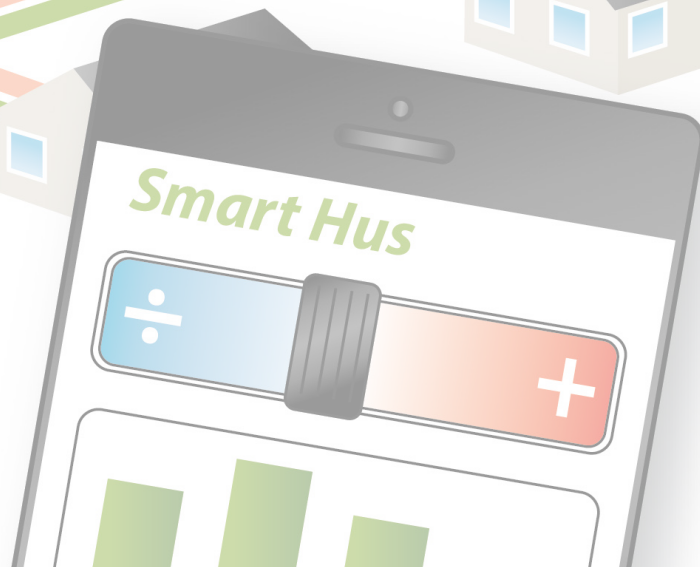


# Bygningers rolle i fremtidens energisystem

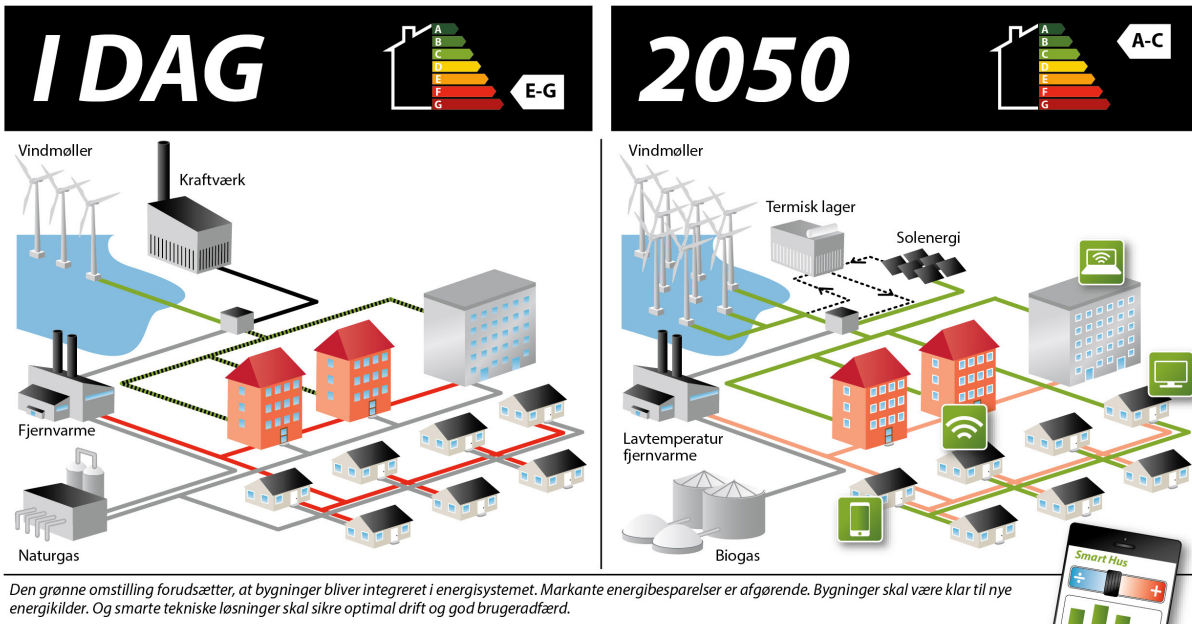
Hvordan sikre omkostningseffektive, bæredygtige løsninger?



