktion. I en tredjedel av projekten påbörjas klimathållning och avfuktning innan tätt hus har uppnåtts.

I en tredjedel av projekten betalar byggherren energifakturorna och i resterande två tredjedelar av projekten är det entreprenören som betalar energifakturan. Det är vanligt att byggvärmen kompletteras med kondensavfuktare. I många fall kopplas kondensavfuktare in tidigt innan huset är tätt. Kondensavfuktaren går ofta på diesel eller gasol och är ofta ineffektiva. Det är vanligt att det är uthyrarna av utrustningen som planerar uttorkningen där avgift är per uthyrningsdag. Avfuktare kan fungera under vintertid, men för att få den bästa uttorkningspotentialen så krävs det att luften värms upp innan man avfuktar den. Om huset inte är tätt görs provisoriska tätningar, men en minskad vindpåverkan medför också en minskad luftomsättning vilket kan ge motsatt effekt på uttorkningen om man har tätt hus och ingen mekanisk ventilation eller avfuktning i drift.

Det finns behov av att få fram mer effektiva produkter och tjänster som kan se till att uttorkningen och klimathållning sker mer energieffektivt. I en innovationsupphandling kan en grupp av beställare (byggerrar och/eller entreprenörer) gå samman med en gemensam kravställning och förfrågan med syfte att främja utveckling av nya produkter, metoder eller tjänster som gör det enklare och mindre kostsamt att uppnå en energieffektiv uttorkning med låg klimatpåverkan.

Medlemmar inom Lågan har identifierat ett behov av studier inom området för att få fram produkter eller tjänster för att minska energianvändningen vid uttorkning.

Utgångspunkten för en innovationsupphandling är att den innefattar hela processen från förstudie, beställargrupp, kravspecifikation, anbudsförfarande, utvärdering och spridning av den nya tekniken samt eventuellt behov av vidareutveckling [2]. En innovationsupphandling ska resultera i en faktiskt order från beställargruppen på den produkt eller tjänst som upphandlingen leder till. I en tekniktävling utförs arbetsprocessen på liknande sätt förutom att vinnande bidrag inte är garanterad en order.

1.2 Syfte och mål

Förstudien syftar till att undersöka förutsättningar för att genomföra en innovationsupphandling eller en tekniktävling, gällande energieffektiva avfuktare och värmare, alternativt en tjänst som erbjuder uttorkning som fokuserar på låg klimatpåverkan.

Om förutsättningar för en innovationsupphandling alternativt tekniktävling finns skulle detta påskynda utvecklingen av avfuktare och tjänster för energieffektiv uttorkning och därmed i förlängningen minska energianvändning och klimatpåverkan från uttorkning.

Förstudien har som mål att ta fram underlag och sätta ramen för en innovationsupphandling av energieffektiv uttorkning. Detta genom att identifiera intressenter, både leverantörer och beställare, och undersöka deras intresse av att delta i ett eventuellt framtida arbete, samt adressera och diskutera med dem viktiga frågeställningar som berör en eventuell innovationsupphandling. Målet är dessutom att ta fram ett första underlag på en kravspecifikation.

Att genomföra en tekniktävling kan delas in i följande fyra steg.

- Framtagande av detaljerad kravspecifikation, tävlingsvillkor samt utvärderingsparametrar
- Anbudsförfarande
- Utvärdering av tjänst och produkter
- Spridning av resultat

1.3 Genomförande

Förberedelsen inför innovationsupphandlingen har genomförts genom att utreda vilka avfuktare och värmare som finns på marknaden, dess effektivitet och bränsleanvändning samt vilka tjänster som finns inom uttorkning med fokus på energieffektivitet. Detta har genomförts genom intervjuer med uthyrare och tillverkare som levererar produkter och tjänster för klimathållning och uttorkning till byggarbetsplatser samt sökning på internet.

Därefter har en dialog med både beställare och leverantörer skett i form av intervjuer och workshop där synpunkter och önskemål samlats in. Först genomfördes enskilda intervjuer, följt av en workshop med de entreprenörer som hade möjlighet att vara med.

Intervjuerna utgick från följande frågor:

- Vilka metoder använder ni för uttorkning?
- Är det alltid tätt hus när uttorkningen påbörjas?
- Har ni testat några nya metoder eller produkter?
- Hur är intresset att utveckla nya metoder och produkter?
- Vilka krav ställs idag och hur följs dessa upp?
- Vilka hinder och utmaningar ser ni?
- Vilka är drivkrafterna som behövs för att få till en utveckling?
- Vad har ni för tankar kring en innovationsupphandling kopplat till uttorkning? Tror ni det är rätt väg framåt och något ni skulle vara intresserade av att delta i?
- Vilka krav är viktiga att få med till en kravspecifikation med avseende uttorkning?

