

Notat

Grønne forskningsbehov og -potentialer inden for energieffektivisering

Dette dokument er en af otte kortlægninger om grønne forskningsbehov og -potentialer, som er blevet til på baggrund af bidrag fra videninstitutioner, erhvervsliv, organisationer, ministerier og en bred kreds af øvrige interessenter. Kortlægningerne identificerer områder, hvor interessenterne vurderer, at der er behov for yderligere forskning for at understøtte den grønne omstilling i Danmark og globalt. De giver samlet set desuden et billede af det grønne forskningslandskab i Danmark og dets potentiale for at bidrage til den grønne omstilling. Læs mere her: www.ufm.dk/groenforskning.

Der er en tæt sammenhæng mellem områderne beskrevet i denne kortlægning og områderne i følgende øvrige dokumenter:

- 1) Energiproduktion og -infrastruktur-, -lagring og konvertering, samt fangst, lagring og udnyttelse af CO₂,
- 2) Transport
- 3) Samfundsperspektiver ift. reduktion af drivhusgasser.

Indhold

1. Resumé	4
2. Samfundsudfordringerne	5
2.1 Produktionserhverv	5
2.2 Bygninger og byggeri	5
3. Forskningsbehov og -potentialer	7
3.1 Produktionserhverv mv.	7
3.2 Bygninger, byggeri og anlæg	8
3.3 Intelligente el- og varmesystemer og -regulering	8
3.4 Klimavenlige byggematerialer	9
3.5 Bæredygtigt byggeri og renovering	10
3.6 Bæredygtige anlægskonstruktioner	12
3.7 Smart Buildings og automation	12
3.8 Driftsoptimering	13
4. Danske forsknings- og innovationsmæssige forudsætninger	14
4.1 Produktionserhverv mv.	14
4.2 Bygninger og byggeri	15
4.3 Driftsoptimering	16
5. Danske erhvervsstyrker	17
5.1 Produktionserhverv mv.	17
5.2 Bygninger og byggeri	17
5.3 Driftsoptimering	18

6. Klimarådets anbefalinger vedr. forskningsbehov	19
7. Klimapartnerskabernes anbefalinger vedr. forskningsbehov	20
7.1 Klimapartnerskab for energi- og forsyning	20
7.2 Klimapartnerskab for produktionsvirksomhed og energiintensiv industri	20
7.3 Klimapartnerskab for bygge- og anlægssektoren	21
8. Internationale perspektiver	23

1. Resumé

Der er fortsat et potentiale for at reducere drivhusgasudledningen ved at udnytte energien mere effektivt i bl.a. produktionserhvervene, bygninger, byggeri og varmesektoren, også selvom energiforsyningen i stigende grad baseres på vedvarende energi (VE). Flere studier viser, at energieffektivisering er en forudsætning for, at den grønne omstilling sker billigst muligt for samfundet. På globalt plan er der et stort potentiale for at reducere CO₂-udledningen gennem energieffektivisering, hvor danske forsknings- og erhvervsmæssige styrkepositioner og erfaringer kan få en positiv effekt. For at realisere reduktionspotentialerne er der i produktionserhvervene behov for udvikling af energieffektive løsninger på både komponent, apparat- og systemniveau. Forskningen skal bidrage til at identificere optimeringsmuligheder på forskellige niveauer i produktionssektoren og udvikle modeller, der tillader at designe optimale produktionssystemer og værdikæder ud fra et perspektiv, som fremmer energieffektivitet, cirkulær økonomi og omkostningseffektivitet. Der er særlige danske behov tilknyttet udfasning af fossile brændsler i højtemperaturprocesser, f.eks. smeltning og direkte fyring, bl.a. gennem elektrificering, udvikling af højtemperatur-varmepumper og udnyttelse af overskudsvarme samt mulighederne for intelligent digital styring af forbrug og elektrificering af apparatur og køretøjer. Endvidere er der behov for forskning i omkostningseffektive løsninger, der kan gøre eksisterende bygninger og nybyggeri mere energieffektive og fleksible i forhold til energiforsyningen og mindre CO₂-udledende. Herunder er der en række forskningsbehov knyttet til udvikling af mindre klimabelastende materialer og anlægskonstruktioner samt til digitalisering og implementering af ny teknologi. Derudover er der behov for forskning af mere beregningsteknisk karakter og evidensbaserede tilgange til identificering af før-, under- og eftersituationen i eksisterende bygninger samt samfundsvidenskabelig og humanistisk forskning med fokus på bl.a. brugeradfærd, herunder viden om økonomiske analyser og disses indvirkning på brugernes beslutningsproces bl.a. ifm. renovering. Klimarådet anbefaler en indsats inden for forskning og udvikling samt demonstration og markedsmodning af nye teknologier, der kan bringe Danmark det sidste stykke til 2030-målet, bl.a. inden for industrien, hvor rådet peger på behov for udvikling af nye teknikker til mindre klimabelastende produktion af cement. Endelig peger flere af regeringens klimapartnerskaber på energieffektivisering inden for industriproduktion, materialer, byggeri og bygninger mv. som centrale indsatsområder, herunder peges bl.a. på opdatering af online vidensplatforme for industrisektoren med fælles adgang til videndeling om værktøjer til udregning af udledninger, katalog over mulige tiltag, behov for demonstration og innovation inden for projektering med og udvikling af materialer med lavt CO₂-indhold til byggeriet samt fleksibel og intelligent styring af energiforbrug ved hjælp af digitale værktøjer.

2. Samfundsudfordringerne

Udledningerne i energisektoren stammer fra forbruget af fossile brændsler til energiproduktion og forventes i 2030 at udgøre ca. 14 mio. tons CO₂e. Med eksisterende tilgange forventes drivhusgasudledningerne i energisektoren i 2030 primært at stamme fra produktionserhverv, varmeproduktion og affaldssektoren. En række studier peger på, at energieffektivisering ud over drivhusgasreduktioner er en forudsætning for, at den grønne omstilling sker billigst muligt for samfundet. Det skyldes blandt andet, at effektiv brug af energien reducerer behovet for at udbygge el-nettet samt produktionen af vedvarende energi fra vindmøller og solceller. Samtidig kan energieffektivisering understøtte fleksibelt energiforbrug og medfører desuden en række andre fordele.

