



# **UP-rapport Byggnader i energisystemet**

Rådgivande underlag från utvecklings-  
plattformen Byggnader i energisystemet  
till Energimyndighetens FOKUS-process

*ER 2015:26*



Böcker och rapporter utgivna av Statens  
energimyndighet kan beställas via  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)  
Orderfax: 08-505 933 99  
e-post: [energimyndigheten@cm.se](mailto:energimyndigheten@cm.se)

© Statens energimyndighet

ER 2015:26

ISSN 1403-1892

# Förord

Föreliggande rapport utgör ett inspel till Energimyndighetens arbete med strategisk prioritering av forskning och innovation inom temaområdet Byggnader i energisystemet avseende prioriterade insatser för perioden 2017-2020.

Regeringen gav under 2015 Energimyndigheten i uppdrag att senast 14 december 2015, redovisa underlag för strategisk prioritering av forskning och innovation på energiområdet för perioden 2017-2020. Detta arbete drivs inom myndigheten under projektnamnet Fokus IV.

Som hjälp för att identifiera samhällets behov av forsknings- och innovationsinsatser på energiområdet så har myndigheten skapat sex stycken utvecklingsplattformar för olika temaområden; Allmänna Energisystemstudier; Byggnader i energisystemet; Energiintensiv industri; Kraftsystemet; Transportsystemet samt Bränslebaserade energisystem.

I plattformarna samverkar experter från myndigheter, näringsliv, akademi och andra intressenter och deras uppdrag är att spela in ett rådgivande underlag till myndigheten om mål och prioriteringar för det enskilda området. Utifrån alla plattformars inspel gör sedan myndigheten sin egen strategiska prioritering av framtida forsknings och innovationsinsatser. Ledamöterna i plattformarna deltar i kraft av personlig expertis och inte som direkta representanter för respektive bransch eller företag.

UPs roll som omvärldsbevakare och pådrivare för Energimyndighetens strategiska prioritering av forskning och innovation är av avgörande betydelse för myndighetens möjligheter att implementera en ändamålsenlig projektportfölj. Som Projektägare och Projektledare för Fokus IV-arbetet vill vi därför här framföra ett stort tack till ledamöterna i UP för väl utförda insatser!



Rémy Kolessar  
Avdelningschef  
Projektägare Fokus IV



Maria Alm  
Projektledare



Linus Palmblad  
Projektledare



# Förord UP

Detta dokument redovisar förslag till strategiska forskningssatsningar med prioriterade områden och aktiviteter inom området ”byggnader i energisystemet”. Det är ett inspel och bidrag till Energimyndighetens arbete, med särskild syftning på det så kallade Fokus-projektet samt Energimyndighetens regeringsuppdrag att utarbeta underlag inför kommande proposition om forskning och innovation på energiområdet. Inspelet är skrivet av utvecklingsplattformen för byggnader i energisystemet (UP-Bygg).

Dokumentet har sammanställts av Maria Wall, Lunds tekniska högskola (ordförande i plattformen), samt Jörgen Sjödin, Energimyndigheten (sekreterare). Texten bygger på samtal med och inspel från plattformens övriga ledamöter som har varit: Jan Byfors, NCC; Leif Gustavsson, Linnéuniversitetet; Tomas Hallén, egen konsult; Marja Lundgren, White Arkitekter; Conny Rolén, Formas; Anders Sandoff, Handelshögskolan i Göteborg; Kyösti Tuutti, Skanska; Anna Sander, WSP; Ulla Janson, Malmö Kommunala Bostads AB; Peter Vikström, Konsumentverket; samt Wiktor Glad, Linköpings universitet.



# Innehåll

<b>1</b>	<b>Beskrivning av temaområdet "Byggnader i energisystemet"</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Behov, utmaningar och trender inom temaområdet</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Vision och målbild</b>	<b>13</b>
3.1	Uppföljning av tidigare rekommendationer .....	13
3.2	Vision bortom 2050 för temaområdet .....	15
3.3	Effektmål för temaområdet på medellång sikt (2030) .....	15
<b>4</b>	<b>Internationellt: strategi och prioriterade insatser</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Prioriterade insatser för perioden 2017 – 2020</b>	<b>19</b>
5.1	Systemperspektiv, samhällsvetenskap och humaniora .....	19
5.2	Befintlig bebyggelse och möjligheter med miljonprogrammet .....	21
5.3	Nybyggnation av lågenergihus och nära-nollenergibyggnader .....	23
5.4	Teknik, arkitektur och samhällsbyggnad i samspel .....	26
5.5	Byggprocessen – från planering till förvaltning .....	30
5.6	Byggsystem och byggmaterial .....	31
<b>6</b>	<b>Övriga behov och avslutande kommentarer</b>	<b>33</b>
	<b>Bilaga 1 Deltagare i Utvecklingsplattform Byggnader i energisystemet</b>	<b>35</b>





# **1 Beskrivning av temaområdet ”Byggnader i energisystemet”**

En tidigare rubrik för det här aktuella området har varit ”Byggnaden som energisystem”, och då sattes en systemgräns omkring byggnadens yttervägg. Förslaget i den senaste rapporten (2012) var att området istället bör betraktas ur ett vidare perspektiv och få namnet ”Byggnader i energisystemet”, för att inkludera byggnaders och brukares relation och samverkan i t.ex. stadsdelar eller hela städer och för att tydliggöra interaktionen med övriga delar av energisystemet.

Området omfattar bebyggelsens hela energianvändning över hela livscykeln, hela energikedjan kopplat till byggnader och bebyggelsen, från naturresurs till levererad energitjänst.

I området ingår såväl bostäder som lokaler, deras produktion, människors livsstilar, val och användning av energi relaterad till boende och brukande, renoivering, och eventuell ombyggnad samt demontering/rivning.

Området fokuserar på byggnader, system, artefakter och de människor som på olika nivåer och inom olika roller ingår i olika relaterade processer. Området innefattar därmed hushållens energianvändning, utifrån olika upplåtelseformer och olika grader av självbestämmande.

En utveckling till ett hållbart energisystem kan inte bara åstadkommas genom teknikutveckling utan behöver inkludera samhällets aktörer och strukturer där styrmedel, planeringsfrågor och aktörers beteenden och vanor tillsammans med teknisk utveckling är centrala delar.

Inom temaområdet finns FoU-behov som behandlas gemensamt med andra länder, och särskilt inom EU för att nå målen i olika energidirektiv, men även inom t.ex. International Energy Agency och dess olika s.k. Implementing Agreements (IA) där energifrågor i bebyggelsen behandlas.



## 2 Behov, utmaningar och trender inom temaområdet

En effektivare energianvändning i bebyggelsesektorn är en viktig del av den nödvändiga utvecklingen av energisystemet. Bebyggelsesektorn svarar för omkring en tredjedel av landets totala energianvändning. Sektorn involverar många aktörer med olika roller, ansvar och kompetenser – från stora byggföretag till enskilda fastighetsägare och hushåll. Kunskapsbehov finns inom många olika delområden, och behoven kan se väldigt olika ut i olika situationer.

Den senaste femtonårsperioden har den slutliga energianvändningen minskat något, räknat per areaenhet för uppvärmning av bostäder och lokaler. Det finns olika anledningar till detta. Befintliga byggnader blir energieffektivare genom åtgärder som exempelvis tilläggsisolering och förbättrade fönster. Även hårdare krav på lägre energianvändning för nybyggda hus leder till en minskad genomsnittlig användning. Genom det ökade användandet av värmepumpar minskar också mängden ”köpt energi” för uppvärmning.

Medan den slutliga energianvändningen har minskat något sedan början på 1970-talet har samtidigt elanvändningen nästan fyrdubblats, vilket gör att sektorns totala primärenergianvändning under perioden har ökat kraftigt. Åtgärdsbehoven är således stora.

Ett helhetsperspektiv på energisystemet är viktigt för att undvika, eller åtminstone tydliggöra, olika risker för suboptimeringar. Energiförluster kan exempelvis flyttas i statistiken vid byten av uppvärmningssystem. I statistiken över bostäder och lokaler inkluderas bara förluster i driftskedet som uppstår i byggnadens eget energisystem. De förluster som uppstår vid produktion och distribution av el och fjärrvärme, och som inte sker lokalt i byggnaden, hänförs till tillförselsektorn. Ett hushåll som byter från oljeuppvärmning till värmepump eller fjärrvärme minskar därför energianvändningen i statistiken för sektorn bostäder och service, medan energianvändningen ökar i statistiken för tillförselsektorn.

Vidare lyfts perspektivet att inkludera produktionen av byggnader och hur byggnaders utformning påverkar produktionen. Det finns behov av att väga samman byggnaders livscykel till en optimal helhet.

Mångfacetterade, sinsemellan skiftande, men också ambitiösa politiska mål och direktiv belyser sammantaget vikten av kraftfulla insatser för energiforskning, utveckling, demonstration och innovation inom bebyggelsen. Samtidigt är det viktigt att det finns såväl kvalitativa som kvantitativa mål som gör det möjligt att kontinuerligt bedöma graden av måluppfyllelse. Målen för energieffektivisering måste ställas utifrån funktion och välmående i de byggnader vi skapar, då byggnader skapas för människans behov. Viktiga faktorer som inte enbart kan uttryckas i kvantitativa termer är funktion, estetik samt god inomhusmiljö med avseende på både termisk komfort, dagsljus-, ljud- och luftkvalitet.

