

Handläggare
Jan-Ulric Sjögren
Telefon: 08-508 287 19**Till**
Miljö- och hälsoskyddsnämnden
2022-02-22, p. 11

Energibesparande spetsteknik samt lagring av överskottsel från solel

Redovisning av budgetuppdrag

Förvaltningens förslag till beslut

1. Godkänna förvaltningens avrapportering av budgetuppdragen
2. Översända ärendet till fastighetsnämnden, exploateringsnämnden, Stadshus AB samt styrelserna för Micasa Fastigheter i Stockholm AB, Familjebostäder AB, Skolfastigheter i Stockholm AB, AB Stockholmshem, Stockholm Vatten och Avfall AB och AB Svenska Bostäder.

Anna Hadenius
FörvaltningschefGustaf Landahl
Avdelningschef

Bakgrund

Miljöförvaltningen fick i budget 2021 uppdrag att:

1. *"tillsammans med stadsdelsnämnderna utreda spetsteknik för energieffektiva och klimatsmarta stadsdelar"*. Uppdraget har efter avstämning mellan miljöförvaltningen, miljöroteln och stadsledningskontoret förtydligats till att gälla berörda nämnder och bolag, inte stadsdelsförvaltningar då dessa inte äger några fastigheter.
2. *"Miljöförvaltningen ska tillsammans med berörda nämnder och bolagsstyrelser utreda möjligheten till energilagring för överskottsel från stadens egen elproduktion"*.

Ovanstående två uppdrag redovisas gemensamt i detta tjänsteutlåtande.

Som underlag har miljöförvaltningen genom Energicentrum engagerat Sweco för att göra en omvärldsbevakning med en kunskapsöversikt för relevanta teknikområden, bilaga 1. Swecos studie är uppdelad i två delar där första delen handlar om ny eller förhållandevis ny teknik för energieffektiviseringar i byggnader och den andra delen handlar om teknik för lagring av el. Innehållet är baserat på erfarenheter och initiativ som finns inom stadens egna fastighetsbolag gällande energibesparande spetstekniker. Erfarenheter har även inhämtats från Norra Djurgårdsstaden, KTH samt några utvalda externa bostadsbolag. De tekniker som presenterats i intervjuer med representanter för fastighetsägare och forskare är en blandning dels av etablerade tekniker som har möjlighet att få större spridning eller användas på nya sätt, och dels mer nyutvecklade tekniker. Gemensamt för rapportens båda delar är att de flesta behandlade tekniker kan tillämpas i både nyproduktion och i det befintliga byggnadsbeståndet. Kostnader för olika lösningar har behandlats översiktligt och i mån av tillgång på data. Byggmetoder/processer etc. har inte behandlats i rapporten.

Rapporten är tekniskt utformat då målgruppen i första hand är tekniker och ingenjörer med energispecialistkompetens hos stadens bolag och förvaltningar.

Resultat och slutsatser

I rapportens första del görs en sammanställning av energibesparande spetstekniker som testats av stadens bostadsbolag och SISAB, genomförda och planerade innovativa projekt i Norra Djurgårdstaden, samt en omvärldsbevakning. Sammanställningen utgår ifrån de tekniker, tankar och erfarenheter som respondenterna gett uttryck för relaterat till spetsteknik inom följande områden:

- Klimatskal, d.v.s. en byggnads väggar, fönster, tak och golv.
- Styrsystem och mätning
- Värme, varmvatten och kylning
- El
- Samverkan (gemensamma tekniska lösningar mellan byggnader och mellan byggnader och energileverantörer)
- Beteende/nudging

I rapportens andra del görs en sammanställning av erfarenheter från genomförda projekt inom stadens verksamheter kompletterat med en omvärldsanalys.

Ett urval av tekniska lösningar redovisas nedan.

Klimatskal

PIR isolering

Som ett alternativ till konventionell isolering i väggar har PIR-isolering börjat användas. PIR isolering som är uppbyggd av cellplast har ca 50% bättre isoleringsförmåga jämfört med den traditionella mineralullen vilket innebär att väggens tjocklek kan reduceras i motsvarande grad vilket kan vara en fördel när yttermått för byggnaden begränsas av detaljplanen för att få en större uthyrbar area. Tekniken har börjat tillämpas hos stadens bolag i begränsad omfattning.