RENOVERING PÅ  
DAGSORDENEN



# Bygninger og energiforsyning er hinandens forudsætninger



Inden for både energi- og byggesektoren er der en spændende erkendelse af, at energiforsyning i fremtiden vil være tættere knyttet til bygningerne, herunder deres funktioner og anvendelse. Som et led i den grønne omstilling frem mod 2050 vil energiforsyningen og bygningerne nødvendigvis skulle være integrerede i en helt anden grad end de er i dag. Dermed bliver de hinandens forudsætninger i et fossilfrit energilandskab.

Allerede nu foreligger der forskellige tekniske scenarier, der tager højde for et mix af vedvarende energikilder, lagringskapacitet og teknologiske løsninger. Men for at få det hele til at spille sammen, er der meget der tyder på, at integrationen og samtænkningen af energiforsyning og bygninger skal højnes betydeligt, hvis energipolitikken skal understøtte omstillingen mest omkostningseffektivt.

I brancheinitiativet Renovering på Dagsordenen, der repræsenterer et bredt udsnit af byggeriets organisationer og virksomheder, ser vi fordomsfrit på dette emne, og bidrager gerne til at diskutere løsninger for fremtidens energilandskab. Der er nemlig et presserende behov for at træffe politiske beslutninger om en energipolitik, der rækker langt ud i fremtiden, og som kan matche de

langsigtede investeringer, som både energi- og bygge-/ejendomssektoren skal foretage.

Overvejelserne om fremtidens energilandskab er ikke mindst knyttet til den eksisterende bygningsmasse, og det må nødvendigvis afspejles i energipolitikken. Det er baggrunden for, at vi i Renovering på Dagsordenen har engageret Aalborg Universitet (AAU) til at foretage en udredning af, hvilke behov og potentialer, der har størst betydning for overvejelserne, og samtidigt give et bud på, hvilket fremtidsscenario, der vil være det mest hensigtsmæssigt og mest omkostningseffektive. Udredningen er samlet rapporten "Future Green Buildings - A key to cost-effective sustainable energy systems", og der findes et resumé af denne rapport her i folderen. Hele rapporten kan hentes på: [www.renoveringpaadagsordenen.dk](http://www.renoveringpaadagsordenen.dk)

På baggrund af rapporten giver vi i Renovering på Dagsordenen i denne folder en række overordnede anbefalinger til den fremtidige energipolitik, som vi håber kan bidrage konstruktivt til debatten. Rapporten og anbefalingerne i denne folder fremlægges første gang på konferencen "Bygningers rolle i energisystemet" på Christiansborg, 25. maj 2016.

# 11 politiske anbefalinger

## Omkostningseffektiv grøn omstilling kræver mere energieffektivitet

- 1 Hvis man ønsker en omkostningseffektiv omstilling af energisystemet, vil der være en betydelig samfundsmæssig gevinst at hente ved at sikre en bedre balance mellem udbygningen af VE-produktion og energieffektivisering af bygningerne, så de forbruger mindre energi.
- 2 Dette kræver et paradigmeskift i dansk energipolitik, der hidtil har haft ensidigt fokus på energi som en leverance rettet mod bygninger og slutbrugere og dermed et ensidigt fokus på udbygning af energiforsyningen. Det fremtidige energisystem skal i langt højere grad indtænke bygningerne som en integreret del heraf, hvis man vil minimere omkostningerne til omstillingen.
- 3 Energiforbruget kan reduceres med op til 43% ved energieffektivisering, før den næste krone er bedre brugt på udbygning af vedvarende energi. De marginale omkostninger ved energieffektivisering bør derfor sammenholdes og afvejes med de marginale omkostninger ved at udbygge de vedvarende kilder i energiforsyningen.

## Målrattede indsatser for energieffektivisering af bygningsmassen

- 4 Der er brug for målrattede initiativer for at effektivisere energiforbruget. Én model for alle bygninger dur ikke. Potentialet for at opnå store energieffektiviseringsgevinster er fx størst i eksisterende bygninger fra før 1980. De bør derfor have en særlig opmærksomhed, når energipolitikken tilrettelægges.
- 5 Politiske løsninger og incitamenter til omstilling bør rettes mod bygningsmassen som helhed – dvs. forskellige bygningstyper og forskellige forsyningsområder - frem for mod den enkelte bygning og bygningsejer, hvor risikoen for over- og fejlinvesteringer er betydelige. Der er behov for en langt bedre politisk koordination af tiltag, hvor også drifts- og levetidsbetragtninger inddrages.