Inom EU finns ett vägledande mål om 20 procents energieffektivisering till 2020. Kommissionen har dessutom föreslagit att EU antar ett övergripande vägledande mål om 30 procent minskad primärenergianvändning jämfört med prognos till 2030, Den svenska regeringen har ställt sig bakom kommissionens förslag om ett energieffektiviseringsmål på EU-nivå.

Mål för energieffektivisering behövs för att utveckla ett hållbart energisystem i den byggda miljön. Genom att sätta mål för energieffektivisering går det bättre att hantera risker som påverkar möjligheten att säkerställa att alla samhällsmål som berör området kan uppfyllas. En lägre energianvändning innebär lägre energikostnader och en ökad stabilitet och trygghet. En hög energianvändning samtidigt som energipriserna blir höga kan däremot få stora konsekvenser för hushålls förmåga att betala sina energiutgifter.

Miljöcertifiering av byggnader blir mer och mer vanligt och olika system utvecklas och används, både inom Sverige och internationellt. Sådana system kan hjälpa till att driva på utvecklingen, men det är oklart vad klassningen konkret har bidragit till, i bl.a. minskad energianvändning och miljöpåverkan. Uppföljning och utvärdering av byggnader som uppförts enligt sådana klassningssystem behövs, liksom jämförelse mellan dessa system, för att säkerställa att de har avsedd effekt. I den mån spridda klassningssystem drivs privat finns även ett allmänintresse av att dessa förmås stå tillräckligt neutrala mellan olika konkurrerande kommersiella intressen.

Det är viktigt att anpassa energiförsörjningssystem med hänsyn till behovet att kraftigt minska energianvändningen. Här behövs mer forskning om hur vi dynamiskt kan anpassa särskilt investeringsintensiva försörjningssystem efter energibehovens utveckling och väga olika energihushållningsåtgärder mot hur de påverkar tillförselssystemen. Intresset ökar för lokal el- och värmeproduktion och att använda byggnadens klimatskal för detta ändamål, vilket belyser behovet att även beakta arkitektoniska kvaliteter samt installationstekniska och ekonomiska aspekter och inte bara energiprestanda. Intresset ökar även för tredjepartslösningar där solvärme eller spillvärme tillförs regionala eller för lokala säsongsvärmelager utanför byggnaden och där värmen transiteras mellan produktionsanläggning, värmelager och byggnad. Användningen av elnätet för att sälja/köpa lokalt producerad el ökar behovet för studier kring detta och hur olika definitioner på noll-energihus kan tillämpas för att nå låg miljöpåverkan.

Den starka utvecklingen kring hållbara städer är centralt för temaområdet eftersom det berör många aspekter (från tillgång på dagsljus och solenergi till stadens energiförsörjning, samt kopplingen till andra temaområden). Utvecklingen tydliggör och förstärker behovet av en systemsyn likväl som behovet av samverkan mellan samhällsbyggnadssektorns aktörer. Nollenergihus vidgas till begrepp som nollenergikluster där en grupp av byggnader ska uppnå nollenergibalans enligt angiven definition. Här är det viktigt att utveckla och tillämpa definitioner för nollenergikluster som är robusta och bidrar till en låg miljöpåverkan.

Miljonprogrammet var en stor utmaning för samhället, när en miljon bostäder skulle uppföras under perioden 1965-75. Men ett mål att fram till 2050 reducera byggnadsbeståndets energianvändning till hälften kan vara en än större utmaning. Plattformen bedömer att incitamenten idag är otillräckliga för att uppnå en sådan omvälvande förändringsprocess, såväl ekonomiskt, infrastrukturellt, industriellt som politiskt.

I Sverige finns ett betydande kommunalt och statligt ägande av bostäder. Delvis som ett svar på de utmaningar som sektorn står inför infördes 2011 en ny lag som tydliggör kommunala bostadsbolags skyldighet att bedriva sin verksamhet enligt affärsmässiga principer och med en normal avkastning. Att bättre förstå vad som krävs för att energieffektivisera en åldrande urban bebyggelse på affärsmässiga grunder blir särskilt intressant då de svenska bostadsbolagens utmaningar delas av en stor del av västvärldens länder.

En målsättning bör vara att energifrågor och därtill kopplade åtgärder samtidigt ska ha en positiv påverkan på möjligheterna att hantera upprustningar av bland annat miljonprogrammet, de sociala utmaningarna och bidra till näringslivets utveckling. De positiva möjligheterna behöver synliggöras för de olika aktörerna, och inte bara hindren. Detta fordrar en ökad förståelse för systemövergripande förhållanden och samband. Detsamma gäller även myndigheternas förordningar och nya byggregler för såväl befintliga som nya byggnader.



## 3 Vision och målbild

### 3.1 Uppföljning av tidigare rekommendationer

I den förra rapporten (2012) rekommenderades att:

- anslagen till forskning och innovation inom bebyggelsesektorn borde nå högre och stabilare nivåer för att de politiska målen inom området ska bli möjliga att nå,
- det är viktigt att FoI kompletteras med implementeringssatsningar, forskning om implementering och hur sådan kan uppnås,
- området borde präglas av större fokus på systemstudier liksom på samhällsvetenskaplig och beteendevetenskaplig forskning i samverkan med teknikstudier,
- en nationell kraftsamling görs, där disciplinövergripande FoI-insatser skulle kunna koordineras. En sådan kraftsamling borde även inkludera satsningar för att påverka rådande praktik och dess förmåga att hantera utmaningarna genom exempelvis demonstrationsprojekt,
- nationell forskningssamverkan borde stärkas genom att inrätta en forskarskola inom området byggnader i energisystemet; en plattform där doktorander och seniorforskare skulle kunna mötas och samverka.

Energimyndighetens satsningar till FoI inom bebyggelseområdet har ökat till en nivå på omkring 100 miljoner kronor per år under perioden 2013-2014, vilket kan jämföras med omkring 40-50 miljoner kronor per år under perioden 2010-2012.

Portföljen inom temaområdet hanteras till stor del genom ett antal programsatsningar som innebär krav på medfinansiering från näringslivet. De flesta program fokuserar på olika delområden av temaområdet, medan ett program spänner över en stor del av temaområdet. En satsning bygger på ett nordiskt initiativ.

Programmet ”Spara och bevara” fick en ny programbeskrivning till den nya etapp av programmet som startade 2015. Den tidigare programetappen utvärderades nyligen med utmärkta omdömen. Den förra rapporten från UP-bygg beaktades samtidigt i samband med utformningen av ”Spara och bevara”-programmets fortsatta inriktning. Programmet omfattar energianvändning i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse över hela livscykeln och fokuserar på forskning om energieffektivisering i äldre byggnader kombinerat med bevarande, brukarrelaterade- och tekniska aspekter, innemiljö, fastighets- och samhällsekonomi.

Belysningsprogrammet gick in i en ny etapp 2012. Programmet är fortfarande inriktat på forskning som bidrar till el- och energieffektivisering inom belysningsområdet med fokus på projekt inom den offentliga belysningsmiljön. Parallellt med syftet att bidra till teknikutvecklingen inom belysningsområdet har programmet även gett stöd till projekt som fokuserat på nya teknikers effekter på människors hälsa och sociala beteende.

Programmet ”Energi, IT och Design” (EID) syftar till att genom en kombination av beteende-, miljö- och energikunskap tillsammans med design och informationsteknik utveckla tekniklösningar, produkter och tjänster för människors dagliga agerande och behov vilka bidrar till energieffektivisering, minskad energianvändning och ett mer flexibelt energisystem. En tredje etapp om fyra år startade under 2013. Programmet kombinerar teknikstudier och beteendevetenskap.

Samverkansprogrammet ”Energieffektivt byggande och boende” (E2B2) startades snart efter den förra rådgivande rapporten till myndigheten 2012. Programmet bedrivs i samarbete med branschföreningen IQ Samhällsbyggnad. Programmet innebar en stor satsning från myndighetens sida och dess inriktning påverkades direkt av de tidigare rekommendationerna från UP-bygg. Programmets verksamhet bedöms även delvis kunna bidra till en nationell kraftsamling där disciplinövergripande FoI-insatser kan koordineras, samt ett ökat fokus på systemforskning liksom på samhällsvetenskaplig och beteendevetenskaplig forskning.

Samverkansprogrammet ”Effektiva kyl- och värmepumpsystem” (Effsys Expand) gick in en ny programetapp 2014. Programmet genomförs i samarbete med Svenska Kyl- och Värmepumpsföreningen, SKVP. Programmet fokuserar på värmepumpar, kyla, samt värme- och kylager.

Samverkansprogrammet ”Fjärrsyn” gick in i en ny etapp 2013. Programmet är avsett att vara ett tvärvetenskapligt program för att få fram kunskap som kan utveckla befintliga och nya svenska system för fjärrvärme- och fjärrkyla.