2.1 Produktionserhverv

Udledningerne i produktionserhverv er koncentreret i cementindustrien, et større antal fremstillingsvirksomheder, f.eks. fødevarerindustri, Nordsøen og olieraffinerier. Dertil kommer energiforbrug i landbrug, fiskeri og byggeriet f.eks. til køretøjer. I 2030 forventes elproduktionen på vedvarende energi (VE) at overstige elforbruget, hvorved udbygning med vedvarende energi ikke vil give flere drivhusgasreduktioner i Danmark, mens energieffektiviseringer kun vil bidrage direkte i det omfang, de fortrænger fossile brændsler f.eks. i produktionserhvervene eller til opvarmningsformål mv. Der er stadig et væsentligt forbrug af fossile brændsler i industrien, som i dag ikke umiddelbart kan elektrificeres, og hvor relevante VE-brændsler ikke er konkurrencedygtige. For dette energiforbrug vil energieffektivisering give CO₂-reduktioner.

Der kan herudover være mange andre gode grunde til at anvende energien effektivt. Det kan blandt andet være med til at reducere forbruget af biomasse, understøtte fleksibelt elforbrug og lette presset på elnettet i spidsbelastningsperioder. Samtidig kan energieffektivisering reducere behovet for at udbygge med infrastruktur i form af nye vindmøller, solceller og elmaster mv., ligesom energirenoveringer også bidrager til at skabe sunde boliger med et godt indeklima. Energieffektivisering kan også bidrage til at understøtte den globale omstilling, hvor der er et enormt potentiale for at reducere udledningen af drivhusgasser gennem energieffektivisering.

2.2 Bygninger og byggeri

Danmark skal i 2050 være et klimaneutralt samfund, hvor der ikke udledes mere drivhusgas, end der bliver optaget. Halvdelen af udledningen af drivhusgasser fra bygninger og byggeri skyldes energiforbrug til opvarmning eller nedkøling af bygninger, mens den anden halvdel stammer fra produktion af byggematerialer og selve byggeprocessen. Også i forbindelse med nybyggeri og renovering, som indebærer stort energiforbrug, er der brug for reduktioner af det umiddelbare såvel som det langsigtede energiforbrug.

Væsentlige udfordringer knytter sig også til at reducere energiforbruget i forbindelse med anlægskonstruktioner som broer, veje, tunneller mm. Der er her potentialer i forhold til klimabelastende materialer, mere holdbare materialer og mindsket ressourceforbrug.

3. Forskningsbehov og -potentialer

Energieffektivisering handler om dels at nedbringe energiforbruget hos den private forbruger og i industrien, dels at effektivisere den måde hvorpå energien produceres, distribueres og anvendes i bl.a. bygninger, til transport, i produkter og i processer. Det er nødvendigt at optimere processer i produktionen, distributionen og anvendelsen af energi, hvor der på flere områder er et relativt stort energitab i dag – det gælder i forsyningssektoren, i industrien, detailhandel og serviceindustrien, i husholdninger og i transportsektoren.

3.1 Produktionserhverv mv.

Forskningen skal hjælpe med at identificere optimeringsmuligheder på forskellige niveauer i produktionssektoren og udvikle modeller, der tillader at designe optimale produktionssystemer og værdikæder ud fra et perspektiv, som fremmer energieffektivitet, cirkulær økonomi og omkostningseffektivitet.

Der er behov for udvikling af energieffektive løsninger i produktionserhvervene på både komponent, apparat- og systemniveau. Særlige behov knytter sig til udfasning af fossile brændsler i højtemperaturprocesser, f.eks. smeltning, og direkte fyring bl.a. gennem elektrificering, udvikling af højtemperatur-varmepumper (over 100 grader celsius) og udnyttelse af overskudsvarme samt muligheder for intelligent digital styring af forbrug og elektrificering af apparatur og køretøjer. Der er endvidere behov for udvikling af varmepumper og anden køleteknologi, der kan udnytte naturlige klimavenlige kølemidler og dermed understøtte udfasningen af de meget klimaskadelige HFC-gasser.

Der er behov for at adressere forbruget af materialer, der udgør en ikke-ubetydelig del af virksomheders CO₂-bidrag, herunder bedre udnyttelse af råstoffer, forbedrede materialer og metoder til genbrug af f.eks. plast.

For at styrke Danmarks effektelektronikindustri konkurrenceevne i det fremtidige kæmpemarked for elektrificering, er det vigtigt, at der er behov for forskning tidligt i værdikæden inden for især udnyttelse af nye materialer, øget miniturisering, forbedrede designmetoder og øget pålidelighed.

Forbrugere vil i stigende grad skulle agere aktivt i sammenspil med det øvrige energisystem. Forbrugerne vil derudover blive producenter af energi, såkaldte prosumers (f.eks. gennem solceller på taget eller integreret i facaden, varmepumper og elbil i garagen) og vil under de rette regulatoriske forhold kunne bidrage til at stabilisere el-systemet gennem smarte kontrolenheder til styring af forbrug og lagringsenheder (batterier). Digitalisering, dataindsamling og -håndtering bliver vigtig i forhold til den intelligente styring af forbruget og decentral produktion. Der er behov for forskning, der kan identificere og

teste virkemidler for at muliggøre det smarte energiforbrug i hjemmet, i erhvervet og industrien som f.eks. teknologiske løsninger, der er i stand til at reagere på prissignaler fra dynamiske tariffer og fluktuerende markedspriser på el. Det kan bidrage til en videreudvikling af markedsmodeller såvel som forretningsmodeller, der kan sikre den lokale værdiskabelse og en fair fordeling af de skabte værdier.

Et særskilt og vigtigt selvstændigt forskningsområde er IT-integrerede energisystemer, der har vist betydelige energieffektiviseringspotentialer og CO₂-reduktionsprocenter ved at anvende digitalisering i den samlede og koblede energisektor (intelligent el, fjernvarme og forsyningssektoren generelt). Hertil bør kobles pilotforsøg med dynamiske energiforsyningssystemer, der kan medvirke til at optimere energiforbruget fordelt på forskellige energikilder som f.eks. lagringsmuligheder.

Der er behov for forskning i optimering af produktions- og forsyningskæder, herunder digitalt integrerede og transparente forsyningskæder, som giver en mere effektiv resourceudnyttelse, og som kan bidrage til at identificere barrierer og understøtte transformation i virksomhederne mod bæredygtig produkt- og forretningsudvikling. Der også er brug for forskning i livscyklusanalyser i produkter, systemer, processer m.m. i et 'socioteknisk perspektiv', der ser på samspillet mellem sociale/menneskelige og tekniske faktorer.

Endvidere er der brug for forskning i udvikling og implementering af automations- og robotløsninger, der hurtigt kan omstilles, og som bidrager til en hurtigere og mere effektiv produktion, der bl.a. kan mindske energiforbruget pr. produceret enhed gennem mindre spild af råmaterialer. Forskning i teknologi 4.0 og avanceret produktion er en forudsætning for danske virksomheders konkurrenceevne. Hvis man vil sikre, at produktionen af både vedvarende energi som vindmøller og energieffektive produkter som termostatter sker i Danmark, så er forskning i avanceret produktion helt essentiel.