## Energipolitikken skal være langsigtet og totaløkonomisk

- 6 Større investeringer i bygninger sker sjældent, men har konsekvenser mange år frem. Derfor er det afgørende for bygningsejere at kende planer og krav for fremtiden. Der er presserende behov for klare og langsigtede politiske målsætninger for energieffektivitet, så området prioriteres og indsatsen kan målrettes.
- 7 Den mest omkostningseffektive måde at energioptimere bygninger på, er når bygningen alligevel skal renoveres, for så kan det gøres for en marginal ekstraomkostning. Gøres det ikke på det tidspunkt, kommer muligheden først igen om 30-50 år, når der igen renoveres. Det er derfor kritisk vigtigt, at bygningsejerne motiveres på det rette tidspunkt.
- 8 Det er tvingende nødvendigt at vurderinger af omkostningseffektivitet baserer sig på totaløkonomiske beregninger. Det gælder ikke mindst ved bevillinger til investeringer i renovering af offentlige bygninger.

## Politiske initiativer skal være incitamentsfremmende

- 9 Energiafgifter bør fastlægges og struktureres på en måde, som motiverer til energieffektivitet. Høje faste tariffer på fjernvarme reducerer fx incitamentet til at spare på energien.
- 10 Energispareinitiativer – herunder energiselskabernes energispareforpligtelse – bør prioriteres i forhold til både driftsoptimering (generelt), bygningsoptimering og mere hensigtsmæssig brugeradfærd.
- 11 Energikravene i bygningsreglementet skal balanceres, så de fremmer både energieffektiviteten som en del af den grønne omstilling, og aktiviteterne, der skal føre dertil.

Anbefalingerne bygger bl.a. på rapporten "Future Green Buildings - A key to cost-effective sustainable energy systems" fra Aalborg Universitet (Maj 2016) og "IDA's Energivision 2050" (Februar 2016).

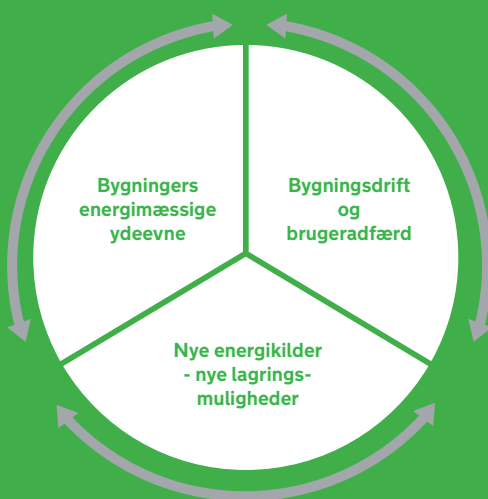
## ” Future Green Buildings - A key to cost-effective sustainable energy systems”

Rapportens formål er at beskrive, hvilket bidrag og hvilken rolle bygninger optimalt skal spille i et energisystem, som er uafhængig af fossile brændsler. Samtidig søger den at beskrive, hvilke forandringer, der er nødvendige i bygningsmassen for at understøtte en omlægning af energisystemet.

Rapporten tager bl.a. afsæt i litteraturstudier af mere end 50 rapporter og forskningsartikler over de seneste 10 år, og retter sig mod, hvordan man opnår de mest omkostningseffektive løsninger. I rapporten tages der højde for både udbuds- og efterspørgselssiden. Dvs. både udbygningen af vedvarende energiproduktion, energibesparelser, og optimerede energi-lagringsmuligheder i og udenfor bygninger.