Inom ramen för energiforskningsanslaget finansieras också ett antal enskilda projekt inom temaområdet, som inte genomförs inom ramen för något program.

Energimyndigheten hanterar också ett antal satsningar som inte finansieras genom energiforskningsanslaget, men som också syftar till ökad teknisk utveckling, innovation och effektivare energianvändning i sektorn, t.ex. beställargrupper och nätverk som BeLok, BeBo, BeLivs BeSmå, demonstrationsprogrammet LÅGAN, liksom en satsning på mätning, utvärdering och demonstration av NNE-byggnader.

Regeringen har gett VINNOVA, Energimyndigheten och Formas i uppdrag att genomföra satsningen ”Strategiska innovationsområden” under perioden 2013-2016. VINNOVA har det samlade ansvaret för samordning av insatserna. Satsningar inom energiområdet görs i samråd med Energimyndigheten. Satsningen genomförs som en bottom-up-process dvs. att aktörerna själva får peka ut och definiera de områden inom vilka man ser behov av kraftsamling och insatser, istället för att de finansierande myndigheterna gör detta. Några av de beviljade satsningarna har rört området byggnader i energisystemet, exempelvis projektet ”Minskad klimatpåverkan från byggprocessen”, samt ”Smart Built Environment”.

I flera av Energimyndighetens satsningar drivs olika doktorandprojekt. Energi-myndigheten har samtidigt inte någon regelrätt och samlad forskarskola eller



organisatorisk plattform speciellt inriktad på området och för att doktorander och seniorforskare ska kunna mötas och samverka i forskningsarbetet, vilket var ett specifikt förslag från UP:s tidigare rekommendationer.

Energimyndigheten driver härutöver ett par program som formellt hör till temaområdet ”Energisystemstudier”, men som tematiskt också delvis omfattar bebyggelseområdet. Programmet ”Strategisk energisystemforskning” är en sammanhållen satsning på forskning med fokus på hur aktörer, institutioner och övriga delar i systemet samspelar med varandra, från tillförsel och distribution till energianvändning, effektivisering och omställning. Programmet ”Nydanande och behovsmotiverad FoU med energirelevans” har en bred ansats och riktar sig till områden som ges av de stora samhällsutmaningarna. Programmets FoU ska vara nydanande, ha högsta vetenskapliga kvalitet och samtidigt vara motiverad av ett behov i näringslivet och i samhället i övrigt. Programmet stödjer FoU inom humaniora, samhälls-, ekonomi-, teknik- och naturvetenskaper.

### **3.2 Vision bortom 2050 för temaområdet**

UP-bygg föreslår att den övergripande visionen bortom år 2050 för temaområdet bör ha följande korta formulering: *en resurseffektiv och hållbar byggd miljö*.

God hushållning med energi bidrar till befolkningens välbefinnande. Eftersom mål för förnybar energi är formulerade som andel av energianvändningen är effektiv energianvändning också viktigt för att uppnå dessa mål.

Energihushållning handlar i grunden om att inte överförbruka jordens resurser. Genom att hushålla med energi kan vi bidra till att uppnå flera samhällsmål. Energihushållning kan alltså vara ett medel för flera samhällsmål (”multiple benefits”). Energihushållning kan bidra till minskade koldioxidutsläpp men också till exempel stärkt konkurrenskraft, ökad försörjningstrygghet och bättre miljö. Det är också viktigt att kombinera energihushållning med utveckling av förnybara energikällor.

### **3.3 Effektmål för temaområdet på medellång sikt (2030)**

Rekommenderade effektmål som kopplar till samhällets behov inom temaområdet och som anger effekter som bör uppnås i samhället på medellång sikt (år 2030):

1. Bebyggelsesektorn har uppnått en effektivare energianvändning med beaktande av byggnaders hela livscykel och Sverige har en fossilfri och trygg energitillförsel i bebyggelsen.
2. En bred implementering av energieffektiviseringsåtgärder för den befintliga bebyggelsen bidrar till mål om ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet.
3. Människors livsmiljöer (innemiljöer och utemiljöer) är mer ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbara.
4. Arkitektur och design är starka drivkrafter för en hållbar byggd miljö, som även underlättar förnybar (lokal) energiproduktion (prosumenter). Sol-

energi tas tillvara på ett effektivt sätt i bebyggelsen; för dagsljus, solenergiproduktion (värme och el) samt för värmestillskott.

5. Vi har kluster av nollenergibyggnader i alla delar av landet, som belyser olika förutsättningar, koncept, robusta lösningar, teknik och innovationer och där nya områden (befintlig och ny bebyggelse) drar lärdom från genomförda exempel. Nollenergikoncepten belyser kopplingen/balansen mellan energianvändning och förnybar energiproduktion.
6. Nyuppförda byggnader är som regel (netto) noll- eller plusenergibyggnader enligt vidareutvecklade definitioner (se även avsnittet om NZEB i prioriterade insatser) och den beräknade och utlovade energiprestandan uppnås nästan uteslutande.
7. Beslutsfattare och politiker har ökat sin kunskap inom området är väl försedda med kunskapsunderlag om konsekvenser vid olika teknikval och energislag i den byggda miljön. Samverkan sker i högre grad på lokal, regional och nationell nivå (enligt en kvadrupelhelix-modell, dvs. mellan företag, akademi, offentlig sektor och civilsamhället/allmänheten).
8. Hållbar stadsutveckling har bidragit till att driva på utvecklingen av ett hållbart energisystem genom att vara en hävstång för att hållbara lösningar utvecklas och införs i svenska städer och kommuner. Utveckling av svensk miljöteknik kan även exporteras till städer globalt och på så sätt bidra till hållbar utveckling.
9. Sverige är ett föregångsland inom området resurs- och energieffektiva byggnader och den svenska kompetensen och konkurrenssituationen inom området har förstärkts genom ökat internationellt samarbete.

## 4 Internationellt: strategi och prioriterade insatser

Sverige har flera gemensamma forskningsfrågor med andra länder, och särskilt inom EU för att arbeta mot målen i energidirektiv och strategiska forskningsinsatser på EU-nivå.

Det finns flera typer av fördelar med internationellt samarbete, både direkt och indirekt. Exempel på fördelar inom bebyggelseområdet inkluderar:

- Möjligheten att öka kvaliteten inom svensk samhällsbyggnads forskning och innovation genom ökad specialisering och internationell arbetsfördelning i samverkan.
- Möjlighet att hämta in kunskaper och erfarenheter från andra länder.
- Möjlighet att exportera och marknadsföra Sveriges kompetens; t.ex. tjänster och produkter inom bebyggelseområdet.
- Möjlighet till ökad utvecklingstakt.
- Genom svensk medverkan dra nytta av andras arbete, dvs. genom en svensk insats få flerfaldigt tillbaka (resurseffektivt). Ofta behövs större insatser än något enskilt land förmår.
- Möjlighet att lösa mer komplexa problem, samt att behandla forskningsfrågor som har en internationell omfattning.
- Internationellt nätverksbyggande kan ge större möjlighet till ökade internationella samarbeten och projekt. Exempelvis kan IEA-samarbeten initiera och underlätta ansökningar för EU-projekt.

När det gäller forskningens kvalitet kan internationellt samarbete öka kvaliteten när forskningsarbetet blir granskat av internationella experter under arbetets gång.

Inom EU-programmen håller sig svenska aktörer relativt väl framme, både som deltagare och i rollen som koordinator. Finansiering från Energimyndighetens sida förefaller samtidigt ske i begränsad omfattning. Projekten med svenskt deltagande har ofta betoning på demonstration, innovation och kunskapsspridning, snarare än på forskning och utveckling. Men detta rimmar samtidigt ganska väl med programmens övergripande inriktning och projektportföljerna som helhet. Bakom de svenska koordinatörerna står som regel större organisationer. Det tycks inte föreligga några starka behov av att inom EU-programmen på något genomgripande sätt försöka förändra det svenska deltagandet i energirelaterade bebyggelseprojekt. Det är samtidigt fortsatt önskvärt att Energimyndigheten kan bidra till samfinansiering av EU-projekt.

Inom IEAs Implementing Agreements bedömer UP-bygg att det svenska deltagandet är relativt omfattande och omfattar breda delområden av bebyggelsens energianvändning. Sverige har kommit relativt långt när det gäller att etablera

samhällsvetenskaplig forskning kring bebyggelsens energianvändning. Forskning på området är internationellt efterfrågat, och Sverige ligger långt framme. Ett antal, för svenskt vidkommande, strategiska utvecklingsområden/styrkeområden (t.ex. fjärrvärme/kraftvärme, värmepumpar, stadsplanering) leds eller har deltagare från svenska organisationer. En vanligt förekommande typ av svensk organisation i dessa samarbeten utgörs av akademi och institut (även tyska institut förekommer flitigt som internationell samarbetspartner). Internationellt är även arkitekt- och konsultföretag vanliga samarbetspartners och intresse för medverkan finns även från kommuner och stadsplanerare. Energimyndigheten finansierar en stor del av det svenska deltagandet som anses fortsatt viktigt. Det märks inga påtagliga behov av övergripande förändringar gällande det svenska deltagandet inom IEAs Implementing Agreements.