Fönster med låga U-värden

Fönster är en av delarna av klimatskalet som har de största värmeförlusterna. Låga U-värden hos fönster innebär lägre värmeförluster. Ett lägre U-värde innebär därmed en energibesparing. Stadens bolag har dock blandade erfarenheter av att installera fönster med de allra lägsta U-värdena.

Standard för fönsters U-värde i nyproduktion ligger runt 1,0 eller strax därunder. Fönster med U-värde ner till 0,6–0,7 finns på marknaden. För dessa kan problem med frost på ytterglas noteras vid vissa betingelser vilket staden erfarit i EU-projektet GrowSmarter. Stockholms hem påpekar även att, utöver ovan nämnda frost och isningsproblem, så medför ett minskat U-värde på fönster från exempelvis 0,9 till 0,7 en försumbar påverkan på byggnadens totala energianvändning. Man förordar istället ett helhetsgrepp gällande byggnadens sammanlagda U-medelvärde och byggnadens täthet.

Täthet

Byggnadens täthet har fått ökad uppmärksamhet under senare år gällande kopplingen till energieffektivitet men även minskade fuktskador. Det finns idag inget krav på täthet i Boverkets byggregler (BBR), det togs bort i BBR 2006, däremot blir det ofta ett indirekt krav på lufttäthet för att kunna uppfylla kravet på energianvändning

Stommar

Val av stomme är i stor utsträckning en fråga om klimatbelastning där vanligen trä och betong jämförs. Stockholms stads plusenergihus som byggts som en försöksbyggnad i Norra Djurgårdsstaden har stora mängder betong som delvis motiverats av energi och effektskäl. En byggnad med mycket betong kan lagra stora mängder energi och inomhustemperaturen reagerar inte så snabbt på förändringar i utomhustemperaturen som en träbyggnad gör. Det innebär att en tung byggnad inte kräver lika stor effekt för uppvärmningen när det är som kallast ute jämfört med en träbyggnad. Det går dock att uppnå motsvarande energiprestanda, mätt som kWh/m²,år med en trästomme.

Styrsystem och mätning

En allmän synpunkt när det gäller styrsystem är att de bör vara intuitiva för fastighetsteknikern, och inte bli för tekniska och komplexa. Ett exempel är att det kan vara komplext hur en frånluftsvärmepump och fjärrvärme ska regleras sinsemellan. Ett annat exempel kan vara hur man ska styra samspelet mellan en avloppsvärmeväxlare och solvärme i samma byggnad.

Styrning baserat på inomhustemperatur

Inom området styr- och reglerteknik finns en tydlig trend att övergå från styrning av framledningstemperaturen till radiatorsystemet via en utomhusgivare till att styra med hjälp av en eller flera inomhusgivare för att uppnå en given inomhustemperatur. Dessa system är av adaptiv typ, dvs de reglerar sig själva på ett effektivt sätt för att uppnå den inställda inomhustemperaturen. Det kan liknas vid en tidig variant av AI (artificiell intelligens). Tekniken ger en jämnare inomhustemperatur vilket uppskattas av hyresgästerna och ger samtidigt en besparing av energi. Att börja styra innertertemperatur kräver att huset är ordentligt injusterat. Tekniken har börjat tillämpas hos stadens bostadsbolag.

Styrning med hjälp av AI

SISAB har testat AI-driftsystemet SOLIDA (SISAB On-Line Intelligent Data Analysis). Systemet styr, optimerar och analyserar fastigheterna i realtid med hjälp av algoritmer. Arbetet har resulterat i goda effekter på inomhusmiljön och ekonomin. Tusentals temperaturmätare och koldioxidsensorer har kopplats till SOLIDA vilket lett till smartare kontroll av inomhusklimatet i fastigheterna. Systemet som driftsattes i januari 2020 på 75 fastigheter har cirka 20 000 sensorer i olika skolbyggnader. Medeltemperaturen har ökat en grad och felanmälningarna minskat

med 23 procent, samtidigt som energiförbrukningen har minskat. AI-styrningen är så pass ny så justeringar måste hela tiden göras för att få den att fungera som man vill. Systemet utvecklas och blir bättre och bättre hela tiden, enligt SISAB.