I dag forbruger bygninger ca. 41% af al den energi, der efterspørges i Danmark. Denne efterspørgsel dækker primært opvarmning, varmt vand, el og køling. Med et så stort forbrug af energi i bygninger er betydningen af både reduktioner i el- og varmeefterspørgsel og ændringer i energiforsyningen essentiel at kigge på, hvis man skal foretage en omkostningseffektiv omlægning af energisystemet til fremtidigt at basere sig 100% på vedvarende energikilder.

Rapporten identificerer og fokuserer på, hvad den anser for at være de tre vigtigste og gensidigt afhængige perspektiver, der repræsenterer nøglerne til, hvordan bygningsmassen skal fungere i et energisystem, der baserer sig på vedvarende energi.



For det første vil bedre energieffektivitet i bygningsmassen – særligt den eksisterende bygningsmasse - være afgørende for at bane vej for et fluktuerende, vedvarende energisystem. For det andet er bygningsdriften og brugeradfærden i bygninger af meget stor betydning for at opnå reduktioner af varme- og el-behov over tid. Endelig udgør integrationen af nye energikilder og nye energilagringsmuligheder og deres samspil et nøgletema i forhold til at bygningerne effektivt kan anvende den vedvarende energi.

*Rapporten er udarbejdet af en forskergruppe på Aalborg Universitet, Institut for planlægning, ledet af professor Brian Vad Mathiesen og professor Henrik Lund.*

# 1. Bygningers energimæssige ydeevne

I fremtiden vil bygninger – som det allerede er tilfældet i dag – stå for en stor del af efterspørgslen på varme, køling og elektricitet i energisystemet. Men for at nå målet om 100% omstilling til vedvarende energi, må efterspørgslen efter energi reduceres. Det er dermed essentielt, at bygningsmassen medvirker til omstillingen via energireduktioner. Samlet skal eksisterende bygninger reducere deres totale varmeenergiforbrug med ca. 40% fra i dag og frem til 2050 (inkl. varmt vand).

Den totale efterspørgsel på elektricitet fra bygningsmassen bør fastholdes på det samme niveau som i dag, selv med flere bygninger og udbygning med elektriske varmepumper. Det betyder, at energibesparelser stadig skal fremmes i nye apparater og installationer.

Energieffektivitet og energibesparelser i bygningsmassen vil forårsage et fald i det totale forbrug af energi, reducere varmespildet i bygninger, reducere energietterspørgslen i spidsbelastningsperioder og betyde et fald i det nødvendige temperaturniveau, der kræves fra varmforsyningsteknologier. Dette er meget vigtigt for systemets generelle ydeevne.

Nybyggeriet udgør hvert år arealmæssigt mellem 1% og 1,5% af den samlede bygningsmasse. De fleste nybyggerier repræsenterer en vækst i bygningsmassen, mens resten er udskiftning af bygninger, der blot udgør ca. 0,25% bygningsareal om året. Totalt set forventes det, at arealet af nye bygninger vil stige med samlet ca. 25-30% fra i dag og frem til 2050. Bygninger, der bygges i dag, skal overholde kravene til energieffektivitet i henhold til BR15. Det betyder for bygningsmassen som helhed, at det er mindre vigtigt at fokusere på nye bygninger med henblik på at spare energi i fremtidens energisystem, da der kun vil være behov for meget

begrænset renoveringsaktivitet på disse bygninger frem mod 2050.

Ca. 90% af bygningsmassen, der eksisterer i dag, vil stadig eksistere i 2050. Derfor må energibesparelser løbende opnås i den eksisterende bygningsmasse. For at få et omkostningseffektivt energisystem er det en forudsætning at eksisterende bygninger reducerer det totale varmeenergiforbrug med ca. 40% fra i dag og til 2050. Det betyder, at det gennemsnitlige forbrug af varme pr. kvadratmeter for den eksisterende bygningsmasse skal reduceres ca. 1,5% årligt frem til 2050. De seneste 15-20 år har gennemsnitsforbruget af varme pr. kvadratmeter været faldende med omkring 0,8%-1% årligt. Det betyder, at en stigning i renoveringstempoet er nødvendigt. Hvis det ikke lykkes inden 2050, vil omkostningerne til energisystemet være højere og efterspørgslen på biomasse overstige den tilgængelige biomasse i Danmark, ligesom behovet for vindmøller og solenergi vil stige. Dette vil på sigt betyde risici i forsyningsikkerheden og øgede omkostninger til energisystemet.