Nordiskt energisamarbete inom byggområdet är relevant och viktigt inte minst på grund av likartade klimatförutsättningar och byggtraditioner. Satsningen inom Nordic Built rekommenderas att fortsätta och utvecklas.

Hållbar stadsutveckling är ett område som integrerar flera av Energimyndigheten prioriterade FoI områden (bebyggelse, transport, smarta nät, energisystem). En internationell satsning som det kan vara viktig att ta intryck från eller samarbeta inom är det pågående ”ERA-NET Cofund Smart Cities and Communities”.

Vinnova stödjer olika sektorsgrupperingars internationella påverkansarbete genom att starta så kallade ”påverkansplattformar”. Energimyndigheten skulle på liknande sätt kunna bidra till svensk samhällsbyggnads samling för att stärka Sveriges röst i arbetet med att forma framtida utlysningar inom området energiefektiva byggnader.

## **5 Prioriterade insatser för perioden 2017 – 2020**

### **5.1 Systemperspektiv, samhällsvetenskap och humaniora**

*Inom bebyggelseområdet finns ett behov av integrerade forskningsperspektiv och tvärvetenskapliga angreppssätt. Teknisk forskning bör här sättas samman med samhälls- och beteendevetenskaplig forskning.*

*Det behövs mer kunskap om hur balansen mellan marknaden och politiken på bebyggelseområdet bör se ut för att önskvärda förändringar ska ske samhällsekonomiskt effektivt. Forskning behövs om olika typer av politik, bl.a. balansen mellan politik för stabila spelregler och interventionistisk politik för att styra mot en specifik utveckling. Det behövs forskning som kritiskt reflekterar över olika energi-, miljö- och klimatpolitiska mål. Forskning behövs även rörande frågor om kapitalförsörjning, institutionella faktorer (regelverk), incitament/styrmedel och företagande. I detta sammanhang är det viktigt med ett konsumentperspektiv.*

*Ett systemperspektiv är viktigt för att bättre förstå samverkan mellan byggnaders tekniska och arkitektoniska utformning, installationstekniska komponenter och energiförsörjningssystemen. Insatser behövs här bland annat för metodutveckling och analyser av konsekvenser vid olika teknikval och energislag. Det är viktigt att anpassa energiförsörjningssystem med hänsyn till minskad eller förändrad energianvändning, inklusive frågan hur energieffektiva byggnader kan påverka möjligheten för elproduktion i kraftvärmeanläggningar i fjärrvärmenäten. Här behövs mer forskning om hur vi dynamiskt kan anpassa investeringsintensiva försörjningssystem efter energibehovens utveckling och väga olika energihushållningsåtgärder mot hur de påverkar tillförselsystemen.*

*Det finns en risk att separera samhällsvetenskap och humaniora som ett eget prioriterat delområde, då det kan leda till att teknisk och samhällsvetenskaplig forskning ses som separata aktiviteter. Det är därför viktigt här att här poängtera att samhällsvetenskap, humaniora och användarperspektiv också är av vikt också för övriga prioriterade insatser inom bebyggelseområdet.*

En viktig del i systemansatsen består i att studera och förstå samverkan mellan byggnaders tekniska och arkitektoniska utformning, installationstekniska komponenter och energiförsörjningssystem samt brukarnas och andra aktörers drivkraft, kunskap och incitament för energieffektivisering. Det finns många aktörer, t.ex. kommuner, fastighetsägare, byggbolag, energibolag, hyresgästföreningar och bostadsrättsföreningar, och hur dessa aktörer kan samverka är viktigt att studera.

Insatser behöver göras där teknisk forskning sätts samman med samhälls- och beteendevetenskaplig forskning för att studera hur vi ska kunna uppnå en bredare användning av energieffektiv lönsam teknik och åstadkomma energieffektivare

beteenden hos oss människor. Det finns också behov av forskning som studerar vilka incitament och vilka former av återkoppling av information som påverkar energianvändningen, både för privatpersoner och företag. Här kan insatser kring nya tekniska system såsom exempelvis smarta mätare och smarta nät utgöra intressanta empiriska områden. Det behövs forskning om konsumenter och ”prosumenter” (människor som är både producenter och konsumenter av energi). Studier behövs av olika konsumenters beteendemönster när det gäller boende och energirelaterade vanor, val och livsstilar. Hur ser olika konsumenters energianvändning ut, vad har de för vanor och varför? Ser exempelvis ungdomars energi-relaterade vanor annorlunda ut?

Systemansatsen innefattar även studier av integrerade lösningar där resurs- och energieffektiva system för el-, värme, vatten, avfall och transporter planeras i ett sammanhang med ny och befintlig stadsbebyggelse.

Fler *internationella* övergripande samarbeten bör genomföras där konsekvenserna av olika energieffektiviserande åtgärder kan analyseras och bedömas. Det finns behov av mera systemsyn och metodutveckling som tydliggör hur exempelvis det nordeuropeiska elsystemet påverkas, inklusive hur koldioxidutsläppen påverkas, av olika energiåtgärder i den svenska bebyggelsen.

Systemtänkande och systemperspektiv är redan svenska styrkeområden. Den svenska kompetensen och konkurrenssituationen inom området skulle ytterligare kunna förstärkas genom mera internationellt samarbete. Ett annat svenskt styrkeområde, som krävs och efterfrågas i världen för att nå en hållbar byggd miljö, är den starka svenska traditionen av samverkan. Detta medger större hållbarhetsvinster av innovationer eftersom städer, distrikt och kvarter liksom trafikinfrastruktur och tekniska försörjningssystem som betraktas som delar av ett system ger helt andra hållbarhetsvinster än om varje tekniskt system hanteras separat. Detta är en förklaring till att större svenska stadsbyggnadsinitiativ får internationell uppmärksamhet – våra komparativa fördelar har möjliggjort samlade grepp om komplexa problem.

Byggnaders produktionsfas och hela livscykel behöver studeras ur ett systemperspektiv och utformningen av byggnader och byggdelar, val av material, etc. behöver analyseras och optimeras över byggnaders hela livscykel. Insatser behövs även för metodutveckling och analyser av konsekvenser vid olika teknikval och energislag. Insatser behövs också för utbildning av beslutsfattare inom området, så att styrmedlen leder till klimatförbättringar och andra uppsatta mål.

Utifrån ett innovationssystemperspektiv kan även marknadens funktion och utveckling lyftas fram. Marknaderna för bygg och energi behöver utvecklas så att de leder till implementering och framväxt av varor och tjänster som ger ett energieffektivt byggande och brukande och ett införande av nya energilösningar. Det är viktigt att det finns dynamiska marknader där nya aktörer kan komma in med nya lösningar och affärsmodeller, dvs säkerställa att det finns låga inträdesbarriärer. Det innebär att konkurrensen behöver säkerställas. Intressant i detta sammanhang är frågor rörande kapitalförsörjning, institutionella faktorer (regel-

verk), incitament/styrmedel och företagande. Även i detta sammanhang är det viktigt med ett brukar/konsumentperspektiv.

Forskning som analyserar och reflekterar över energi-, miljö- och klimatpolitiska mål, inklusive analyser av målkonflikter, utgör viktiga inslag även inom bebyggelseområdet. Systemforskning som analyserar styrmedel, måluppfyllnad och målkonflikter, effektivitet och legitimitet ur ett aktörsperspektiv kommer att efterfrågas även i fortsättningen. Vad betyder EUs direktiv på området för konsumenterna? Forskning behövs som studerar styrmedelskombinationer som kan ge gynnsamma förutsättningar för innovation, liksom mångdisciplinära analyser och komparativa studier. Sådana insatser kan ge stöd till och utvärdera politiska mål och visioner. De kan också ge värdefull kunskap om vägval till nytta för samhällets och näringslivets mål för en effektivare energi- och resursanvändning.

Eftersom byggande och energisystem berör både marknad (privat sektor) och politik (offentlig sektor), så krävs det även kunskap om hur samverkan ska ske och hur balansen ska se ut mellan marknaden och politiken för att önskvärda förändringar ska ske så samhällsekonomiskt effektivt som möjligt. Forskning om vilken typ av politik som är nödvändig är också intressant, bl.a. balansen mellan politik för stabila spelregler och interventionistisk politik för att styra mot en specifik utveckling.