Slutligen togs en kravspecifikation fram vilken är tänkt att ses som ett första utkast på strukturen och vilka området som identifierats. I ett nästa steg behöver denna arbetas vidare med tillsammans med en beställargrupp. Det är då viktigt att formulera kravställning som är tillräckligt ambitiös men också ligga på en rimlig nivå, så att lösningarna för klimathållning och uttorkning ska vara kostnadseffektiva.

2 Litteraturstudie

2019 publicerades en förstudie inom Lågan "Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion" [1] som bland annat undersökte olika tekniker och genomförde enkätundersökningar. Enkäten skickades ut till lite cirka 700 plats- och produktionschefer och cirka 100 personer i funktionen byggherre. Enkätfrågorna var bland annat vem som planerar och dimensionerar utrustning för klimat och avfuktning, vilka energikrav som ställs och vilket energislag som används.

Planering och dimensionering, enligt denna enkätstudie, utförs i 50% av fallen av uthyrningsföretaget. I 43% av fallen utförs det av entreprenören och i 7% av fallen involveras en fuktkonsult.

Gällande krav på energianvändning så var det endast 14% som svarade att byggherren ställer krav på energianvändning under produktion. I 79% av fallen finns inget krav och 7% vet inte om det finns något energikrav eller inte. Krav på vilket energislag som ska användas ställs i 22%. Det är 64% som svarat att de inte ställs något krav och 14% som inte vet. 50% av de som svarat på enkäten svarade att det förts en dialog kring tidplanen för att kunna minska energianvändningen.

2.1 Marknadsanalys

I studien "Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion" [1] gjordes en undersökning av vilken typ av utrustning det är som används för klimathållning och avfuktning. I cirka 90% av projekten används värmare och i 40% av projekten kombineras värmaren även med avfuktare. I 13% av projekten används golvvärme. Värmemattor används endast i ett fåtal projekt.

I marknadsanalysen av energislag för klimathållning i föreliggande förstudie är hetvattenvärmare som kopplat till fjärrvärme är vanligast vid klimathållning, följt av varmluftfläktar som drivs på el. Om inte fjärrvärme finns att tillgå kan en hetvattenvärmare även kopplas till en pelletspanna. Utöver det finns byggtorkar som drivs på diesel eller gasol.

För att minska energianvändningen vid uttorkningen och även snabba på torktiden är det effektivt att tillsätta så mycket som möjligt av värmeenergin till betongen och inte värma hela luftvolymen. Detta kan göras genom att använda en teknik med värmemattor. Eco-Dry är ett koncept med värmemattor tillsammans med avfuktare framtaget av ett företag som heter Polygon [3]. Vintertid vid minusgrader kan det vara en fördel att använda strålningsvärme, exempelvis infravärmare drivna på gasol för en effektiv uttorkning. En fördel med dessa är att ytor inte behöver täckas in.

Avfuktare kan delas in i tre olika tekniker, kondensationsavfuktare, sorptionsavfuktaren och varmkondensering. Kondensationsavfuktare och sorptionsavfuktare är de tekniker som används traditionellt.

Kodensavfuktare arbetar med kyla och när luften träffar ett köldmedium kondenserar luften och vattnet ansamlas på ytan som samlas upp i en behållare.

Sorptionsavfuktare använder ett fuktabsorberande material placerat på en rotor som luften passerar. När rotorn är mättad på fukt transporteras fukten bort genom att varm luft blåses på det fuktabsorberande materialet och fukten förångas. Det fuktabsorberande materialet kan sedan utsättas för fuktig luft på nytt. En fördel med sorptionsavfuktare är att den även går att använda vid kalla temperaturer vilket inte kondensationsavfuktaren gör [4].

Varmkondensering är en teknik som företaget Airwatergreen använder sig av. Denna teknik använder sig också av ett absorberande material som fångar upp fukten i luften. När absorbenten är mättad på fukt tillsluts utrymmet så att ingen ny luft kan nå absorbenten samtidigt som värme tillförs vilket medför att fukten förångas. Detta leder till att trycket i behållaren ökar, vilket i sin tur leder till att ångan kondenserar mot de ytor de kommer i kontakt med. Dessa vattendroppar samlas upp i en behållare och transporteras bort och torr luft tas ut från behållaren. Denna process återupprepas sedan genom att ny fuktig luft åter kan komma in i behållaren [4].

2.2 Pilotprojekt kopplade till energieffektiv uttorkning och klimathållning under byggprocessen

I projektet Gullåkraskolan har ett samverkansprojekt genomförts med NCC, Ramirent och El-Björn med ett uppkopplat byggklimat [5]. Under 2020 tog El-Björn fram uppkopplade värmefläcktar för övervakning och styrt byggklimat. I och med detta projektet fick man en möjlighet att i realistisk miljö testköra och validera deras koncept och metodik. Resultatet visade en energianvändning som var 36,8% lägre än vad El-Björn beräknat. Beräkningarna var baserade på hur energikalkylering traditionellt görs i byggvärmeprojekt med analoga fläcktar.