Renovering skal målrettes de energimæssigt dårligst fungerende bygninger først. Rapporten indeholder ikke en detaljeret, prioriteret liste over bygninger, der skal renoveres, men de fleste renoveringsaktiviteter på eksisterende bygninger bør foretages på bygninger opført før 1980. Specielt på ældre, fritliggende bygninger opført i det tidlige 20. århundrede.

Mulighederne for at energirenovere eksisterende bygninger er afgrænsede, og det er essentielt, at energioptimeringen gennemføres, når øvrig renovering på specifikke dele af bygningen som fx tag og vinduer alligevel skal foretages. Det er nemlig ikke er omkostningseffektivt at gennemføre energirenoveringer isoleret.

## 2. Bygningsdrift og brugeradfærd

Varme- og el-besparelser vil sandsynligvis ikke kunne opnås alene gennem tekniske foranstaltninger i og på bygningsmassen. Det er derfor nødvendigt at kombinere fysiske tiltag med bedre driftstiltag i forhold til en optimal brugeradfærd i bygningen, især når det gælder el-besparelser.

Bygningsdrift og brugeradfærd betyder så meget for bygningers ydeevne, at energiforbruget i sammenlignelige bygninger kan variere med op til en faktor 3. Det betyder, at energirenovering af bygninger ikke alene er en garanti for energibesparelser. Derfor er det vigtigt at tage højde for tre parametre: viden hos brugerne, vaner og normer, når man gennemfører energirenoveringer og indfører teknologier som smart meters, der giver forskellige informationer til brugerne eller driftspersonalet. Sker det ikke, vil chancerne for at opnå varme- og el-besparelser efter en energirenovering med stor sandsynlighed være reduceret.

For at optimere potentialet for bygningsdrift og hensigtsmæssig brugeradfærd er det meget vigtigt, at bygningsdriften afstemmes med energisystemets behov og ikke de enkelte bygningers behov. Det skyldes, at fremtidens energisystem vil være høj-integreret, og

korrekt drift af bygningerne vil derfor være essentiel for at systemet kan fungere optimalt. Det betyder, at bygninger ikke bør drives isoleret fra resten af energisystemet eller driftsoptimeres individuelt.

Bygninger bør ikke prioriteres som individuelle kilder til fleksibilitet i energisystemet, da fleksibiliteten kan opnås billigere og med mere effektive teknologier i andre dele af energisystemet. Fx storskala varmepumper, elektrolyseanlæg og store varmelagre.

I enkeltbygninger er der begrænsede muligheder for fleksibilitet, for energilagring og for at bruge integreret energiforsyning til at udligne det nødvendige energibehov på bygningsniveau (defineret som ”næsten nul-energi-bygninger”). Flexibilitet og energilagring muligheder kan opnås mere omkostningseffektivt og med større succes på system- end på bygningsniveau. Undersøgelser viser, at investering i passiv varmelagring er en omkostningseffektiv måde at understøtte fleksibilitet, mens investeringer i varmeakkumuleringstanke- og batterier til husstande ikke er omkostningseffektive. Energibesparelser er under alle omstændigheder vigtigere end fleksibilitet på bygningsniveau.



### 3. Nye energikilder – nye lagringsmuligheder

Den påkrævede fleksibilitet for at integrere fremtidens mere fluktuerende energiforsyning kan realiseres ved at integrere varme-, energi- og transportsektorerne frem mod 2050. En forbedret energieffektivitet i bygningsmassen vil hjælpe med at skabe synergi imellem sektorerne i det samlede energisystem, der tillader mere integration mellem varme- og kraftsektorerne. Med stigende fluktuation i elforsyningen, når udbredelsen af vindenergi og solenergi øges, kræves mere fleksible systemløsninger.