## **5.2 Befintlig bebyggelse och möjligheter med miljonprogrammet**

*Mer kunskap behövs om hur energihushållningsåtgärder kan implementeras i den befintliga bebyggelsen och särskilt miljonprogrammet. Viktiga forskningsfrågor inkluderar: Vad styr genomförandet av energihushållningsåtgärder? Hur görs lönsamhetsberäkningar? Vilka är hindren som behöver överbryggas och hur? Hur sätts enskilda åtgärder ihop till hela paket? För den befintliga bebyggelsen behövs det utveckling av paketlösningar och innovativa systemlösningar för en strategisk planering av energiåtgärder tillsammans med andra för boende värdefulla förbättringar. Dessa förbättringar kan t.ex. avse innemiljö, planlösningflexibilitet, tillgänglighet och bevarande av kulturhistoriskt värdefulla boendemiljöer. Fokus bör här ligga på robust och kostnadseffektiv teknik som även gynnar ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet.*

För miljonprogrammet är energieffektivisering bara en del av utmaningen som social, ekonomisk och ekologisk hållbar utveckling innebär. För att rusta upp äldre bostadsområden, inklusive miljonprogramsområden, behövs insatser för utveckling av paketlösningar och innovativa systemlösningar för energiåtgärder tillsammans med andra för boende värdefulla förbättringar av t.ex. innemiljö, planlösningflexibilitet, tillgänglighet och bevarande av kulturhistoriskt värdefulla boendemiljöer. Fokus ligger här på robust och kostnadseffektiv byggnadsteknik och installationsteknik som även gynnar ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet.

Det finns också ett stort behov av insatser inriktade på människors drivkrafter och incitament kring energianvändning i bebyggelsen, liksom människors olika roller och hur de kan påverka energianvändningen. Även forskning om affärsmodeller bör prioriteras, där hänsyn tas till miljö, sociala aspekter och ekonomi och där samverkan mellan offentliga och kommersiella aktörer utvecklas.

När det gäller renoveringar av flerbostadshus finns många gånger en olöst fråga i hur dessa ska finansieras, och i vilken utsträckning man kan och bör fokusera på tekniska, sociala och ekonomiska aspekter. Många bostäder är i behov av omfattande renoveringar, men finansieringsproblemet gör det svårt att komma igång. Trots detta har Sverige ett försprång jämfört med andra länder i exempelvis Nord-europa. Speciellt i fråga om att kombinera renovering med energieffektiv integrering i energisystem har Sverige erfarenhet från ett flertal demonstrationsprojekt och möjligheter till en internationell marknad för svenska företag. Det är fördelaktigt att miljonprogrammet är relativt likt i hela Sverige då det ger utrymme för både upprepningseffekter (kostnadseffektivitet) och prefabricering.

Förutsättningarna är goda för att vi i Sverige kan bli ledande i genomförandet av denna utmaning. Sverige har relativt goda ekonomiska förutsättningar och betydande nationella och i många fall även kommunala ambitioner avseende energieffektivisering i flerbostadssektorn. Vi har även en betydande teknisk och ingenjörsmässig kompetens för att möta dessa ambitioner. Utmaningen gäller att få organisationer att agera samfällt. Förutsättningarna att förmå såväl myndigheter, kommunala förvaltningar och bolag att delta aktivt och bidra med egna data till forskningen är goda. Detta gäller även privata bygg- och bostadsbolag. De låga klimatavtryck som uppvärmningen i majoriteten av bostäderna har utgör också ett argument varför svenska resultat är av extra stort intresse.

Det är viktigt att finna lösningar som exempelvis informationsbaserade styrmedel, nätverkssatsningar eller andra typer av institutionaliserade incitament, t ex kommunala klimat och energiplaner, ägardirektiv, och affärsmodeller. Detta mot bakgrunden av att trots behovet av energieffektiviseringsåtgärder som föreligger är lönsamheten otillräcklig för att det stora flertalet bolag ska agera. Invånarnas förmåga att själva bekosta dessa åtgärder är också begränsade. Samtidigt har marknadens parter huvudansvaret för att genomföra dessa åtgärder på kommersiella grunder utan tvingande lagstiftning, sanktionssystem eller utsikter för statliga subventioner.

Forskningen på området är i dagsläget begränsad i relation till besparingspotential och antal involverade aktörer. För att skapa förutsättningar för framsteg fordras kunskap om hur kommuner, fastighetsägare, byggbolag, energibolag, hyresgästföreningar och bostadsrättsföreningar kan erhålla ett ökat fokus på denna fråga, hur långtgående energieffektiviseringar kan bli en del av en långsiktig förvaltningsstrategi och hur olika aktörer kan samverka i frågan.



### **5.3 Nybyggnation av lågenergihus och nära-nollenergibyggnader**

*Insatser bör göras för att främja utvecklingen av robust teknik särskilt anpassad för NNE-byggnader. Här ingår FUD rörande byggteknik, fönstersystem, superisolerande väggsystem, och kombinationer med effektiva ventilations- och uppvärmningssystem. Insatser för de tekniska installationerna behöver också ha speciellt fokus på användarna.*

*Ett prioriterat område utgörs av uppföljnings- och utvärderingsinsatser av NNE-byggnader. Demonstrationsprojekt med mätningar och utvärderingar är kostsamma och en internationell samverkan kan här vara ett resurseffektivt sätt att angripa frågeställningen.*

*Olika koncept och definitioner för nollenergibyggnader och kluster av byggnader behöver utvecklas, testas och utvärderas med utgångspunkt från internationell forskning och med svenskt perspektiv.*

*Forskning behövs om hur byggnormen fungerar och om den behöver förändras för att nå önskad samhällsutveckling och mål, samtidigt som den ska säkerställa byggnaders prestanda.*

*Uppföljning av byggnaders (energi)prestanda är viktig. Styr- och övervakningssystem som sköts centralt av fastighetsägaren behöver utvecklas så att kommunikation mellan olika leverantörers system och produkter fungerar.*

EU-direktivet som behandlar nära-nollenergibyggnader (NNE-byggnader) träder i kraft 2018 för nya offentliga byggnader och 2020 för alla nya byggnader. Därför kommer särskilda insatser att genomföras för utveckling av robust teknik särskilt anpassad för NNE-byggnader. Det kan röra sig t.ex. om fönstersystem, superisolerande väggsystem, och kombinationer med effektiva uppvärmnings- och ventilationssystem.

Det är viktigt att även få med sig småhusbranschen, och här behöver det utvecklas metoder, teknik och verktyg för att undanröja hinder för en effektivare energianvändning.

De tekniska installationerna behöver också ha speciellt fokus på användarna då det exempelvis visat sig vara svårt att förstå hur tekniska installationer ska ställas in och användas när flera system integreras. Med användare avses i detta sammanhang såväl hantverkare, installatörer, brukare och boende. Forskningsinsatser behöver också göras för att analysera hur tekniska installationer samverkar med människor, så att system och tekniska artefakter blir enkla att sköta och underhålla. Hur ser drivkrafterna för boende i lågenergiområden ut, och hur ser människor på integritetsfrågor och förmedling av kunskap i områden som satsar på ett hållbart boende? Det är också angeläget med användarrelaterade uppföljnings- och utvärderingsinsatser vid byggnation av nära-nollenergibyggnader.

Energimyndighetens mål bör vara att med olika åtgärder visa på tekniska och ekonomiska möjligheter att både bygga nya mycket energieffektiva byggnader liksom långtgående energieffektivisering av befintliga byggnader.

Ett internationellt samarbete inom området är viktigt, särskilt inom EU eftersom varje medlemsstat ska utveckla planer för att nå nära-nollenergibyggnader. Demonstrationsprojekt med mätningar och utvärderingar är kostsamma och en internationell samverkan är resurseffektiv och kan belysa och angripa frågeställningen ur ett internationellt perspektiv.

Ett nollenergihus kan definieras på många sätt. Ett autonomt hus som är självförsörjande är knappast en realistisk lösning i vårt klimat och inte något som forskningen föreslår. Den vanligaste definitionen innebär att man över en period, vanligen ett år, uppnår en nollenergibalans. Dessa kallas internationellt för Net Zero Energy Buildings (NZEB). Det finns olika definitioner om balansen ska uppnås inom byggnadens tomt eller om förnybar värme och el kan tillföras via värme- och/eller elnät och tillgodoräknas i balansen. Systemgränser och definitioner behöver här vidareutvecklas.

Under senare tid har man även börjat resonera kring Net Zero Energy Clusters (NZEC). Då är tanken att en grupp av byggnader tillsammans uppnår nollenergibalans. Detta sker genom att olika typer av byggnader med olika behov under olika perioder kan samverka. När en byggnad har överskott på energi så har en annan underskott och kan dra nytta av överskottet. Frågan är vad som är lagom avgränsning; en grupp byggnader, ett kvarter, en stadsdel? Och hur hanterar man detta? Och hur uppnår man bra lösningar som ger verklig och långsiktig miljöeffekt och inte bara bokföringsmässig? Även REHVA:s tekniska nZEB-definition baserad på CEN-standard inkluderande nearby är ett begrepp som innebär att förnyelsebar energi kan placeras på annat ställe än på byggnaden förutsatt att den är på ett eller annat vis organisationsmässigt knutet till byggnaden, vilket kan visa sig rationellt i miljöer med god infrastruktur. Sverige har ett relativt kallt klimat. Vi har tillgång till fjärrvärme/fjärrkyla i stadsmiljöer vilket är en styrka så länge vi utnyttjar denna för att skapa goda systemlösningar som inte riskerar att bromsa utvecklingen.