Inom projektet uppkopplad byggplats har fem testbäddsprojekt genomförts. Ett av dessa fem projekt var "Automatisering och smarta sensorsystem för effektivt byggande". Inom det projektet var ett av fokusområdena att se hur uttorkningsprocessen kan förbättras genom att mäta temperatur och fuktighet i luften och betongen, samt minska energianvändningen [6]. Test av trådlösa sensorer för fuktmätning i betong genomfördes genom laboratorie- och fälttester. Sensorer som kan gutas in och mäta fukt är något som visat sig vara svårt att utveckla. De tester som genomförts inom studien visar att teknikutvecklingen är på rätt väg och inom en snar framtid kan vi förhoppningsvis ha ett eller flera fungerande system för fältmätning med trådlösa sensorer [7].

3 Intervjustudie

Detta kapitel är baserat på intervjuer med entreprenörer, uthyrare och tillverkare. 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.

Följande företag har medverkat på enskilda intervjuer; JM, NCC, PEAB, Serneke, Elbjörn, Polygon Group och Ramirent.

3.1 Beskrivning av nuläge

I detta kapitel ges en beskrivning av nuläget av entreprenörer, samt uthyrare och tillverkare av värmare och avfuktare utifrån intervjuer.

3.1.1 Entreprenörer

Gemensamt för samtliga intervjuade är att hetvattenmaskiner kopplade till fjärrvärme prioriteras i de fall det är möjligt att använda som energibärare, samt att det ska vara tätt hus innan byggvärmens startas. I praktiken är dock huset inte alltid tätt och fjärrvärmens hunnit kopplats fram. Det kan vara en tajt tidplan eller okunskap som gör att byggvärmens startas innan de är tätt hus. De intervjuade lyfter även fall med ofullständig tätning runt exempelvis fönster som ett förekommande problem. Förseningar av leveranser kan också vara en orsak till att man inte fått tätt hus innan byggvärmens startas. Att sätta upp en plyfaskiva istället för fönster och dörrar räcker inte. Behovet av byggvärme varierar beroende på plats och årstid. Generellt finns ett värmebehov mellan september till maj.

När inte fjärrvärme finns tillgängligt är diesel och gasol vanligt förekommande energibärare. Båda dessa har en större klimatpåverkan kontra fjärrvärmens. Ett problem med diesel utöver miljöpåverkan är att det är stöld benäget. Ett problem som lyfts med gasol är att vatten blir en biprodukt vid förbränning av gasol och mer fukt tillförs byggklimatet om inte rökgaserna leds bort effektivt. Även pellets, direktverkande el och värmepumpar används till byggvärme. På senare tid har pellets och värmepumpar blivit mer och mer vanligt att använda.

Avfuktning sker i regel med hjälp av el. Behovet av avfuktning har man oftast mellan maj och september, men det varierar beroende på plats i landet och del av bygganden. I vissa fall sätter man in temporär ventilation för att kunna transportera bort fukten.

En av de intervjuade entreprenörerna anser att behovet av uttorkning inte är så stort i de fall man bygger med oorganiska material så som betong och stålreglar jämfört med trä.

De har skett mycket forskning på betong och genom att välja betong med låga vct-tal för vissa områden i byggnaden minskar behovet av att torka betongen. Vatten binds av den kemiska processen. I och med den övergång som sker med att bygga mer i trä ökar dock behovet av uttorkning igen. Vikten av att jämföra kostnader och klimatpåverkan av olika materialval genom livscykelkostnadsanalys och livscykelanalys lyfts.

Historiskt är byggklimatet inte något som man mätt. Nu finns dock möjligheten att logga och mäta klimatet för varje värmare och avfuktare. Behovet har inte funnits tidigare men arbetsmiljön är något som lyfts som en prioriterad fråga hos entreprenörerna vilket bör öka intresset av att ha kontroll över byggklimatet.

För att säkerställa att byggfukten torkat ut görs en RBK-mätning. En RBK-mätning ska alltid utföras av en RBK-auktoriserad fukttekniker. Utöver fukthalten i betongen är det svårt att ställa krav. Det ställs inga krav på exempelvis energianvändningen. Energifrågan är dock något de känner borde prioriteras och under arbetskyddsronder och miljöronder följas upp om något kan åtgärdas för att minska energianvändningen. Exempelvis är det viktigt att dra ner på värmen istället för att öppna fönster om byggarbetarna tycker temperaturen i byggnaden är för hög.