Värme och varmvatten samt kylning

Geo-FTX

Geo-FTX är en teknisk lösning där förvärmning av uteluften till ventilationsaggregatet sker med hjälp av ett värmebatteri i luftintaget och ett borrhål (geoenergi) med en vanlig cirkulationspump. Genom att förvärma den inkommande ventilationsluften kan frostbildning i värmeväxlaren elimineras. På så sätt reduceras behovet av avfrostning i aggregatet och tekniken ger både en energi och effektbesparing för uppvärmningssystemet. Tekniken ger även en viss kylning under sommartid. Lösningen finns på ritbordet hos några av staden bostadsbolag.

Avloppsvärmväxlare

Avloppsvärmväxlare tar tillvara energi ur avloppsröret som går ut från en byggnad till det allmänna avloppsnätet. Temperaturen på avloppsvattnet är ca 20-25 grader och den återvunna energin nyttjas för att förvärma inkommande kallvatten som ska värmas till tappvarmvatten. Lokalt placerade avloppsvärmväxlare i byggnader är en teknik på frammarsch men utvecklingen går relativt långsamt. Generellt sett finns det få installationer av detta slag i Sverige men i Norra Djurgårdsstaden är det en förhållandevis vanlig lösning och det finns i storleksordningen cirka tio installationer hos stadens bolag. En del problem med igensättning och oväntade underhållskostnader av värmväxlaren har noterats.

Om man även utnyttjar värmen i det utgående avloppsvattnet i kombination med en värmepump, blir besparingen betydligt större. Den senare lösningen har inte testats hos stadens bostadsbolag. Allmännyttan i Växjö har vid renovering av befintligt bestånd i miljonprogramsområdet Araby installerat värmeåtervinning inklusive värmepump, där man uppmätt 94 procents återvinning av energi i spillvattnet.

I etappen Kolkajen i Norra Djurgårdsstaden studeras potentialen för återvinning ur avloppsvatten på byggnadsnivå, på områdesnivå med en gemensam central samt möjligheten för återvinning till öppen fjärrvärme. Öppen fjärrvärme är en lösning som Stockholm Exergi erbjuder kunder som har värmeöverskott där överskottet, ofta med hjälp av en värmepump, matas in lokalt i fjärrvärmenätet.

Tappvarmvatten

Tappvarmvatten utgör ca 20-40 % av en byggnads energianvändning och ligger enligt schablon på 25 kWh/m² för flerbostadshus och 20 kWh/m² för småhus. Det verkliga användandet har visat sig variera kraftigt och till stor del vara beteenderelaterat eller beroende på hur många som bor i en lägenhet. En svensk standard har tagits fram för klassning av tappvarmvattenarmaturer för energianvändningen. A-klassade armaturer sparar ca 5 kWh/m² jämfört med en ”standardblandare”. Tekniken införs sakta med säkert och Boverket premierar dessa armaturer då energiprestandan ska fastställas för en byggnad.

I en fastighet i Albano har Svenska Bostäder satt in sensorer i duschen, vilket innebär att personen måste hålla fram handen för att starta duschen som även stängs av automatiskt. På så sätt hoppas de minska vattenanvändningen vid dusch. Som referens finns ett likvärdigt hus bredvid som inte har dessa sensorknappar och försöket ska utvärderas under 2022

VVC-förluster

VVC (varmvattencirkulation) är ett cirkulationssystem som finns i de flesta byggnader och innebär att väntetiden för att få varmt vatten i kranen blir kort samt att risken för legionella minimeras. I detta system uppstår värmeförluster, ofta på grund av långa ledningsdragningar och bristfällig isolering. Dessa förluster är ett uppmärksammat område och ofta underskattade i projekteringsskedet vilket påverkar byggnadens energiprestanda negativt. Det är i första hand vid större renoveringar och vid nyproduktion som förlusterna kan reduceras genom ny teknik och bättre genomtänkt dragning och isolering.

Värmelagring under byggnad

Fredrika Bremergymnasiet i Haninge har ett värmesystem som är baserat på solfångare, värmelager, och värmepumpar. Under byggnaden finns ett två meter djupt värmelager av stenmjöl. Byggnaden är på totalt 9 500 m² och har utrustats med 1 050 m² solfångare. Solfångarna är en del i energilagringssystemet, vilket lagrar sommarens solenergi i det stora lagret. Energilagringssystemet minskar den köpta energin och fastighetens klimatpåverkan minskar samtidigt som långsiktiga kostnader minskar.