Genom att det finns en bra bas inom kunskapsutvecklingen av bl.a. passivhus, finns goda möjligheter till vidareutveckling. Utmaningen är stor inom den befintliga bebyggelsen där energibehoven ofta är stora och förnybar energiproduktion inte alltid är möjlig. Det är inte alltid enkelt att tilläggsisolera klimatskal för att nå passivhusnivåer. Exempelvis golvbjälklag kan vara svåra att tilläggsisolera. Förnybar solel och solvärme kan byggnadsintegreras men behöver anpassas till arkitekturen samt kunna installeras och underhållas på ett rationellt och kostnadseffektivt sätt. Förändringar i stadsbilden accepteras inte alltid. Kulturhistoriska värden behöver beaktas och kan också inverka på möjligheterna. Andra förutsättningar finns för nya områden som ska planeras och som kan bli goda förebilder för NZEC och nZEB nearby. Kostnader och brist på bra finansieringsmodeller kan vara ett hinder. Även bristen på tydliga och bra definitioner av koncepten kan försena och försämra utvecklingen.

Initiativ och åtgärdsbehov för framtiden inkluderar att:

- Ta fram och vidareutveckla definitioner på NZEB, NZEC, nZEB nearby etc. Ta fram metodik och processer för att utveckla, projektera och bygga – och renovera. Testa, mäta och utvärdera. Aktionsforskning är viktig framöver.
- Utveckla (bättre) analysverktyg för projektering och byggande av NZEB/NZEC/nZEB nearby. Traditionella simuleringsverktyg för energibalansen för byggnader behöver kompletteras med analysverktyg för t.ex. (realistisk) solvärme- och soletproduktion samt verktyg för hur man beräknar noll-energi-balans med beaktande av systemgränser, energislag, balansperiod etc.
- Kombinera passivhus med framtidens fjärrvärme samt soletproduktion?
- Utveckla möjligheterna med lagring av förnybar energi för att möta behoven.
- Byggnader med låga energi- och effektbehov kräver små installationer som är anpassade för att kunna regleras med låga flöden etc. Traditionella tekniska system är dimensionerade för högre effektbehov.

Forskning behövs om hur byggnormen fungerar och om den behöver förändras för att nå önskad samhällsutveckling och mål, samtidigt som den ska säkerställa byggnaders prestanda. När nya byggnader tagits i drift uppnås sällan den beräknade – utlovade – energiprestandan. De beställande bolagen står med byggnader med höga driftkostnader och koldioxidutsläpp och har svårt att hitta en väg att lösa problemet – både vad som brister byggtekniskt men även vilken juridisk väg som kan tillämpas gentemot entreprenörer.

Många större byggbolag säger att de är trygga med att bygga fastigheter med hög energiprestanda. Det borde finnas få tekniska hinder för att lyckas. Trots detta blir det ofta inte som man tänkt sig. Ett marknadsmässigt hinder för de kommunala beställarna är LOU. För att få en bedömning utöver lägsta pris lägger beställaren till kvaliteter som ska uppnås i byggnaden. Detta kan sedan tolkas som att beställaren är juridiskt ansvarig för lösningen och entreprenören går fri om energiprestandan inte uppnås. Det är kommunen som är tillsynsansvarig för energiprestandan och bör därför vara initiativtagare till att mätdata levereras och stäms av mot den energinivå som angavs vid bygglovsanmälan. Om det är en differens måste detta korrigeras i samråd med beställaren. Ett prejudicerande fall behövs där en avvikelse mellan utlovad och erhållen energiprestanda prövas, en referens som sedan kan användas nationellt.

För att kunna drift- och energioptimera fastigheter behövs ett väl fungerande styr och övervakningssystem som sköts centralt av fastighetsägaren. Dessa system behöver utvecklas så att kommunikation mellan olika leverantörers system och produkter fungerar. I den styrutrustning som finns på marknaden idag används flera olika kommunikationsspråk, där varje fabrikat har sin egen lösning. Dock talar inte de olika språken med varandra. I många allmännyttiga bolag finns det flera olika styrleverantörer representerade och ett behov av att samordna de olika språken för att få en enhetlig bild av hela fastighetsbeståndet.

I BELOK har det genomförts en tekniktävling på detta område, och något liknande skulle kunna utföras för att passa bostäder. Denna tävling skulle kunna gå ut på att ta fram ett verktyg, en slags dockningsstation, som alla olika fabriker kan kommunicera med och som även är utbyggbar för framtida språk. Fastighetsägaren behöver med denna nya produkt endast logga in i ett övervakningsfönster för att se hur alla fastigheter mår och hur de kan energieffektiviseras på bästa sätt.

## **5.4 Teknik, arkitektur och samhällsbyggnad i samspel**

*För att uppnå en resurseffektiv och hållbar byggd miljö behövs insatser inom teknik-, samhällsbyggnads- och arkitekturforskning. Det finns behov av att utveckla teknik och metoder för ventilation, uppvärmning och kylning av lågenergibygnader. Nya satsningar rekommenderas för olika former av byggnadsanknutna säsongsvärmelager. Även insatser för mera energieffektiva värmepumpsystem bör fortsätta, liksom deras anpassning till nya mindre miljöpåverkande köldmedier.*

*Det finns behov av utveckling av designkriterier, beräkningsmodeller och analysverktyg för bedömning av dagsljus, belysning och visuell komfort. Belysningsområdet behöver fortsatt utveckling inom materialfysik, elektrooptik och digital styr- och reglerteknik och studier om påverkan på arbetsmiljö och hälsa.*

*Inom stadsplanering behöver utnyttjande av solenergi beaktas; både i form av värme och el, liksom integrering av solenergisystem i byggnader. Att nu planera för framtida produktion av solvärme och solex är viktigt eftersom byggnader och städer planeras och låses för en lång tid framöver. Mer kunskap behövs även om dagsljus på stadsbyggnadsnivå, eftersom tätbebyggda städer behöver utformas för dagsljus för att balansera elbehovet till artificiellt ljus och för att kunna skapa hälsa med även grönska och biodiversitet.*

Utvecklingen till ett hållbart energisystem behöver stöd från samhällsbyggnads- och arkitekturforskning. Beslut som arkitekter och kommuner fattar i processen från översiktsplan till detaljplan och bygglov gäller under lång tid. Insatser prioriteras i alla faser från översiktsplanering ner till byggnadsutformning och återvinning, inklusive frågor om t.ex. utnyttjandet av solenergi i arkitekturen. Det finns härvidlag behov av forskning kring samverkansprocesser mellan olika professioner inom samhällsplanering.

### **Installationsteknik och byggt teknik**

Inom installationsteknik och energirelaterad byggnadsteknik är behoven och möjligheterna stora. Därför behövs satsningar på teknisk utveckling av flera olika typer av installationstekniska och byggnadstekniska komponenter och system, samt kompetensuppbyggnad för att säkra att god kvalitet uppnås på installationerna. Kunskaper behöver också tas tillvara som finns kring robusta lösningar för att utveckla dessa vidare. De komplicerade lösningarna utvecklar sig själva genom marknadskrafterna men de är inte alltid långsiktigt förvaltningsvänliga och därmed inte alltid resurseffektiva.

Sverige har i jämförelse med många andra länder goda förutsättningar inom delområden som nya byggmaterial (t.ex. vissa nya isoleringslösningar), intelligenta fönster (t.ex. elektrokroma fönsterbeläggningar), liksom flera olika typer av analysverktyg om energianvändning i byggnader, som genom stöd och starkare internationella samarbeten skulle kunna få bättre möjligheter att utvecklas och nå ut på de internationella marknaderna. Tillgång till analysverktyg och metoder för stadsplanering relaterat till energiaspekter är dock bristfällig och här bedömer vi fortsatt arbete och internationellt deltagande som viktigt.

## Ventilation

Det finns behov av att ta fram nya, mer lämpliga metoder för ventilation kopplat till värmesystem och kylbehov i lågenergibygnader. Här ingår luft rörelser i rum och hur man skapar ett gott inneklimat utan de problem som traditionellt finns med självdrag och frånluftssystem. Problemställningen inkluderar även ljud från ventilationssystem. Behovsstyrd ventilation i bostäder är ett tvärvetenskapligt område som behöver utvecklas. Ventilationens koppling till risker med lågenergibyggnader är också viktig; t.ex. om ventilationen stängs av, att man får fel ventilationsflöden med tiden (injusteringsbehov), problem vid strömavbrott, ljud, fuktrisker etc.

Andelen energi till ventilation är stor i lågenergihus i vårt kalla klimat och värmeväxlaren har därmed stor relativ betydelse. Värmeväxlarens funktion i byggnadens system behöver studeras och utvecklas ytterligare. Fortsatt utveckling behövs av från- och tilluftssystem (FTX) som har hög driftsäkerhet, är tysta, har små, effektiva fläktar, hög energiverkningsgrad värmeväxlare, bättre don, är enkla att rengöra och att reglera för användaren.