Kraven som ställs för betongväggar kommer ofta från de som utför målningsarbetet, att det ska torkat ut tillräckligt för att vara övermålningsbart. Kravet på innemiljön är ofta 18 grader och max 50-60% relativ luftfuktighet och ställs av byggherren. Det finns dock en osäkerhet i om detta krav alltid förmedlas till maskinuthyraren. Om så inte är fallet är det något som behöver bli bättre då det är viktigt med ett bra arbetsklimat, en arbetsmiljöfråga.

3.1.2 Uthyrare och tillverkare

Kraven som ställs på uthyrare och tillverkare är i de flesta fall väldigt begränsade. Det som efterfrågas är att man vill ha värme, samt vilka ytor och volym byggnaden har. I många fall kommer frågan till uthyraren när det börjar bli kallt ute trots att huset inte är redo, eftersom en tidsplan saknas eller har brustit. Det leder till att byggvärmen ibland sätts in innan det är tätt hus. Temperaturen som fås kan vara allt från några plusgrader till 20 grader. Det är väldigt sällan som det ställs krav på vilken temperatur som ska hållas. Uthyrare ses som just maskinuthyrare och inte att de ska förväntas leverera en tjänst. Planeringen och dimensionering är dock något som oftast görs av uthyrningsföretagen, men det är inte ovanligt att leveransen i grundanbudet består av för få maskiner för att kunna hålla ner kostnaden och vinna anbudet, för att i nästa skede behöva sätta in fler maskiner med ett tillägg på anbudet för att kraven inte var tillräckligt omfattande eller att

förutsättningar inte stämde med verkligheten, tex. ej tillräckligt tätt hus. Det är prispress och viktigt att vara attraktiva i pris. Bedömningar om hur mycket värme- och avfuktningseffekt som behövs görs utifrån erfarenheter.

Generellt upplevs det som man inte ser till helheten, exempelvis val av betong görs på pris eller gammal vana. Vilket kan leda till att man väljer en betong som behöver tillföras mer värme än om man gjort ett smartare val redan från början. Det är viktigt att tänka på dessa frågorna i ett tidigt skede och med planering kan vi få ett bättre utfall.

De senaste åren har det skett en utveckling av maskiner för klimathållning under produktion som har en digital styrning, vilket möjliggör en mer optimerad drift och övervakning. Dessa tillsammans med en metodik för att minska energianvändningen har i ett pilotprojekt visat på en energibesparing på cirka 37% beräknat baserat på hur energikalkylering traditionellt görs i byggvärmeprojekt. Energibesparingen består till stor del på att man följer upp och skapar ett engagemang. Det är åtgärder i produktionen som står för mycket av besparingen, behovsstyrning av temperatur och avfuktning tillsammans med bra täthet. De uppkopplade maskinerna kan hjälpa till att visa data och på så sätt skapa engagemang. En utmaning är dock att planering och beslut ofta utgår från uthyrningskostnad per dag istället för totalkostnaden inklusive energikostnaden.

För att använda mindre energi är det också viktigt att tillsätta energin till materialet till exempel genom värmemattor. För avfuktning är sorptionsavfuktare en bra lösning där värmen kan återvinnas. Enligt en av de intervjuade har avfuktare en mindre betydelse än vad man tidigare trott om rätt materialval görs, väderskydd används och en god planering. I vissa fall är avfuktare dock kritiskt och något som behöver användas. Det finns dock flertalet fall där man ställer dit avfuktare trots att det inte behövs eftersom man inte vill ta risken att byggprojektet förlängs.

Tillverkare upplever det som om marknaden inte är redo för att få tillgång till allt nytt. Det saknas kunskap inom branschen, vilket de jobbar på att åtgärda genom att utbilda beställare och uthyrare. Gör man fel kan man förlänga byggprocessen, men det är även möjligt att förkorta den. Med uppkopplade värmare och avfuktare går det att få en kontinuerlig uppföljning och jobba proaktivt istället för att energifakturan ska komma som en överraskning. Som det är nu med analoga system får uthyrare och leverantörer bara feedback om något inte funkar.

Det är viktigt att få till ett samarbete i branschen mellan entreprenörer, uthyrare och tillverkare. Lösningen de söker är inte enbart byggvärme utan ett uttorkningsklimat. Kunden är inte alltid medvetna om vad de behöver vilket de behöver hjälp med att skraddarsy.

3.2 Utmaningar och hinder

Det anses inte vara tekniken i sig som är problemet, även om det finns utvecklingspotential även där. Med nya uppkopplade hetvärmare är det möjligt att behovsstyra värmen så det forceras på natten när ingen är där och inte värmer lika mycket under arbetstid. En utmaning kan dock vara att fördela värmen överallt. Många små rum försvårar fördelningen av värmen och det kan vara bra att vänta med vissa innerväggar för att få en bättre värmespridning.