Endelig er der brug for forskning i bl.a. Internet of Things, digitale infrastrukturer, data management, kunstig intelligens, visual computing og cybersikkerhed. Når digitalisering spredt sig til mange samfundsmæssige processer, er reduktion af energiforbrug og dermed CO₂-udledning en nødvendighed både i centrale datacentre (der kombinerer beregninger, datalagring og datatransport) og i den edgeinfrastruktur tilkoblet til millioner af internetkoblede enheder (IoT), der i stigende grad omgiver os, og som bruger energi hele tiden. Der skal fokus på design af operativsystemkomponenter, der optimerer hardwareudnyttelsen og minimerer energiforbrug i datacentre, edge computers og IoT-enheder.

3.2 Bygninger, byggeri og anlæg

Der er behov for omkostningseffektive løsninger, der kan gøre eksisterende bygninger og nybyggeri mere energieffektive og fleksible i forhold til energiforsyningen.

3.3 Intelligente el- og varmesystemer og -regulering

Energieffektivisering af bygninger og bygningers varmesystemer samt intelligent varme- og elregulering har afgørende betydning for muligheden for energieffektivisering

af fjernvarmenettet og integration af vedvarende energi i fjernvarmeforsyningen, herunder særligt brugen af varmepumper. Energirenovering er afgørende ikke kun for at nedbringe varmebehovet, men også for at forberede bygningerne til lavtemperatur fjernvarme og dermed overgangen til 4. generations (4G) fjernvarmeforsyning. 4G fjernvarme sparer på grund af lavere temperatur nettab i fjernvarmeledningerne, men endnu vigtigere gør dette tiltag, at fjernvarmeforsyningen bliver markant mere effektiv. Regulatoriske barrierer for udbredelsen af 4G fjernvarme samt brugerinvolvering og -adfærd bør indtænkes. Der er desuden behov for viden om, hvordan fjernkøling kan tænkes sammen med fjernvarmesystemet, herunder evt. regulatoriske barrierer. Der skal også udvikles relevante IT-systemer til dataopsamling, behandling og aktivering af systemerne. Endvidere skal der ses på varmeforsyningen, hvor der i dag ikke er fjernvarme. Konkret handler det om, hvordan oliefyr, gasfyr og anden fossilbaseret opvarmning kan erstattes med varmepumper, andre individuelle VE-løsninger eller kollektive mindre VE-anlæg. Der skal også ses på incitamentet for brugerinvolvering og brugeradfærd i beslutningsprocesserne om udskiftning af fossile fyr. Derudover bør der forskes i størrelse ved opsætning af individuelle varmepumper baseret på udeluft, eftersom disse i et vist omfang forventes at komme til at erstatte olie- og gasfyr. Samtidig bør der forskes i naturlige kølemidler til varmepumper.

Et andet forskningsbehov handler om bygningsintegrerede solvarme-, solcelle-, og batterisystemer som en del af det større energisystem, hvor overskudsenergi kan ledes hen til andre forbrugere. Her er også behov for at forske i de sikkerhedsudfordringer, som opstår, når vores hjem og bygninger får bygningsintegrerede energisystemer. F.eks. er solceller fremstillet af plast og elektronik, som kan brænde, og batterier kan udsættes for "thermal runaway" med brand/eksplosion til følge. Det er en forudsætning for teknologiernes implementering i byggeriet, at udvikling, test og demonstratorer udføres for at finde løsninger på udfordringerne.

3.4 Klimavenlige byggematerialer

Der er behov for udvikling af mere klimavenlige byggematerialer, dvs. byggematerialer, som produceres med minimalt forbrug af drivhusgasser og dermed mindre indlejret energi, og som samtidig har den nødvendige holdbarhed og styrke. Det drejer sig om nye produktionsmetoder for eksisterende byggematerialer som cement, stål, glas, kalk, sten- og glasuld, tegl og mursten, f.eks. brug af VE produceret mikrobølgeenergi til produktion af tegl. Der er behov for etablere demonstrationsbyggerier med henblik på at teste og anskueliggøre brug af nye materialer og processer.

Produktion af cement er en væsentlig bidragsyder til CO₂-produktionen i Danmark og verden på grund af energien til produktion og kemien bag fremstillingen af cement (brænding af calciumcarbonat). Hvis man kan finde alternative mineraler som bindere, vil det derfor udgøre en betydelig CO₂-reduktion. Der er stort potentiale i calcineret ler, og første generation af cement med denne teknologi bringes på markedet snart. Der er blandt andet behov for viden om, hvordan anvendelsen kan udbredes. Der kan også forskes i, hvorledes carbonater til cementproduktion kan spaltes med koncentreret solvarme, og den udskilte CO₂ kan anvendes i kemisk industri. Den kemisk bundne CO₂ frigives i geologisk tidsalder, men der er brug for forskning i metoder til at accelerere denne proces ved nedknusning og genanvendelse. Derudover kan der ses på omkostningseffektive løsninger for at spare på energien i forbindelse med selve produktionen af cement.

Der er desuden behov for at undersøge muligheder og potentialer for at anvende mere træ i byggeriet til gavn for både klima og klimaregnskab, herunder under hensyn til, at energiforbruget i bygninger som minimum fastholder eller reducerer energiforbruget over bygningens levetid. Dertil kommer indsatser inden for modificering og forarbejdning (kompositter) af træ og biomaterialer for at øge anvendelsesspektret for træ. I forhold til bæredygtighed, ressourcer og potentialer er der brug for kortlægning af analyser af træstrømme/biomasseflow/kulstofbalancer i industrien samt behov for at udvikle biocidfri træbeskyttelse og byggemetoder, der sikrer en god kvalitet af det samlede byggeri. Dette skal suppleres med en gennemgang af byggeregulering (eks. materialeklasser, acceptkriterier for brand o.l.) med henblik på at åbne flere muligheder for biobaserede byggevarer.

Biobaserede materialer, herunder træ og genanvendt affald, kan brænde væsentligt mere end gængse konventionelle byggematerialer. Der er brug for at forske i, hvordan den udfordring kan overkommes, når mere brandbart materiale tilføjes byggeriet. Det kan være forskning i bæredygtig materialeteknologi i kombination med brandsikker produktudvikling af nye materialer og teknologier til brandbeskyttelse samt brugeradfærd relateret til drift og vedligehold samt evakuering. For at sikre at bygningsejere og forbrugere tør anvende fremtidens biobaserede og genanvendte løsninger, er der brug for nyudvikling af test-, demonstrations- og kvalitetsmetoder, som gør det muligt at udvikle, teste og verificere nye løsningers brandtekniske ydeevne.