## Värmepumpar

Värmepumpar i Sverige är idag nära nog uteslutande baserade på eldriven kompressorprocess. Utvecklingen på området har varit tämligen snabb och gynnsam och själva processutvecklingen har lett till en effektivitetsförbättring i storleksordningen 50 % (räknat som ökning av Carnot-verkningsgrad) under de senaste decennierna. Främst är det utvecklingen av kompressorer och elmotorer som gett denna ökning medan driftsstrategier, kringssystem och applikationsanpassning bidragit till ytterligare förbättringar i samma storleksordning.

Marknadspotentialen generellt för ytterligare värmepumpar på den svenska marknaden får sägas vara mycket god och i synnerhet om tekniken kan vässas ytterligare torde ett större marknadsgenombrott föreligga även utanför villamarknaden som får anses domineras av värmepump tekniken.

Sverige har goda förutsättningar att bibehålla och utveckla en framstående plats inom området eftersom det under åren byggts upp mycket kunskap och erfarenhet inom såväl företag som akademi. Fortfarande är dock de aktiva företagen tämligen små och ett fortsatt samarbete mellan företag och statliga myndigheter är en viktig förutsättning för att den positiva utveckling som de satsningar som gjorts ska vidmakthållas och utvecklas.

Inom en tämligen snar framtid tas ytterligare bestämmelsemässiga steg mot mindre miljöpåverkande köldmedier och behovet av alternativ är stort. De så kallade naturliga köldmedierna lämpar sig inte alltid så bra för just värmepumpstekniken. Ammoniak och kanske i än högre grad kolväten, har dock potential att bli goda ersättningar för HFC-medierna. På senare år har koldioxid blivit ett vanligt medium vid kyltillämpning, i synnerhet för butikskyla, medan det inte uppvisar samma effektivitet i värmesammanhang. Komponenter och kringssystem behöver här utvecklas och anpassas till kommande medier och det är viktigt att Sverige är med i dessa sammanhang.

Geoenergi tillämpas allt oftare och naturlig återladdning är inte tillräckligt när anläggningarna blir större och förekommer allt närmare varandra. Det finns därför behov av återladdningsmetoder och tillhörande system och komponenter för att möta detta behov. Det ligger en risk i alla de anläggningar som nu anläggs tämligen tätt i det att det om några år uppstår problem med sjunkande temperaturer på värmekällan med åtföljande kapacitetsbrist och sjunkande effektivitet.

Kringssystemens betydelse är stor, såväl när det gäller betingelserna för effektiv drift som processhjälpmaskiner med s.k. parasitströmmar. En utveckling det närmaste decenniet mot årsvärmefaktorer kring 6-7 synes vara möjlig vilket ganska drastiskt kan förbättra värmepumpsteknikens konkurrenskraft.

### Byggnadsanknutna säsongsvärmelager

För att i framtiden kunna tillgodogöra en större andel förnybar energi så finns det behov av nya satsningar på byggnadsanknutna säsongsvärmelager. Samverkan behöver öka mellan industri och akademi för att resultaten bättre ska komma till praktisk nytta ute i samhället. Samarbeten kan exempelvis gälla större praktiska pilot- och demonstrationsförsök inom området större borrhålslager och andra former för byggnadsanknutna säsongslagring av värmeenergi. För industrin själv kan sådana typer av projekt te sig för riskfyllda, om man inte kan få till stånd en större och bredare analysgrupp som med vetenskapliga metoder kan följa och utvärdera projektet.

### Dagsljus och belysning i byggnader

Ett viktigt delområde är även energieffektiva belysningssystem för byggnader, där det finns ett behov av ny kunskap om och lösningar för mera miljöanpassad, ergonomisk och resurssnål belysningsanvändning, inklusive kunskaper om dagsljus och dess relation till artificiell belysning i byggnader. FoU kring framtidens belysning med innovativa lösningar (biomimetik, att härma naturen) är viktigt.

Angivna fönster/glasegenskaper behöver kompletteras med egenskaper om dagsljus, visuell komfort och hälsa, och inte bara beskriva U-värde och visuell transmittans. Det finns ett stort behov av utbildning inom området dagsljus och belysning.

Det finns behov av utveckling av beräkningsmodeller och analysverktyg för bedömning av dagsljus, belysning och visuell komfort. Det behövs utveckling av

kriterier för bedömning av dagsljus och belysning, samt verifiering av dessa relaterat till olika klimat och byggnadstyper. Metoder måste utvecklas för användning i olika certifieringssystem. Utformning av designkriterier för belysning behövs som inte använder sig av den föråldrade referensen för en horisontell (arbets-)yta. Det behövs även mer robusta regelsystem för belysning som även kan användas vid renovering av byggnader.

Kunskap saknas kring effekten av bättre belysning (t.ex. vid renovering). Hur mycket förbättras arbetsmiljön och arbetseffektiviteten? Behov av studier för approximativ kvantifiering för att kunna bedöma olika alternativ och visa effekterna för byggherrar m.fl.

### Solenergi och dagsljus vid stadsplanering

Inom stadsplanering behöver utnyttjande av solenergi beaktas; både som passiv solenergi (värme), dagsljus och aktiv solenergi (värme- och elproduktion).

Förnybara solenergitekniker utvecklas snabbt och blir allt billigare. Integrering i byggnader av solenergisystem är samtidigt eftersatt, både gällande solvärme och solel. Att nu planera för framtida produktion av solvärme och solel är viktigt eftersom byggnader och städer planeras och låses för en lång tid framöver. Behov finns också av att studera hur regler och styrmedel påverkar utnyttjandet av solenergi i bebyggelsen samt vilka drivkrafter och hinder som personer med egen småskalig produktion av el och värme identifierar. Befolkningsökning i städer leder till en tätare stad och ökat fokus behövs på dagsljus som balanserar elbehovet till elektriskt ljus. Byggnadsvolymer, gatubredder mm måste utformas för en högre täthet med bibehållet dagsljus. Dagsljus är den ljuskälla med högst verkningsgrad (lumen/W) och därför är det meningsfullt att använda dagsljus istället för elektriskt ljus eftersom man genererar mindre sekundär värme för samma ljusmängd (vilket även minskar kylbehovet). Även lagstiftning behöver anpassas.

Tittar man på energianvändningen till transporter så är den täta staden många gånger effektivare än den utspridda staden – även om den är fortsatt beroende av dess omland och import av varor. Det finns dock gränser för *hur* tät en stad kan vara för att vara hållbar ur koldioxidutsläpp och energianvändning med avseende på byggnadernas användning. Tidigare forskning har visat att städers exploatering är positiv till en viss gräns vad det gäller energianvändningen. Hög exploatering har positiva effekter på värmehushållningen men negativa effekter i form av *urban heat island effect* och på elanvändningen i fastigheter med verksamheter som kontor och offentliga och kommersiella inrättningar som en följd av minskat dagsljus, vilket leder till ökad användning av elektriskt ljus och ökad internvärme och som en konsekvens av det ett ökat kylbehov. Täthet kan också påverka förutsättningar för att exploatera aktiv sol, utöva stadsodling, mm. En tät stad behöver utformas för dagsljus för att balanserar elbehovet till artificiellt ljus och ger lägre koldioxidutsläpp och för att skapa hälsosamma städer med även grönska och biodiversitet. I Norden står solen lågt så förutsättningarna att bygga högt och tätt (smala gator) är begränsad med avseende på energieffektivisering, hälsa och god

livskvalitet. Därtill kan kraftig variation i höjder vara begränsande för utnyttjandet av lokal solenergi.

Det finns ett behov av kunskapsutveckling på tjänstesidan, det vill säga *tjänsteutveckling snarare än teknikutveckling*. Det gäller att höja såväl kommunal kompetens som privat kompetens. Det behövs också forskning för att höja kunskapsnivån om relationen utformning på urban nivå och byggnadsnivå, mellan vad man studerar i planprocessen och vad som krävs i BBR. Utveckling behövs av verktyg för utvärdering (potentialstudier av dagsljus på fasader, utveckling av standarder, lagar och regler men även av kvalitativa aspekter och hälsoaspekter). Det handlar om utformning av stadsplaner, volymer, klimatskal och dess relation till dagsljus och energi. Det har tagits fram kunskap i Sverige om sambanden mellan dagsljus och energianvändning på byggnadsnivå som utnyttjar moderna dynamiska simuleringsverktyg. Däremot saknas samma forskningsinsats på urban nivå.

Dagsljusaspekter ligger i hälsokapitlet i BBR och är svagt kravställda. Det är viktigt att dagsljuset ingår i hälsokapitlet, då det är en funktionsfråga och inte bara till för att minimera det artificiella ljuset och minska energianvändningen i verksamhetens drift. Idag skulle dock projektering av byggnader kunna innehålla en avvägning av energibehovet för elektriskt ljus, med de simuleringsverktyg som finns på marknaden. I plansammanhang kontrolleras idag endast dagsljus på gårdar, vilket innebär att förutsättningarna för att leva upp till BBR:s allmänna råd om dagsljus inte är säkrade under planprocessen.

Initiativ och åtgärdsbehov kring dagsljusfrågor inkluderar framförallt:

- Ny kunskap och implementering av ny kunskap om dagsljus på stadsbyggnadsnivå.
- Mera kunskap om relationen utformning och dagsljus och energianvändning. Det finns ett behov att mobilisera arkitektur- och designsidan, inte endast civilingenjörs och tekniksidan.
- Se till såväl kvalitativ forskning som kvantitativ.