Utvecklingskostnad och fler tekniska funktioner gör de nya maskinerna dyrare att hyra, vilket gör det viktigt att visa på vinsten med bland annat sänkt energianvändning. Ett hinder är att det fortsatt finns de som ser det som att de har "gratis" ström i de fallen de kan skicka energifakturan vidare till beställaren. Det är viktigt att få ett engagemang och att alla ser till helheten gällande kostnad och miljö.

Det är även viktigt att få till ett engagemang hos de som är på byggarbetsplatsen, vilket kan vara en utmaning. Mycket spring i huset gör att det blir svårt att hålla tätt hus, tex. fönster och dörrar lämnas uppställda.

För att minska miljöpåverkan från betongen använder man mindre cement, det leder dock till längre uttorkningstid.

För att hålla koll på fukthalten under byggnationen och veta när det är dags att utföra en RBK-mätning kan fuktgivare gjutas in i betongen. Ett problem som lyfts med dessa fuktgivare är att de har en viss avdrift. Utvecklingen av fuktgivare går dock framåt och inom en snar framtid kan vi förhoppningsvis ha ett eller flera fungerande system för fältmätning med trådlösa sensorer enligt projektet en uppkopplad byggplats [7].

3.3 Drivkrafter till förändring

Om den som betalar för uppvärmningen under byggprocessen skulle inse hur mycket det finns att spara skulle det bli en stor drivkraft. Det finns idag väldigt sällan någon energiuppföljning kring klimathållning på byggarbetsplatsen. Klimatdeklarationerna kommer förhoppningsvis framöver leda till att denna uppföljning bli bättre, när krav sätts på högsta tillåtna klimatpåverkan under uppförandet. Även taxonomin skulle kunna bli en drivkraft framåt och bidra till att man satsar på att minska klimatpåverkan från uppförandet av byggnaden. Taxonomin är ett regelverk från EU som hjälper till att klassificera miljömässigt hållbara ekonomiska investeringar.

Ett gemensamt sätt att mäta och följa upp energi och klimatpåverkan under uppförandet av en byggnad skulle kunna främja en indirekt tävling inom branschen, *"ingen vill vara sämst i klassen"*.

Genom att utbilda sin personal kommer engagemanget och kunskapen öka vilket leder till ökade drivkrafter. Det är viktigt att då även visa på besparingen i pengar. Genom att involvera fler kan mer hända i frågan. Idag finns ett engagemang och att minimera byggnadens energianvändning under projektering och drift. Det borde vara möjligt att få samma engagemang under byggprocessen.

Ytterligare en drivkraft skulle kunna vara genom nya byggregler och krav från tex. myndigheter eller certifieringsorgan.

3.4 Tankar om innovationsupphandling och alternativ

Resultat från intervjuer och workshop om hur en innovationsupphandling skulle kunna gå till har summerats i detta kapitel. Sammanfattningen är uppdelade mellan entreprenörer och uthyrare med tillverkare.

3.4.1 Entreprenörer

Att det går åt mycket energi och inte sker någon kontinuerlig uppföljning av energianvändning och uttorkningsklimatet är ett gemensamt problem hos entreprenörerna. Det borde därför vara möjligt att gemensamt kunna kravställa för att driva marknaden framåt. Hos samtliga fyra intervjuade entreprenörer finns ett intresse att vara med i en beställargrupp.

Det är viktigt att göra en kravspecifikation med både skall- och börkrav. Omfattningen av en kravspecifikation bedömer entreprenörerna skulle bli cirka 2-3 A4-sidor. I kravspecifikationen ska även miljöpåverkan, arbetsmiljö och ergonomi omfattas utöver energi- och uttorkningskrav. Fokus ska vara på mätning av inneklimat och energi. Om något avviker ska larm gå till uthyrare och platschef. Entreprenörerna ser en fördel att köpa en energieffektiv klimathållning och uttorkning som en tjänst från tillexempel uthyraren.

Det är viktigt med tydliga krav som går att följa upp, samt att de kan visa på nyttan och mervärdet av en högre uthyrningskostnad. Det sistnämnda för att det ofta kan vara svårt att inom den egna organisationen visa på hur större investeringar ska motiveras när kostnaden behöver fördelas mellan projekt. Det handlar i många fall om strategiska val som behöver göras.

För att kunna hålla koll på frågan kring energianvändning och byggklimat i produktion känner entreprenörerna att det kommer behövas ett nytt ansvarsområde kopplat till någon som är på plats dagligen på arbetsplatsen. Den personen bör uppgifter bör vara:

- Följa upp de mätningar av inneklimat, fukthalt i betong, osv. som nya maskiner kan

- Se till att rutiner följs så som att stänga dörrar och fönster, att det är tätt hus, att alla apparater är anslutna och placerade på rätt plats och flyttas efter behov, osv.