Der er behov for udvikling af en livscyklusbaseret bæredygtig tilgang til dokumentation af de materialer, der integrerer ressourceeffektivitet (energi, materialer og produktivitet), cirkulær økonomi og ressourceeffektivitet samt miljømæssige belastninger (biodiversitet, brug af naturressourcer, indeklimate og sundhed, CO₂- emissioner og affald).

Endelig er der behov for udvikling af teknologiske løsninger til genbrug, genanvendelse og upcycling af materialer, f.eks. ved modificering af affald, selektive nedrivningsmetoder, fjernelse af miljøskadelige stoffer eller ved kulstofbindende biobaserede materialer. Her er også brug for at forske i, hvordan egenskaberne for genanvendte materialer f.eks. brandtekniske egenskaber kan dokumenteres.

3.5 Bæredygtigt byggeri og renovering

Der er også behov for fokus på at udvikle omkostningseffektive systemløsninger til klimaskærm og bygningsrenovering, herunder bedre anvendelse af data, digitale løsninger og modeller samt standardisering af byggevarer, herunder genanvendte materialer og byggetekniske løsninger ifm. renovering. Det gælder også optimering af bygningers drift, bl.a. via monitorering, commissioning og intelligent regulering af tekniske systemer.

Der er brug for forskning i, hvordan hyppige måleraflæsninger i form af højopløselig forbrugsdata kan udnyttes til omkostningseffektivt at identificere og klassificere bygninger med størst potentiale for energirenovering. Herunder skal mulighederne for at anvende data og digitale modeller til at identificere, hvordan den enkelte bygning med fordel bør energirenoveres, også afsøges, og efterfølgende skal effekten heraf verificeres.

Der er behov for at udvikle nye krav, der fremmer bæredygtigt byggeri. Det kan være krav til CO₂-rammer for det samlede byggeri, som inkluderer den indlejrede energi fra materialerne f.eks. fra miljøvaredeklarationer. Kravene bør omfatte alle faser i livscyklus, dvs. også processerne på byggepladsen og herunder også krav om energieffektivitet og elektrificering af byggepladser og maskiner.

Da organiseringen af bygge- og renoveringsprojekter kan udgøre en barriere for innovation og drivhusgasreduktion, er der behov for at udvikle procedurer, planlægningsmetoder og viden om organisering af bygge- og renoveringsprocesser, således at nye materialer, komponenter og byggemetoder kan implementeres i praksis. Til dette formål er der behov for forsknings- og innovationsprojekter med offentlige myndigheder, videninstitutioner, GTS-institutter og private virksomheder, herunder almene boligforeninger og større etageejendomme og/eller rækkehuse.

Der er brug for forskning i, hvordan man kan designe og konstruere bygninger og konstruktioner med et bæredygtigt fokus ('bæredygtige bærende konstruktioner'), f.eks. ved optimering af topologi eller ved at anvende færre materialer eller andre materialer, der er mindre CO₂-belastende. Det kan lede til nye, smarte og bæredygtige byggesystemer, og det kan f.eks. være ved anvendelse af digitaliserede produktionsmetoder med brug af 3d-print og robotter.

Der er også behov for forskning i beregningsmetoder, bygningsdesignprocessen og ledelse af byggeprocesser, som integrerer hensyn om cirkularitet i produktionen og anvendelsen af byggematerialer. Der er desuden behov for forskning i sikkerhed for bygninger og anlæg, så materialeforbrug kan optimeres og overdimensionering undgås, herunder i relation til tilpasning til klimaforandringer. Eksempelvis kan der i forbindelse med klimaforandringer yderligere peges på behovet for forskning i vandteknologi som afledning af vand og vandforsyninger.

Et tilsvarende behov gør sig gældende i relation til brandsikkerhed i cirkulært og biobaseret byggeri, hvor der er brug for at forske i og udvikle beregningsmetoder, som styrker bygningsdesignprocessen og ledelse af byggeprocesser.

Endvidere er der behov for innovation af test-, demonstrations- og kvalitetsmetoder, som nyttiggør digitale muligheder til sikring af nye løsningers langsigtede ydeevne, da bygningsejere og forbrugere muligvis ellers ikke vil anvende nye løsninger.

Slutteligt er der behov for større viden omkring beregning og måling af før-, under- og eftersituationen ifm. renovering af eksisterende bygninger og sammenhængen med evidensbaserede tilgange til vurderingen af betydningen af brugeradfærd i disse situationer. En større viden herom kan skabe et bedre grundlag for at kunne konkludere på både potentialet for energibesparelser og hvad der udgør de mest omkostningseffektive løsninger under hensyn til den enkelte beboers adfærd. De omkostningseffektive løsninger kan indeholde både virkemidler til at hjælpe beboere med at træffe energieffektive beslutninger samt konkrete renoveringstiltag.

3.6 Bæredygtige anlægskonstruktioner

Der er behov for at styrke forskning og udvikling af fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner og udfase de traditionelle dieseldrevne maskiner. Målet er eldrevne maskiner og i en overgangsfase maskiner med biobrændstof.

Der er desuden behov for at udvikle nye materialer til anlægskonstruktioner med lavere CO₂-udledning. Det gælder cement og beton, men også klimavenlig asfalt. Her kan løsningerne være koldblandet asfalt, cirkulær asfalt og asfalt, der reducerer vejenes rullemodstand, så der bruges mindre brændstof i trafikken.

Byggeri og anlæg har meget lange levetider, og nye bæredygtige løsninger hertil indebærer derfor ofte betydelige risici på lang sigt, f.eks. dårlig holdbarhed, ringe fleksibilitet eller stor følsomhed. Bæredygtige løsninger skal være robuste. Der er behov for forskning i værktøjer og metoder for beslutningsstøtte, som balancerer hensyn til bæredygtighed med de risici, som nye løsninger uundgåeligt medfører. Der i den forbindelse også brug for at se på, om der er de rette incitamentsstrukturer og reguleringsmæssige rammer for, at nye alternative byggematerialer kan komme i brug.

Med nye digitale teknologier kan drift og vedligehold af anlægskonstruktioner optimeres, og dermed forlænges levetiden samt robustheden, ligesom sikkerheden øges. Digital transformation er nødvendig, hvis den danske byggebranche skal øge produktiviteten og konkurrencekraften – også i en global kontekst. Det skal ske gennem kobling af ekspertviden og domænekendskab på tværs af værdikæden, store mængder data om holdbarhed af materialer og levetid af bygninger og anlæg, brug af digitale tvillinger, online sensorisk information og kunstig intelligens.

3.7 Smart Buildings og automation

Der er behov for at styrke forskning og udvikling inden for bygningsautomation i større bygninger (Smart Buildings) samt udbrede brugen af automation til mindre og mellemstore bygninger. Automation er en forudsætning for integration og aktivering af bygningsmasse i det intelligente energisystem og for sikring af et sundt indeklima.