Bygninger kan bidrage til et smart energisystem ved at indgå et nyt samspil mellem energiforsyningsteknologier, der kan maksimere synergien i systemet fx i forhold til lavtemperaturfjernvarme i tætbebyggede områder og individuelle varmepumper i mindre tætbebyggede områder (landdistrikterne). Udnyttes disse to teknologier i integration med flere teknologier af vedvarende energi og billigere energilagringsteknologier, kan der opnås flere fordele på systemniveau. Mikro-kraftvarmeværker eller biomassekedler forekommer derimod ikke at være hensigtsmæssige, hverken når det gælder brændstofeffektivitet eller ud fra et økonomisk synspunkt. Biomassekedler vil dog til en vis grad blive brugt i fremtiden, selv om der kan peges på bedre og mere effektive formål med biomasse end til opvarmning.

Det er omkostningskosteffektivt for energisystemet at øge andelen af fjernvarme fra ca. halvdelen af varmforsyningen i dag til ca. to tredjedele i 2050 (målt i kWh). Dette er baseret på analyser, der har brugt GIS-kortlægning til at fastlægge omkostningerne ved at installere nye rørledninger og fjernvarmeinfrastruktur. Udvidelsen af fjernvarmen vil hjælpe til med at udnytte varmeproduktionen fra affaldsforbrænding, overskudsvarme fra industrien, geotermisk opvarmning, biogasproduktion og fast biomasse så som halm.

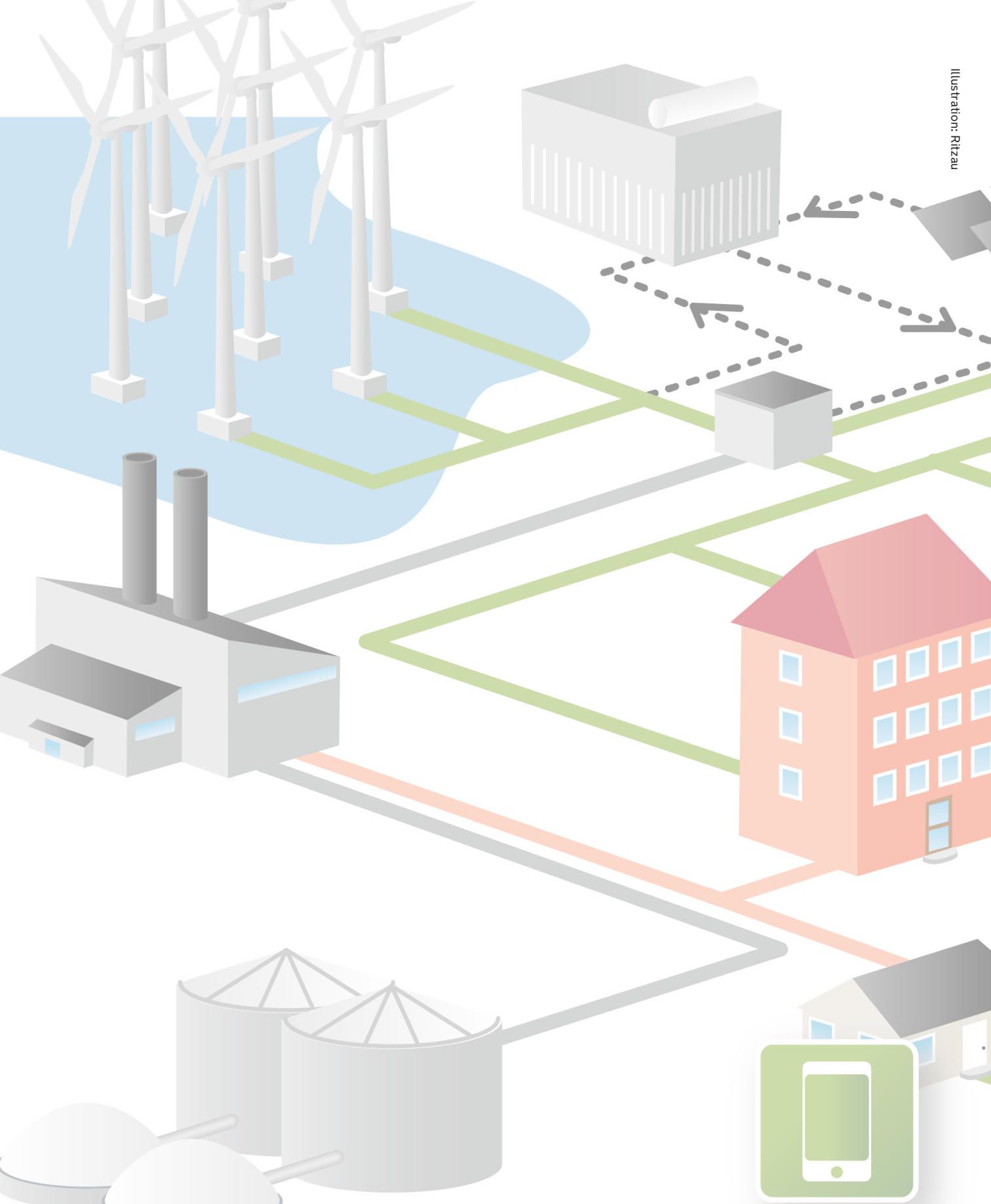
Kobles en udbredelse af fjernvarme og varmebesparelser i bygninger vil varmetemperaturen, der leveres til bygninger, gradvist kunne reduceres frem mod 2050 og dermed reducere energibehovet. Det