3.4.2 Uthyrare och tillverkare

De intervjuade anser att ett energieffektivt uttorkningsklimat är något som vi måste åstadkomma. Med en kravlista från beställaren skulle denna process kunna snabbas på. Det är viktigt med en helhetsbild som inkluderar klimatbelastning, energi, materialval, mm. Ser man till energin under byggprocessen är den en betydande del av energianvändningen sett till hela byggnadens livslängd. Det räcker inte att vi enbart jobbar med att få ner energianvändningen under driftskedet.

Eventuellt skulle man behöva se över upphandlingsformen, som skulle kunna bli ett problem, om det ska handlas upp som en tjänst. I dagsläget handlas ofta byggvärme och uttorkning upp var för sig och uthyrarna ses som rena maskinuthyrare. Det behövs också tydliga riktlinjer om vilka rådigheter uthyraren har för att tex. täta om det ligger i deras ansvar att säkerställa ett visst inneklimat. Att täta är inget som görs av uthyraren idag.

Ett förslag skulle kunna vara att uthyrarens ansvar blir att rapportera hur energianvändningen ligger enligt plan och eventuella avvikelser. Som ett exempel nämns att uthyrare bör rapportera till entreprenören att energianvändningen ligger för högt, på grund av att det är plyfadörrar istället för de rätta dörrarna. Entreprenören har sedan ansvaret att byta till rätt dörrar om kravet på energianvändning ska kunna nås.

Uthyrare och tillverkare behöver bättre marknadsföra produkter och tjänster som finns att beställa. Ofta har inköparna hos entreprenörerna inte kunskap om det specifika teknikområdet utan ett fokus på prispress. Uthyrare behöver bli bättre på att visa vad på helhetskostnaden och mervärden.

Fuktsakkunnig i projekten kan vara till hjälp och lyfta blicken på systemet. När behöver byggvärmerna komma in, vilka material ska väljas mm.

4 Workshop

För att påbörja arbetet med att få fram en beställargrupp och ramar för en kravspecifikation genomfördes en workshop där entreprenörer bjöds in. Det var svårigheter att hitta tillfälle att samla flera entreprenörer till samma tillfälle. Intresset att arbeta vidare med frågan finns, men pressade tidplaner ställde till det för vissa tillfrågade.

Workshopen genomfördes med följande personer:

- Kjell-Åke Henriksson, JM
- Kajsa Flodberg Munck, NCC

Under workshopen hölls en kort sammanfattning om nuläge, önskat läge och vilka hinder och utmaningar man ser likt de som återfinns i kapitel 3 Intervjustudie.

Ytterligare tankar om viktiga saker att tänka på och hinder som uppkommer under workshopen var:

- Att bygga utfackningsväggar i trä är mer känsligt mot fukt än konstruktioner i stål och betong och kräver fler mätningar innan de spikas igen. Det är viktigt att minska risken för att skapa kalla konstruktioner av trä där vattenånga kan kondensera och mögel bildas, exempelvis ett öppet schakt mot vinden där fukt kan kondensera mot yttertak.
- Ett av det största hindret är bristen på resurser, människan. Alla har ett väldigt tidspressat schema och hinner inte mer fler uppgifter än de som finns i deras arbetsbeskrivning. Frågan är för liten för platschefen och det skulle behövas en ny roll som är på plats på bygget. Det kan vara en arbetsledare eller projektingenjör. Den ansvarige kan ta hjälp av energisamordnare eller liknande för rådgivning och hjälp med eventuella beräkningar. Den nya arbetsrollen innefattar att hålla koll på energifrågan under produktion. Det behövs någon som är på plats dagligen och kan hålla koll på att dörrar, fönster är stängda, att det är tätt, att apparater är anslutna etc. För att kunna tillsätta en sådan här roll är det viktigt att kunna visa på besparingen i pengar uppåt i organisationen.

- Ett ytterligare hinder är att planeringen sker för sent. I dagsläget sker upphandling av klimathållningen när det redan är tätt hus och viss rördragning är genomförd. I ett önskat läge hade man velat planera i god tid vilken värmekälla som ska användas, hur värmespridningen kan optimeras, eventuellt att man kan vänta med någon innervägg för att förbättra värmespridningen. Finns det möjlighet att anpassa rördragningen under projekteringen så att denna även fungerat mer optimalt under produktion? Energisamordnaren under projekteringen har i dagsläget väldigt lite eller obefintligt fokus på energianvändningen under produktion, utan fokuserar på hur energianvändningen kommer se ut under byggnadens drift fas. Ett samarbete mellan energisamordnaren och den nya arbetsrollen som beskrivits i punkten ovan hade varit önskvärt.