Bygninger står helt centralt for forskning i integrerede helhedsløsninger for byer, herunder forskningen i Smart Cities. Desuden skal den økonomiske og politiske rammesætning for klimavenligt byggeri og incitamenter for husejere gennemtænkes. Forskning i f.eks. best practice for regulering mm. vil være afgørende for en grøn omstilling af byggeribranchen, men også i forhold til borgernes/husejeres adfærd og beslutninger.

Forskning i bæredygtig renovering af bygninger er helt afgørende for at nå klimamålet i 2030, da mere end halvdelen af byggeaktiviteten er knyttet til renovering af eksisterende byggeri, og langt hovedparten af energiforbruget i byggeriet er knyttet til den eksisterende bygningsmasse. Forskning i bæredygtigt byggeri bør derfor også fokusere på teknologiske løsninger til reduktion af energiforbrug, ressourceforbrug og CO₂-udledning ved renovering.

I takt med at bygningerne bliver smartere og i højere grad anvender trådløse sensorer og aktuatorer, bliver bygningerne til komplekse systemer. Derfor er der behov for at forske i sikkerhed f.eks. cybersikkerhed, resiliente systemer og sikker brugeradfærd.

Anlæg og drift af infrastrukturer til transport (veje, havne, baner, broer, tunneller m.v.) og forsyning (vand, varme, el, affald, afløb) trækker store ressourcer og afstedkommer udledning af store mængder CO₂. Forskning i materialer til anlæg er derfor vigtigt, f.eks. materialers holdbarhed og egenskaber, opgradering og teknisk vedligehold af infrastrukturer samt brug af monitoreringsteknikker og digitale tvillinger til optimering af D/V. Modellering og forståelse af materialers holdbarhed er essentiel og bør udvikles og udbygges på lang sigt. (Se også notatet om transport fsva. infrastruktur)

3.8 Driftsoptimering

Der er behov for nye algoritmer, der er i stand til løbende at beregne den mest optimale form for energiproduktion og energiudnyttelse samt forudsige tilsigtede handlinger. Ligeledes er der brug for en forskningsindsats inden for beslutnings-algoritmer, der bruger tilgængelige data og fysiske modeller til at forudsige det fremtidige behov for energi og råvarer og automatisk vælger den mest optimale måde at producere og styre produktionen på.

Brandsikkerheden bliver typisk dårligere i en bygning i takt med, at tiden går, fordi brugerne ikke har den forventede/anviste adfærd ved renovering, drift og vedligehold. Det betyder, at bygninger overdimensioneres for at skabe mere robuste systemer. Der er brug for at forske i brugeradfærd og konsekvenser for bygningens levetid, totaløkonomi og sikkerhedsniveau som en vej til at mindske forbrug af materialer.

4. Danske forsknings- og innovationsmæssige forudsætninger

4.1 Produktionserhverv mv.

Der kan løbende udvikles mere energieffektive løsninger i produktionserhvervene. Bl.a. er der stærke forskningsmiljøer inden for effektelektronik i Danmark, og en række danske virksomheder er meget aktive og besidder en stor ekspertise på kølemiddelområdet.

Danske universiteter har flere relevante miljøer inden for styring, regulering og integration af energisystemer samt inden for IT og datasystemer.

Danmark har også en meget stor indsats inden for robotter (Industri 4.0), som kan understøtte en mere bæredygtig og energieffektiv produktion, og den fynske robotklynge har vist evnen til at skabe succesfulde robotvirksomheder med stort internationalt potentiale.

Inden for optimering af produktions- og forsyningskæder er der stærke miljøer på universiteter, i konsulentvirksomheder og virksomheder.

Danmark har styrker inden for forskning i udvikling af bæredygtige produkter og produktionsprocesser i en cirkulær sammenhæng, hvor også logistik, emballage og skrot/genbrug indgår. Et vigtigt element i dette er digitaliseringen, som for produktionsvirksomheder betyder, at der kan skabes en markant tættere knytning mellem produktudvikling, produktion samt drift og brug af produktet samt udvikling af materialer/kemiske metoder, der understøtter cirkulære løsninger.

Flere universiteter forsker inden for energieffektive indlejrede systemer, både inden for hardware- og softwareudvikling, der dækker såvel enkelte apparater som store netværkskoblede systemer ('systems of systems').

Danske GTS-Institutter har kompetencer inden for 3D-print, der kan reducere materialeforbruget, herunder med energiforbrug og bygningsdrift samt fremtidens fleksible energisystem (sammenhæng mellem produktion, drift og lagring).

En central aktør er energisynskonsulenterne, som hvert fjerde år udfører obligatoriske energisyn i erhvervsvirksomheder. Konsulenterne har til stadighed behov for energieffektiviseringsværktøjer, som er funderet på den nyeste forskning på området.

Der er behov for at opbygge samfundsaglige forskningsmiljøer, som er stærke i at analysere barrierer for realisering af energieffektivisering og andre tiltag samt de forskellige virkemidler, der kan tages i anvendelse.

4.2 Bygninger og byggeri

De danske universiteter og GTS-Institutter har stærke forskningsmiljøer og testfaciliteter inden for en lang række bygningsrelaterede områder:

Der er et stærkt forskningsmiljø inden for energieffektivisering og renovering af bygninger, der er opbygget gennem en lang årrække i tæt samarbejde med industrien og byggesektoren. Der er stærke forskningsmiljøer inden for forskning i bygningsdesign, byggematerialer/råstoffer, bærende konstruktioner, geoteknik, bygningsenergi, installationer, indeklima, opbygning/ledelse af byggeprocesser, digitalisering/datainfrastruktur/ICT-systemer og totalværdi/LCA/LCC analyser (cirkulært byggeri).

På danske GTS-Institutter finder vi et stort test- og udviklingscenter inden for energieffektivisering i bygninger og industri, hvor der udvikles og testes nye energieffektive produkter, som bl.a. lever op til kravene i Ecodesign direktivet. Danske GTS-Institutter har også et stærkt fagmiljø inden for byggematerialer med avancerede laboratorier og pilotproduktion, herunder digitaliseret produktion med robotter og 3D-print. Der findes også kompetencer inden for cirkulær økonomi og miljøvaredeklarationer og ekspertviden om holdbarhed af bygninger og anlæg, herunder digitaliserede vurderinger med droner, AI og sensorer.

Ligeledes er der stærke danske forskningsmiljøer inden for fjernvarmesystemer. Forskningsmiljøer inden for digitalisering og udnyttelse af data om varmemeforbrug og -forsyning er under opbygning. Der er ligeledes forskningsmiljøer for brugeradfærd, der kan inddrages.