## **5.5 Byggprocessen – från planering till förvaltning**

*Forskningsinsatser behöver göras för att studera plan- och byggprocessen och dess involverade aktörer ur ett energiperspektiv. Forskningsfrågor kan t.ex. vara; när under processen behövs kunskap för att säkerställa kostnadseffektiva och miljöeffektiva lösningar? Vilka verktyg behövs, när behövs de och vem ska använda dem? Vem har ansvar? Det behövs ökad kunskap om faktorer som styr energirelaterade beslut hos olika fastighetsägare, liksom kritisk granskning av energiklassningssystem.*

*Det behövs även kunskap om hur uppföljning av byggnaders (energi)prestanda ska genomföras, hur ansvar för detta avtalas samt hur utebliven prestanda åtgärdas och på vems bekostnad. Ökad kunskap i förvaltningsteknik behövs för att höja kompetensen inom fastighetsskötsel och förvaltning.*



*På den internationella arenan kan det vara viktigt att medverka för att ta del av olika länders plan- och byggprocesser och hur styrmedel kan användas för att uppnå effektivare energianvändning i den byggda miljön.*

Byggprocessen består av olika faser från idé, planering, utformning, byggande och överlämning till förvaltning och användande, och så småningom rivning. I dessa faser är olika aktörer ansvariga för att hantera olika delmoment. Det finns därför en utmaning och ett behov av forskning och utveckling av energirelevanta metoder och processer för byggandet. Forskningsinsatser behöver göras för att studera planprocessen och dess involverade aktörer ur ett energiperspektiv, att öka kunskapen om faktorer som styr energirelaterade beslut hos olika fastighetsägare, liksom kritisk granskning av miljö- och energiklassningssystem.

Det finns behov av ökad kompetens inom fastighetsskötsel och förvaltning, såväl för fastighetsägare som för de fastighetsskötare som i sitt dagliga arbete har ansvar för tillsyn och skötsel av att värme och ventilation fungerar och förser brukare med god inomhuskvalitet.

En viktig del av Energimyndighetens verksamhet för energieffektivt byggande är främjande av teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad genom stöd till bästa exempel som visar vägen. Konkreta forskningsprojekt kring komponenter, system och hela hus behöver utvecklas i nära samverkan med de befintliga nätverksaktiviteter som pågår på Energimyndigheten (t.ex. beställargrupperna för lokaler och bostäder, BELOK och BEBO).

Sverige har en utmärkande förmåga att hantera samhällsliga utmaningar genom en långt driven samverkan. Ett resultat av detta är att vi utvecklat en betydande och unik kompetens kring olika samhällsliga infrastrukturella system inom t.ex. energi och avfallshantering. En viktig förutsättning för denna framgång torde vara den relativt icke-hierarkiska och konsensusinriktade ledarstilen ("Scandinavian management"). Detta kan vara värdefullt inför de utmaningar som präglar bostadssektorn. Utmaningarna är komplexa, involverar många olika aktörer, på många olika nivåer och där framgångsrika lösningar måste präglas av kompromisser mellan olika perspektiv och målsättningar. På den internationella arenan kan det vara viktigt att medverka för att ta del av olika länders plan- och byggprocesser och hur styrmedel kan användas. Organisationer och beslutsprocesser är naturligtvis varierande och lösningar kan normalt sett inte kopieras rakt av. De kan däremot ge upphov till vidareutveckling och belysa delar som inte annars hade uppmärksammats.

## **5.6 Byggsystem och byggmaterial**

*Fokus bör ökas på byggskedets energianvändning. Ny kunskap behövs därför om hur val av byggmaterial och byggsystem, utformning av byggnader och byggdelar kan bidra till en mer energi- och klimateffektiv bebyggelse i ett livscykelperspektiv.*

*Det finns ett behov av mera och syntetiserande kunskapssammanställningar över hela byggprocessens energi- och klimatpåverkan för att skapa underlag till ny*

*politik och utvecklade styrmedel. Viktiga delområden som behöver ytterligare behandling inkluderar LCA med känslighetsanalyser, sammanställning av goda exempel, liksom behandling av frågor som vilka påverkansmöjligheter som finns, hur dessa aspekter kan integreras i byggprocessen och tas med i olika upphandlingar, samt om byggreglerna borde innefatta även krav på energianvändningen i utförandeskedet.*

*Det finns behov av vidareutveckling och nya kunskaper kring högisolerande material (superisolering) som kan användas i byggnadskonstruktioner, särskilt vid renovering då utrymmet för tilläggsisolering kan vara begränsat.*

Val av byggmaterial och byggsystem får allt större betydelse ju mer energieffektivt bebyggelsen utformas. Undersökningar visar att det idag är ungefär hälften av en byggnads totala energianvändning som kan kopplas till produktionen av byggmaterial och komponenter samt själva byggprocessen. Samtidigt är kunskapen begränsad om vilken betydelsen val av byggmaterial och byggsystem har för energianvändningen över bebyggelsens hela livscykel. Detta gör att fokus måste ökas/vidgas vad gäller byggskedets energianvändning och hela byggnadens livscykel. Ny kunskap behövs därför om hur val av byggmaterial och byggsystem, utformning av byggnader och byggdelar kan bidra till en mer energi- och klimateffektiv bebyggelse i ett livscykelperspektiv. Vi behöver också bättre förstå hur byggnader kan optimeras över deras livscykel, dvs. att utforma byggnader optimalt med beaktande av produktion, drift (inklusive renovering och ombyggnad) och rivning.

Det finns behov av vidareutveckling kring högisolerande material som kan användas i byggnadskonstruktioner, särskilt vid renovering då utrymmet för tilläggsisolering ofta är begränsat.

Exempel på åtgärder som kan minska energianvändning och klimatpåverkan från byggskedet inkluderar sänkt temperatur vid tillverkning av asfalt, återvinning av asfalt, fjärrvärme i stället för el i byggbodas, transportoptimering genom effektivare logistik, solteknik för byggplatser, LED-belysning mm. Exempel på områden med behov för vidare studier är nya upphandlingsformer som tar hänsyn till klimat- och energipåverkan, krav på tydliga klimatredovisningar vid inköp, samt krav i byggnormen och hur dessa kan påverka energianvändning och klimatpåverkan i byggskedet.

Kunskapen om energianvändning och klimatpåverkan under produktionskedet är fortfarande låg och det finns begränsat med forskningsresultat att tillgå. Prioriterade delområden som behöver ytterligare behandling inkluderar bland annat LCA med tillhörande känslighetsanalyser, sammanställning av goda exempel, liksom behandling av frågor som vilka påverkansmöjligheter som finns (tekniska lösningar, nya arbetssätt mm). Hur kan dessa aspekter integreras i byggprocessen? Vilka verktyg kan användas? Hur kan indata fångas upp? Hur kan dessa aspekter tas med i olika upphandlingar? Borde byggreglerna innefatta även krav på utförandeskedet vad gäller energi och klimatpåverkan? Det finns ett behov av mera och syntetiserande kunskapssammanställningar över hela byggprocessens klimatpåverkan för att skapa politiska underlag till rätt styrmedel.

## **6 Övriga behov och avslutande kommentarer**

I alla förekommande FoI-program krävs normalt medfinansiering av projekt. Det är här viktigt med möjlighet till olika stödnivåer beroende på projektens karaktär och grad av forskning, utveckling och innovation; från helt myndighetsfinansierade projekt till olika nivåer av branschfinansiering. Det hade varit önskvärt om kommunal medverkan i projekt hade kunnat räknas som medfinansiering. Forskning inom stadsplanering har behov av samverkan med bl.a. stadsplanerare och miljöstrateger i städer och kommuner. Men deras medverkan kan i dagsläget inte alltid räknas som medfinansiering.



# Bilaga 1 Deltagare i Utvecklingsplattform Byggnader i energisystemet

Deltagare i utvecklingsplattform Byggnader i energisystemet.

## Externa deltagare

Jan Byfors	NCC
Leif Gustavsson	Linnéuniversitetet
Tomas Hallén	Egen konsult
Marja Lundgren	White Arkitekter
Conny Rolén	Formas
Anders Sandoff	Handelshögskolan i Göteborg
Kyösti Tuutti	Skanska
Anna Sander	WSP
Ulla Janson	Malmö Kommunala Bostads AB
Peter Vikström	Konsumentverket
Wiktor Glad	Linköpings universitet
Maria Wall	Lunds tekniska högskola (ordförande i plattformen Byggnader i energisystemet)

## Från Energimyndigheten

Jörgen Sjödin	Temaansvarig
Marie Claesson	Biträdande temaansvarig
Karin Spets	
Emina Pasic	
Maria Alm	

### **Ett hållbart energisystem gynnar samhället**

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energi-användning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Förnybara energikällor får utvecklingsstöd, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.

Alla rapporter från Energimyndigheten finns tillgängliga på myndighetens webbplats [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se).



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)