Behov av kyla

SISAB och Micasa har konstaterat att med stigande utomhustemperaturer har det uppstått ett behov av komfortkyla för

deras verksamheter. Detta är i ett tidigt skede och olika tekniker studeras. På sikt kan det även uppstå behov av kyla i bostäder vilket kommer att innebära en ökning av energianvändningen. Ökningen kan bli betydande. Kylbehovet uppstår under sommartid och eventuell el som kan krävas utgör ingen belastning på elnätet då belastningen sommartid är låg. Mycket hänger på arkitektur när det gäller hantering av värme och kyla. Tekniker som SISAB testas är centralt styrda motordrivna markiser samt nattkylning, vilket innebär att byggnaden kyles nattetid genom att ventileras med sval uteluft. SISAB har även använt fjärrkyla och borrhål för frikyla. Här är principen för frikyla densamma som för geo-FTX där man med hjälp av ett borrhål och en cirkulationspump utnyttjar det kalla grundvattnet för byggnadens kylbehov.

För Micasa är ett hinder att kunna avskärma solen innan den når byggnaden. Ibland är det svårt att få bygglov för utvändiga solavskärmning då de bedöms förvansa utseendet på byggnaden.

El

Generellt anser respondenterna att elanvändningen är förhållandevis låg i nyproduktionen. De största användningsområdena identifierar Öbo (Örebro Bostäder) till tvättstugan, ventilation och belysning.

Energieffektiva vitvaror i tvättstugor

För framför allt tvättstugor är energieffektiva vitvaror en smart åtgärd. Det finns olika exempel på energieffektiva vitvaror. Öbo har gjort en djupstudie på tvättstugor, och har som följd bland annat bytt till energieffektiva tvättmaskiner, där man konstaterar att en bättre centrifugering (en restfukthalt på 50% istället för 60%) minskar energibehovet med 20%. Öbo har även konstaterat att elbehovet minskar genom varmvattenanslutna tvättmaskiner.

Lagring av överskottsel från solel

Energilager

Det bedöms bli vanligare att fastigheter har egna batterier samt att energi kan tänkas lagras i form av vätgas som har genererats av överskott från solceller. Dessutom ökar stadigt andelen elbilar, vilka lagrar energi i batterier.

Batterilager för el är under utveckling och har testats inom stadens bolag. Det primära syftet är att lagra överskottsel från solceller och använda elen på natten. Batterilagret är till för dygnslagring. Ett av skälen för lagring är att ersättningen för att leverera ut överskottsel

på nätet är låg. Ett batterilager kan även användas vintertid och laddas då under nattetid/låglasttid för att användas under dagtid/höglasttid. Syftet är då att hålla nere det maximala eleffektuttaget och på så vis kan taxan reduceras och samtidigt bidra till att hålla nere elnätets totala belastning. Erfarenheten är hittills att det är stora verkningsgradsförluster i batteriet och att tekniken än så länge är dyr.

Inom ramen för intervjustudien tillfrågades aktörerna om deras erfarenhet av batterilagring. Överlag kan det konstateras att de intervjuade fastighetsägarna inte har arbetat med batterilager i någon större utsträckning. Nedan ses utdrag ur intervjuerna där relevanta erfarenheter delgavs:

- I kvarteren "Avin" och "Röstråknaren" har Familjebostäder testat batterilager, främst för att komma ner till kravet på 55 kWh/m². Men de bedömer det som tveksamt om det var ekonomiskt försvarbart.
- Öbo (Örebrobostäder) ser batterier som en avgörande faktor för att kunna utnyttja hus (och kvarter) som flexibla energi- och effektresurser. Tester genomförs i liten skala, för att sedan skalas upp, och visionen är att gå från "husbatterier" till "områdesbatterier". Öbo undersöker även elbilens roll som batterilager, och det planeras att sätta upp kluster med elbilar och solceller, som även är uppkopplade mot elnätet. Idag testar man batterilösningar på det egna kontoret med uppföljning och analys.
- I vissa områden krävs inte nätkoncession för interna nät där el kan delas mellan byggnader. Det möjliggör för SISAB samt delar av Hamnens och Idrottsförvaltningens verksamheter att dela el mellan byggnader inom ett givet område.

Vehicle-To-Building innebär kortfattat att batterierna i elbilar kan leverera el till en byggnad vid behov. T.ex. när de är parkerade i ett garage. Idag är det endast ett bilfabrikat som tillåter denna typ av användning av bilens elbatteri, ur ett tekniskt och garantimässigt perspektiv, och bilägaren måste garanteras en rimlig ersättning som täcker det extra slitage av batteriet.