Danmark har også grundforskning inden for udvikling af mere bæredygtig cement. Der er også forskning inden for materialer, der adresserer reduceret CO₂-emission ved cementproduktion.

Danmark råder over et internationalt førende miljø inden for livscyklus og bæredygtighedsvurderinger. Ikke mindst inden for byggeriet er sådanne værktøjer afgørende. Der udvikles ligeledes energiløsninger og tilhørende værktøjer til byggeriets parter ved videncentre.

Forskning har været afgørende for hele omstillingen af kraftværksproduktion til biomasse og affald, og et tilsvarende arbejde er i gang omkring ren og effektiv produktion af cement og isoleringsmaterialer.

Danmark har kompetencer inden for digitalisering og effektivisering af drift af forsyning/spildevandsanlæg og er stærke inden for brug af digital twins til optimering af resourcegenindvinding og energiforbrug på rensningsanlæg. Danske universiteter kan også byde ind med erhvervsøkonomisk og politologisk forskning i, hvorledes der skabes incitamenter for eksempelvis byggeri og boligejere til grøn omstilling med fokus på CO₂, og forskning i spillet mellem nye planlægnings-, arbejds- og organiseringsformer, teknologiske løsninger samt behov for læring og kompetenceudvikling.

Forskning i software-infrastruktur er udbredt og kan mobiliseres til gavn for mange bæredygtighedsinitiativer.

Implementering af nye løsninger i byggesektoren kræver væsentlig omstilling af forståelsen af boliger og hjem, herunder det gode liv og organiseringsformer. Humaniora har udviklet forskningsmiljøer med fokus på menneskets sociale liv, omstillingsevner og værdiforståelser, herunder de barriereskabende forhold. Der findes ligeledes omfattende forskning i borgerinddragelse, samskabelse og sociale innovationsprocesser.

Dansk forskning i fysisk infrastruktur er i dag derimod begrænset, og forskningsmiljøerne på dette område er i nogen grad fragmenterede. Flere danske universiteter forsker i smarte databaserede systemer og avanceret modellering.

4.3 Driftsoptimering

På flere danske universiteter er der stærke forskningsmiljøer inden for optimering, regulering og kunstig intelligens.

5. Danske erhvervsstyrker

5.1 Produktionserhverv mv.

Virksomheder, der udvikler og producerer teknologier, produkter og løsninger til øget energieffektivitet, bl.a. pumper, belysning, sensorer, byggematerialer og -processorer har til sammen ca. 54.000 fuldtidsbeskæftigede i Danmark. Også danske vindmølleproducenter er centrale aktører på effektelektronikområdet. Danske virksomheder eksporterer køleanlæg og -komponenter til hele verden.

Dataopsamling af virksomheder inden for telekommunikation og databehandling er også en dansk erhvervsmæssig styrke.

Mange danske virksomheder leverer sofistikerede løsninger (pumper, køleanlæg, vindmøller, ventilation, staldsystemer, laboratorieudstyr mv.) baseret på indlejret software (såsom IoT). Mange danske virksomheder og den offentlige sektor er afhængig af datacentre, der ikke nødvendigvis konfigureres eller opbygges energioptimalt.

Da danske virksomheder typisk er kendetegnet ved en stor innovationsevne, et højt beredskab for samarbejde på tværs og med videninstitutioner samt viljen til at udnytte nye muligheder og teknologier, er det vigtigt at udnytte digitaliseringens muligheder. Her vil bæredygtighed i mange tilfælde via en bevidst tilgang indgå i synergi med optimeret funktionalitet og samlet set bidrage til en attraktiv forretningsmodel. På den måde kan produktionsvirksomhederne bidrage med en betydelig besparelse i CO₂ og forbedret bæredygtighed, samtidig med at danske virksomheder bringer sig i en gunstig konkurrenceposition på det internationale marked. Danske forskere har også årelang og omfattende erfaring med at rådgive danske og udenlandske virksomheder i at foretage bæredygtighedsvurderinger af deres produkter og teknologier.

Det er samtidig vigtigt at have fokus på virksomheder og regioner, hvor den teknologiske parathed og innovationsevne er mindre, og hvor der bør sættes særligt ind i forhold til omstilling og kompetenceudvikling.

5.2 Bygninger og byggeri

Byggeri og anlæg leverer et markant bidrag til den danske økonomi og har en omsætning, der udgør ca. 7 pct. af den samlede danske økonomi. Den samlede bygge- og anlægsbranche beskæftiger godt 170.000 personer, hvor langt størstedelen arbejder i SMV'er, og hvor en stor del er hjemmemarkedsorienterede i relation til byggeprocessen.

Især arkitekter, rådgivende ingeniører og materialeproducenter bidrager til eksport, hvor en markant del af styrken vedrører bygninger til sundhedssektoren, energi- og klimavenligt byggeri samt anlægsopgaver, herunder brobygning. Denne internationalt konkurrerende del af erhvervsområdet tæller knap 2.400 virksomheder, der præsterer en værditilvækst på lige over 20 mia. kr.

Målt på lønniveau og erhvervsspecialisering er den del af områdets konkurrenceevne blandt Europas top fem. Bygge og anlægsbranchen bidrager til vækst og beskæftigelse i hele Danmark, herunder i yderområderne via især fremstilling af byggematerialer.

Der er danske virksomheder med international konkurrencedygtighed inden for produkter og løsninger til energibesparende bygninger. Virksomheder, der leverer materialer, produkter og serviceydelser, der bruges eller indgår i byggeri og anlæg, udgør knap 31.000 fuldtidsbeskæftigede i Danmark.

Toneangivende danske virksomheder har medvirket til, at Danmark som det første land i verden er på vej med en bæredygtighedsklasse i bygningsreglementet med henblik på at gøre danske virksomheder internationalt konkurrencedygtige svarende til udviklingen på energiområdet.

Fjernvarmesektoren og den tilhørende industri har en stærk position internationalt.

Inden for produktion af træ- og biobaserede byggematerialer er der en række danske SMV'er med innovationspotentiale, men også en bredere dansk træindustri med et behov for investering i produktionsapparatet. Det samme innovationspotentiale finder man hos danske virksomheder inden for nye avancerede biomaterialer og inden for bygningsintegrerede energisystemer.

Internationalt set er byggeriet i Danmark stærkt industrialiseret og i stor udstrækning baseret på præfabrikerede systemer. Endvidere er den danske rådgivningsbranche (arkitekter og ingeniører) verdensførende. Disse styrker kan udnyttes ved udvikling af bæredygtigt byggeri, da kvalitetsstyring og dokumentation er en naturlig del af praksis.