En produkt som diskuteras där det finns utvecklingspotential är fuktsensorer som gjutes in i betongen. Erfarenheter från fältförsök visar att flera fuktsensorer som finns på marknaden driver för mycket med tiden och därmed inte ger pålitliga resultat. Generellt så efterfrågas fler sensorer som kan kopplas ihop till ett gemensamt uppföljningssystem. De som lyfts som exempel att koppla samman är inbrottslarm, ljusdetektering, damm i luften, buller, temperatur, relativ luftfuktighet, etc. Det är viktigt att all data presenteras i ett tydligt och lättanvänt gränssnitt. En idé som lyfts är att det kanske är möjligt att inkludera i befintliga uppföljningssystem som finns för driftskedet. IT-säkerheten är en viktig fråga när allt mer blir uppkopplat och mer data samlas in. Det är viktigt att den data som samlas in ägs av entreprenören under produktionen.

Diskussionerna landar i att man bör se till helheten vid en upphandling och inte fokusera på en specifik produkt, exempelvis fuktsensorer. Det stora behovet man ser är att få till en tjänst för uppföljning för att kunna energioptimera klimathållningen och uttorkningsprocessen under produktion. Detta skulle kunna vara en tjänst likt de energiuppföljningssystem som finns när bygganden är i drift. När den finns på plats skulle man kunna jobba på att förbättra befintliga sensorer så som fuktsensorerna.

En utmaning med en sådan upphandling skulle kunna bli affärsmodellen. Så som affärsmodellen ser ut nu jobbar uthyrarna med dygnshyra. Något som entreprenörerna spekulerar i att de kommer vilja behålla då det är en färdig affärsmodell som de har. Hur en sådan här tjänst kommer in i den befintliga affärsmodellen är värt att fundera över.

Något som saknas idag är en kalkyl eller prognos för energianvändningen vid produktion. Det hade behövt göras i projekten så det finns något att följa upp mot. Det är viktigt att ha med sig vilka krav som ställs på exempelvis temperatur och uttorkningstid vid en sådan kalkyl. Det kan innebära 21 grader om man vill ha snabbare uttorkning och 15 grader om man inte har specifika krav. Viktigt att dimensioneringen blir noggrant gjort så att maskinerna inte överdimensioneras. Stora maskiner innebär en större energianvändning.

Som ett första steg efter denna förstudie föreslås en gemensam workshop med uthyrare, tillverkare och entreprenörer. På så sätt kan alla få bättre förståelse och större engagemang för resultatet av innovationsupphandlingen.

Det hade varit bra om upphandlingen hade varit till ett eller flera testprojekt där man kan visa på hur det fungerar i praktiken. Workshopen summeras slutligen med att en innovationsupphandling kan vara viktig i att bidra till en kunskapshöjning för såväl entreprenörer som uthyrare.

5 Slutsatser och fortsatt arbete

Utifrån intervjuer och workshop kan slutsatsen dras att ett intresse finns hos entreprenörer att gå vidare med en innovationsupphandling. Inom det här projektet var tidplanen pressad och möjligheten fanns inte att samla samtliga intresserade entreprenörer till ett gemensamt beställargruppsmöte. Det är något som behöver göras inför en innovationsupphandling.

En gemensam workshop med entreprenörer, uthyrare och tillverkare har också lyfts som en bra aktivitet. Många av de krav och önskemål som entreprenörerna har ställt är något som de håller på att utveckla. En gemensam workshop skulle innebära att entreprenörerna får bättre kunskap om vad som finns på marknaden samt vad som kommer inom snar framtid. På så sätt kan kravbilderna och önskemålen höjas ytterligare ett steg och driva på en innovation.

De entreprenörer som intervjuats och deltagit på workshop ser gärna att en upphandling till några utvalda projekt där produkterna och tjänsten *”energieffektiv klimathållning och uttorkning”* skulle kunna utvärderas och testas. Tjänsten som efterfrågas är något liknande det energiuppföljningssystem som finns när byggnaden är i drift.

Ett behov av en ny arbetsroll har identifierats hos entreprenörerna. För att minska energianvändningen under produktion skulle det behövas en arbetsroll som ansvarar för energin under produktion. Med en utveckling med bättre uppföljning och mätning på byggarbetsplatsen ökar behovet ytterligare för att tillsätta en sådan arbetsroll som kan ta hand om insamlade data.

5.1 Innovationsupphandling eller tekniktävling

Som tidigare nämnt är det som efterfrågas en tekniktävling där ett antal kvalificerade bidrag blir upphandlade till utvalda pilotprojekt där de kan testas och utvärderas. Eftersom en större upphandling är svårt att lova bedöms en tekniktävling vara mer lämplig jämfört med en ”ren” innovationsupphandling. De intervjuade ser också en svårighet i att det är en tjänst som skulle kunna levereras genom deltjänster av flera olika aktörer.