Ett annat sätt att lagra energi är med vätgas, vilket miljöförvaltningen har utrett tidigare¹.

Återanvändning av batterier

Den ökade efterfrågan av Li-ion batterier drivs primärt av transportsektorn och i takt med att fler segment, främst personbilar, elektrifieras så kommer mängden uttjänta batterier att öka exponentiellt under det kommande decenniet. Batterier ämnade för transportindustrin har i regel striktare krav och specifikationer än andra applikationer och efter att dessa batterier har nått sin livslängd så kan batterierna användas för andra syften, där ett exempel är energilagring. Fördelen med de så kallade second-life applikationerna är att batterierna kan köpas in för till lägre kostnad än om en skräddarsydd ny batterilösning skulle upphandlas. Ett exempel på detta i Sverige är Brf Viva i Göteborg som har använt uttjänta batterier från stadens elbussar.

Förekommande typer av batterier samt klimatavtryck

Li-ion batterier kommer utgöra majoriteten av större batterilager för elnätsapplikationer eller inom fastigheter framgent. Vid en upphandling av batterier bör man lägga extra tyngd på parametrar så som brandrisk och livstidskostnad.

De utsläpp som framförallt tillverkningen, och i en mindre mån användningen, av batterier ger upphov till är ett debatterat ämne där bristande underlag och brist på gemensamma definitioner av systemgränser har gett upphov till mycket diskussioner. Det faktiska klimatavtrycket av batteriproduktion kan variera mycket beroende på vilken typ av batteri som produceras, var det produceras och vilka systemgränser man sätter för analysen. Historiskt sett har batterier främst producerats i Asien, och då främst i Kina, Japan eller Sydkorea, länder som har en helt annan energimix än exempelvis Sverige.

Kommersiella batterilager utgör för tillfället en relativt liten del av den totala marknaden för Li-ion batterier och batterilager för fastighetssektorn utgör en markant mindre del. Kostnadsunderlaget för batterilager i fastigheter är sparsamt och övergripande sett är batterier fortfarande relativt dyra.

Förvaltningens synpunkter och förslag

Förvaltningen ser en omfattande teknikutveckling inom de flesta områden som berör effektiv energianvändning och en mängd olika effektiva produkter och system testas, inte minst hos stadens egna bolag och förvaltningar i såväl nyproduktionen som i det befintliga fastighetsbeståndet. I större projekt som t.ex. Norra Djurgårdsstaden, som av staden är utpekad som en arena för ny

teknik, studeras även nya lösningar som är gemensamma för byggherrarna i en eller flera av de kommande etapperna.

En teknik som vore intressant att titta närmare på är värmelagring under byggnad där man nyttjar solenergi för värmeändamål i ett säsongslager, d.v.s. att man lagrar solvärme under sommarhalvåret och sedan använder värmets under uppvärmningssäsongen. Tekniken har bl.a. testats på Fredrika Bremerskolan i Haninge

Lagring av solceller är än så länge dyrt med de tekniker som står till buds men tekniken utvecklas snabbt och kostnaden förväntas minska.

En kunskapsöversikt om energibesparande spets teknik och energilagring för nyproducerade byggnader/byggnadsbestånd har varit målsättningen för detta budgetuppdrag. Översikten ska vara en källa till inspiration för tekniker och ingenjörer med energiteknisk kompetens inom stadens bolag och förvaltningar rörande olika tillgängliga spets tekniker för eventuella kommande investeringar

De flesta presenterade lösningarna är även tillämpbara i det befintliga fastighetsbeståndet. En del lösningar kan implementeras i det löpande förvaltningsarbetet medan andra är aktuella vid större ombyggnader.

Den löpande dialogen och kunskapsinhämtandet från olika typer av byggherrar, fastighetsägare, branschforum och omvärldsbevakning ligger till grund för den bifogade kunskapsöversikten. Det är i den kommande dialogen såväl inom som utanför staden som resultatet av detta budgetuppdrag kommer att spridas. Rapporten har därför en tekniskt språklig karaktär.

Bilagor

1. Rapport Sweco. "Energibesparande spets teknik för energieffektiva klimatsmarta stadsdelar samt lagring av överskottsel från solceller"