Cirkulært byggeri er en bredt anerkendt og positiv dagsorden i dansk byggeri. Men området synes at have behov for et genbesøg af de komplekse rammebetingelser (f.eks. planlov/lokalplaner, bygningsreglement, certificeringer/standarder, regulering om farlige stoffer og udbudsregler), som har betydning for en indsats på området bl.a. for aktørernes aktiviteter inden for forskning og innovation.

5.3 Driftsoptimering

Virksomheder, der opererer i området, kan deles i to typer: Virksomheder, der betjener infrastrukturer, og virksomheder, der leverer produkter og løsninger inden for forsyningsbranchen.

6. Klimarådets anbefalinger vedr. forskningsbehov

Energieffektivisering i industrien og byggeri/bygninger indgår i Klimarådets anbefalinger som et centralt fokusområde i sporet med kendte omstillingselementer (det såkaldte implementeringsspor). Rådet anbefaler bedre incitamenter og ændrede rammevilkår for at fremme energieffektivisering. Hvad specifikt angår cementproduktion anbefaler rådet, at det bør undersøges, om man ved brug af nye produktionsteknikker kan opnå en cementproduktion, der har en mindre og/eller langt mere koncentreret udledning af CO₂. Det er f.eks. tilfældet for elektrisk kalcineringsproces, der endnu er på konceptstadiet, men som potentielt kan levere en brændselsfri cementproduktion med ren CO₂ fra kalcineringsprocessen, da der ikke er behov for forbrændingsluft. Et andet eksempel er en oxyfuel-proces, hvor ren ilt anvendes i stedet for forbrændingsluft. Denne ilt kan potentielt blive tilgængelig fra elektrolyse.

Klimarådet nævner endvidere byggeri i træ som et område, hvor der kan være behov for at undersøge potentialerne nærmere, da det kan reducere mængden af CO₂-intensive byggematerialer som beton og stål og binde træernes kulstof i bygninger.

7. Klimapartnerskabernes anbefalinger vedr. forskningsbehov

Der er flere af regeringens 13 klimapartnerskaber, som kommer med anbefalinger med relevans for energieffektivisering inden for blandt andet industriproduktion, byggeri og bygninger mv. Disse refereres kort i det følgende.

7.1 Klimapartnerskab for energi og forsyning

Klimapartnerskabet for energi og forsyning vurderer, at Danmark frem mod 2030 kan reducere sin CO₂-udledning med 64 pct. med forholdsvis kendte og skalerede løsninger på energiområdet. Her er der f.eks. tale om energieffektiviseringer, udskiftning af fossile brændsler med eldrevne varmepumper og erstatning af fossildrevne køretøjer med el-køretøjer samt øget biogasanvendelse. I forhold til energieffektivisering peger partnerskabet ikke på egentlige forskningsbehov men vurderer, at der frem mod 2030 er fortsat potentiale i at forfølge indsatser inden for industriprocesser, bygninger og boliger for at reducere energibehovet. Klimapartnerskabet præsenterer en omfattende plan for at bidrage til 2030 reduktionsmålet, hvor fokus først og fremmest er på anbefalinger til nye politiske strategier, ny regulering, udbud og investeringsstøtte. Hvis energiområdet derudover skal bidrage med reduktioner i andre sektorer for at nå 70 pct. målet, kan reduktionerne kun findes ved teknologier, som i dag er relativt umodne eller ved mere modne teknologier (f.eks. Power-to-X, CO₂-fangst eller CCS), der skaleres til et niveau, som i dag synes svært at realisere (se notatet om energiproduktion, -infrastruktur og -lagring).

7.2 Klimapartnerskab for produktionsvirksomhed og energiintensiv industri

Partnerskabet for produktionsvirksomheder omfatter ca. 12.500 virksomheder fordelt på 23 branchekoder med fremstilling af bl.a. vindmøller, pumper, metalvarer, trævarer og maskiner. Klimapartnerskabet vurderer, at CO₂e-udledningen kan reduceres 80-85 pct. i 2030 med overvejende rentable tiltag inden for effektivisering, elektrificering og grøn transport - dog er tilbagebetalingstiden ofte lang (mere end tre år).

Partnerskabet for den energiintensive industri omfatter virksomheder, som bidrager med materialer til bl.a. byggebranchen, produktionsvirksomheder, transportsektoren, fødevarerindustrien og energisektoren. Den energiintensive industri er karakteriseret ved en udbredt konkurrence på pris. Globalt set er sektoren kompliceret at dekarbonisere, fordi det kræver meget energi at opnå de nødvendige fremstillingstemperaturer (ofte

højere end 1.000 °C), og fordi råmaterialerne frigiver CO₂ under bearbejdelsen. Partnerskabet vurderer, at den energiintensive industri kan levere 1,6 mio. tons CO₂e (30 pct.) reduktion i 2030 ved udskiftning af kul og naturgas til biogas samt ved elektrificering af processer med lav og mellemtemperatur. Biogassen er på nuværende tidspunkt hverken erhvervsøkonomisk eller samfundsmæssig rentabel. 70 pct. CO₂e-reduktion er mulig ved brug af biogas og CO₂-fangst.

De to partnerskaber peger på otte indsatsområder: Energieffektivisering, elektrificering og rumvarme, skift til biogas, produktion og efterspørgsel efter bæredygtige løsninger, CO₂-fangst hos de største CO₂-udledere, øget genanvendelse af overskudsvarme, skift til grøn transport samt global indvirkning af dansk teknologi

I forhold til energieffektivisering er der ifølge partnerskaberne brug for optimering af processer og investering i mere energieffektivt maskineri, der kan reducere brugen af især naturgas og strøm. Klimapartnerskaberne vurderer, at energieffektivisering kan bidrage med en reduktion på 250.000 tons CO₂e i produktionsvirksomhederne og 200.000 tons CO₂e i den energiintensive industri.

De to partnerskaber nævner i forhold til energieffektivisering, at industrien vil bidrage til en opdatering af eksisterende online vidensplatforme, så der sikres en fælles adgang til videndeling, herunder også værktøjer til udregning af udledninger, katalog over mulige tiltag, tilbagebetalingsberegninger, call center og kontakt til uafhængige rådgivere. Dette kan f.eks. ske i samarbejde med ministerier, finanssektoren og forskningsmiljøer.

Partnerskabet for energiintensiv industri bemærker, at dets anbefalinger harmonerer med EU-Kommissionens strategiske prioriteter for den energiintensive industri i Europa, herunder bl.a. EU-Kommissionens prioritet om at oprette større F&U-programmer og opnå bedre integration med nationale programmer.

7.3 Klimapartnerskab for bygge- og anlægssektoren

Bygninger, broer og veje står for 30 pct. af Danmarks CO₂-udledning. Det kommer fra bygningernes energiforbrug, byggeprocessen i forbindelse med nybyggeri eller renovering og produktionen af byggematerialer. Bygge- og anlægsbranchens aktører indgår i alle disse faser og har derfor en nøglerolle i den grønne omstilling. Bygge- og anlægsbranchen beskæftiger 180.000 medarbejdere, og dertil kommer arkitekter, rådgivere og ansatte i byggeindustrien.

Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren peger på fem indsatsområder:

- 1) Intelligent styring og energirenovering (1,25 mio. ton CO₂/år),
- 2) Fra sort til grøn opvarmning (1,80 mio. ton CO₂/år),
- 3) CO₂-regnskab for bygninger (1,13 mio. ton CO₂/år),
- 4) Fossilfri byggepladser (530.000 ton CO₂/år) og
- 5) Energimærker til alle bygninger.

Klimapartnerskabet anbefaler, at demonstration og innovation skal fremmes inden for projektering og materialers CO₂-indhold i bygninger. Rådgivere og materialeproducenter skal i stigende grad anvende materialer med et lavt CO₂-aftryk i et livscyklusper-

spektiv, reducere materialeforbrug, bruge genbrugsmaterialer, optimere beregningsmetoder, anvende nye innovative løsninger, videndele og medvirke til udvikling af teknisk fælleseje. Partnerskabet anbefaler, at flere byggerier bliver projekteret med materialer med et reduceret CO₂-aftryk for at udvikle referencebyggerier for branchen, og at det offentlige og større bygherrer skal gå foran og investere i demonstrationsbyggerier.

8. Internationale perspektiver

Danmark kan ikke nå i mål med at realisere klima- og energimålsætningerne uden internationalt samarbejde. Deltagelse i europæisk og globalt forsknings- og innovations-samarbejde med fokus på øget energieffektivisering giver danske forskere og virksomheder adgang til ny eller særlig viden, flere forskningsmidler og talenter. Samtidig bidrager det internationale samarbejde til at synliggøre danske forskningsstyrker og grønne danske løsninger og teknologier og kan derved styrke Danmarks konkurrenceevne, vækst og beskæftigelse.

Analyser viser desuden, at adgang til internationale netværk og partnerskaber er af afgørende betydning for kvaliteten af dansk forskning, ligesom disse netværk og partnerskaber er en god måde at koble nationale forsknings- og innovationsprogrammer og initiativer sammen med EU-initiativer og globale indsatser.

Fordi Danmark har en klar styrkeposition inden for energieffektivisering, er danske partnere oftest relevante og eftertragtede i de internationale samarbejdsprojekter inden for dette felt, hvilket giver god mulighed for danske forskere og virksomheder til at bringe deres viden og teknologier videre på internationalt plan i samarbejde med de stærkeste energieffektiviseringsaktører i og uden for Europas grænser.

Danmark klarer sig lige nu rigtig godt i konkurrencen om midler fra EU-rammeprogrammet, Horizon 2020. De danske energieffektiviseringsaktører i de europæiske forsknings- og innovationsprojekter er primært virksomheder og universiteter, men de trækker også kommuner, forsynings- og boligselskaber ind i projekterne på anvendelsessiden.

I EU er der et meget stort fokus på vigtigheden af energieffektivitet for at mindske energiforbruget i samfundet, og der er sat et fælles EU-mål for energieffektivitet på 32,5 pct. i 2030 jf. Energieffektiviseringsdirektivet og aftale om energieffektivisering i bygninger. "Energieffektivitet først" er et centralt princip i forbindelse med Energi Unionen. Forskning anses som et vigtigt element for at få udviklet de rigtige løsninger til at indfri dette potentiale, hvilket også har været afspejlet i delprogrammet "Secure, Clean and Efficient Energy" i EUs rammeprogram for forskning og innovation.

I det nye europæiske rammeprogram for forskning og innovation, Horizon Europe, vil der fortsat være stort fokus på energieffektivisering – i særdeleshed energieffektivitet i bygninger. Som et nyt tiltag vil Horizon Europe facilitere energiforskning på tværs af klima-, energi- og transportsektoren for at sikre et mere holistisk fokus på F&U projekternes miljø- og klimamæssige effekter – herunder hvordan projekterne kan bidrage til at understøtte EU's overordnede energi- og miljøpolitiske målsætninger under European Green Deal og Energi Unionen.

Med Horizon Europe vil der endvidere blive etableret en række store, strategiske partnerskaber om grøn omstilling, energieffektivisering i bygninger, smarte byer mv. Ud over netværket og den ny viden der udvikles via partnerskaberne, skal de medvirke til at

koble nationale F&I-programmer og initiativer sammen med EU- og globale initiativer. De kommende partnerskaber vil stort set alle have et stort fokus på klimaudfordringer.

EU-partnerskaber i forhold til energieffektivisering, der umiddelbart vurderes mest relevante for dansk forskning (listen med eksempler er ikke nødvendigvis udtømmende), er:

- Built environment and Construction
- Sustainable, Smart and Inclusive Cities and Communities

På energiområdet er det desuden besluttet at definere en mission vedr. "Climate-neutral and smart cities", hvor der forventeligt vil blive indgået grønne kontrakter med 100 europæiske byer om at blive CO₂ neutrale inden for en overskuelig fremtid. De konkrete mål og fokusområder inden for missionen forventes at blive defineret i løbet af 2020, og hvis denne nye store satsning skal blive til gavn for klimaarbejdet i Danmark, er der behov for at engagere sig i arbejdet.

Der er også perspektiver i et styrket samarbejde med lande uden for Europa. Dette samarbejde hviler ofte på bilaterale samarbejdsaftaler på regerings- og/eller institutionsniveau og involverer de offentlige forskningsfinansierende fonde.

Bilateralt samarbejde kan f.eks. omfatte et fælles opslag og finansiering af aktiviteter under forskning, teknologi og innovation inden for bestemte sektorer, teknologier, fagligt-tematiske områder eller globale udfordringer, verdensmål mv. Bilaterale samarbejder omfatter som regel et tværdisciplinært samarbejde og kan involvere myndigheder, virksomheder og forsknings- og uddannelsesinstitutioner.

De danske innovationscentre rundt om i verden fremhæver og vurderer, at der er efterspørgsel efter et bilateralt F&U-samarbejde med Danmark om energieffektivitet med bl.a. USA, Korea og Indien. Samarbejdet kan bl.a. omhandle intelligente elsystemer, fjernvarme og hybride vedvarende energisystemer.

Det bilaterale samarbejde kan styrkes gennem en tæt national koordinering og opbygning af stærkere bilaterale netværk og flere projektsamarbejder samt ved at koble indsatsen tættere til programmer og aktiviteter i regi af internationale organisationer. Det gælder f.eks. EU's kommende rammeprogram for forskning og innovation Horizon Europe, EUREKA, International Energy Agency (IEA) eller Mission Innovation.