vil samtidig bane vej for at integrere nye vedvarende energikilder, overskudsvarme fra industrien, storskala varmepumper og energilagring på systemniveau. Det er endnu uklart, hvordan bygningerne skal opgraderes for at modtage lavtemperatur fjernvarme. Det er sandsynligt, at de fleste installerede radiatorer i dag vil være tilstrækkelige i fremtiden, men lavere temperatur vil kræve en særlig opmærksomhed i forhold til varmeinstallationerne i bygningerne. Monitorering af forbruget vil kunne hjælpe med styring af driften.

Individuelle varmepumper virker til at være det bedste økonomiske alternativ til fjernvarme, når det drejer sig om bygninger, der ligger langt fra et fjernvarmenet. Det skyldes, at varmepumper giver fordele i energisystemet gennem høj energieffektivitet, ved at være el-forbrugende og have en vis fleksibilitet. Jordvarmepumper bør fremmes, da effekten i disse er højere end i luft-luft varmepumper under kolde vintre, og bygningsintegrerede solfangere kan assistere varmeproduktionsenheder så som varmepumper og biomassekedler.

Det er vigtigt, at energieffektivitet og bygningsintegreret energiproduktion er reguleret uafhængigt af hinanden for at undgå, at fx installation af solceller, solvarmeanlæg eller individuelle varmepumper resulterer i lavere renoveringstakt, og at bygningens egen energimæssige ydeevne dermed forbliver upåvirket.

Fremtidens energisystem vil have en højere andel af solcelleanlæg med mindst 5.000 MW kapacitet installeret. Dog er det vigtigt, at solcelleanlæg (og andre elektricitetsproducerende enheder) bliver installeret, hvor det er mest omkostningseffektivt og hensigtsmæssigt for energisystemet. Det er ikke nødvendigt at installere solcelleanlæg på alle bygninger, og det kan være ineffektivt at installere dem på bygninger for at udligne energiforbruget i bygningen. Al el-produktion bør være tilsluttet nettet og interagere med systemet, og decentral el-lagring skal undgås, da det ikke er fordelagtigt for energisystemet og vil øge omkostningerne hertil.



**RENOVERING PÅ  
DAGSORDENEN**

**Renovering på dagsordenen** er et branchepartnerskab, hvor en række centrale aktører inden for byggeriet siden 2011 har samarbejdet om at fremme mere og bedre bygningsrenovering. Partnerne tæller Akademisk Arkitektforening, Bygherreforeningen, COWI, Dansk Byggeri, DANSKE ARK, Foreningen af Rådgivende Ingeniører FRI, Ingeniørforeningen IDA, Konstruktørforeningen, MT Højgaard, NCC og Realdania. Initiativet er stiftet og finansieres af Grundejernes Investeringsfond.