De inkomna tävlingsbidragen utvärderas mot kravspecifikationen och kontrolleras mot tävlingsvillkoren som tas fram. Ett antal utvalda tävlingsbidrag får sedan leverera till pilotprojekt där de utvärderas och en eller flera vinnare koras. Upplägget på en eventuell upphandling till pilotprojekt och tekniktävling får diskuteras vidare i nästa skede när en beställargrupp finns. Spridning av resultatet från tekniktävlingen blir sedan en viktig fas för att få till ett innovationslyft inom branschen.

Att genomföra en tekniktävling kan delas in i följande fyra steg:

- Framtagande av detaljerad kravspecifikation, tävlingsvillkor samt utvärderingsparametrar
- Anbudsförfarande
- Utvärdering av tjänst och produkter
- Spridning av resultat

5.1.1 Kravspecifikation

Vid intervjuer och workshop har arbetet med kravspecifikationen påbörjats. Det är ett arbete som behöver fortsätta i nästa skede tillsammans med beställargruppen. Vikten av att ställa tydliga och uppföljningsbara krav har lyfts flertalet gånger. Även att fördela kraven som skallkrav och börkrav.

Kravspecifikationen har delats in i delområden. Inom varje delområden har sedan arbetet påbörjats att formulera krav.

Kravområde	Krav	Skallkrav /Börkrav	Verifiering
1. Byggeklimat			
	Temperaturloggning inne och ute	Skallkrav	Kontroll av mätvärden
	Mätning av relativ luftfuktighet inne och ute	Skallkrav	Kontroll av mätvärden
	Mätning av Luftkvalitet (damm i luften)	Börkrav	Kontroll av mätvärden
	Mätning av Ljudnivå (buller)	Börkrav	Kontroll av mätvärden
2. Uttorkning			
	Loggning av temperatur i betongen	Skallkrav	Kontroll av lagrade datafiler
	Loggning av fukthalt i betongen	Skallkrav	Kontroll av lagrade datafiler
	Fuktkvotsmätning i virke	Skallkrav	Kontroll av rutin och mätutrustning
3. Energi			
	Loggning av energianvändning	Skallkrav	Kontroll av lagrade datafiler
	Loggning av effekt	Skallkrav	Kontroll av lagrade datafiler
	Uppföljning av effekt och energi mot prognos	Skallkrav	Kontroll av resultatredovisning
	Larm vid avvikelse mot prognos	Börkrav	
4. IT			
	Datan ägs av entreprenören	Skallkrav	Kontroll av avtalsmall
	Krav på IT-säkerhet	Skallkrav	
	Möjlighet att integrera med exempelvis inbrottslarm och ljusdetektering	Börkrav	
	Användarvänligt gränssnitt	Skallkrav	Testpanel
	Uppföljning via app i telefon	Börkrav	
	Uppföljning via hemsida (fjärravläsning)	Skallkrav	
	Dataavläsning per timme för samtliga mätare	Skallkrav	Kontroll av lagrade datafiler
	Datakommunikation via WiFi eller Lora för att undvika kabeldragning	Börkrav	
5. Ergonomi			
	Inga tunga lyft behövs för att flytta maskiner	Skallkrav	Kontroll av förflyttningsmekanism
	Inga rör och kabeldragningar som kan medföra en snubbelrisk	Skallkrav	Kontroll på byggarbetsplats

6 Referenser

- [1] N. Karlsson, C. Larsson och S. Burke, "Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion," Lågan, 2019.
- [2] A. Persson, "Teknikupphandling som styrmedel – metodik och exempel," 2004.
- [3] Polygon, "ECO-DRY Minska kostnaden upp till 80% med energieffektiva avfuktare," [Online]. Available: <https://www.polygongroup.com/globalassets/svenska-sverige/nyheter/6657-polygon-eco-dry.pdf>. [Använd 23 December 2022].
- [4] L. Andersson, M. Andersson, J. Dahlstedt, H. Edlund, J. Lundberg och J. Sjölund, "Verifiering och utveckling av Airwatergreens simuleringsverktyg," Uppsala Universitet, 2016.
- [5] El-Björn, "Samverkan och uppkopplat byggklimat på NCC Gullåkraskolan minskade fjärrvärmeförbrukningen," [Online]. Available: <https://www.elbjorn.com/sv-se/nyheter-press/samverkan-och-uppkopplat-byggklimat-pa-ncc-gullakraskolan-minskade-fjarrvarmeforbrukningen/>. [Använd 23 December 2022].
- [6] "Uppkopplad Byggplats - Automatisering och smarta sensorsystem för effektivt byggande," [Online]. Available: <https://www.uppkoppladbygg.se/testprojekt/uppkopplad-byggplats-tester/robotisering/>. [Använd 23 December 2022].
- [7] R. Larsson, "Test av trådlösa sensorer för fuktmätning i betong," Uppkopplad byggplats, 2021.

Bild förstasida

<https://unsplash.com/photos/7bzbyafVTYg>



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

www.laganbygg.se

