



# GRØN OMSTILLING AF DET BYGGEDE MILJØ

FORSKNINGS- & UDVIKLINGSINDSATSER  
TIL FREMTIDIGE ROADMAPS  
HOVEDRAPPORT

DARE

THE DANISH NETWORK  
FOR ARCHITECTURE  
AND URBANISM  
RESEARCH



ForskByg

Forum for forskning & udvikling i byggeriet

# GRØN OMSTILLING AF DET BYGGEDE MILJØ

## FORSKNINGS- OG UDVIKLINGSINDSATSER FOR FREMTIDIGE ROADMAPS

Januar 2024

### Udarbejdet af:

Martha K. Sørensen, Teknologisk Institut (PL)

Daniel K. Hermansen, Aalborg Universitet

Signe Hald, Aalborg Universitet

### Publikationen er udarbejdet i samarbejde mellem:

DARE & ForskByg

### Styregruppe:

Hans Jørgen Andersen, Instituttleder, Aalborg Universitet

Mette Glavind, Direktør, Byggeri & Anlæg, Teknologisk Institut

Jakob Brandtberg Knudsen, Dekan, Det kongelige Akademi

Hans Nørgaard Hansen, Institutdirektør, Danmarks Tekniske Universitet

### Følgegruppe:

Arkitektforeningen, Danske Arkitektvirksomheder, Danske Landskabsarkitekter, DI Byggeri, Concito, Foreningen af Rådgivende Ingeniører, Grundejernes Investeringsfond, IDA, Kommunernes Landsforening, Realdania, Rådet For Bæredygtigt Byggeri, Rådet For Grøn Omstilling, We Build Denmark

### Illustrationer:

Hvor intet andet er angivet er illustrationerne forfatterne egne.

### Udgave:

2. udgave (Figur s. 12 er opdateret).

Analysen er udarbejdet med støtte fra den filantropiske forening Realdania.

### Bidragydere og interviewpersoner:

Anders Dragsted, Head of Building Design, DBI

Anna Aslaug Lund, Adjunkt, Københavns Universitet

Anne Beim, Professor & Centerleder, Det Kongelige Akademi

Anne Mette Boye, Stadsarkitekt, Aarhus Kommune

Boris Broman Jensen, Ekstern Lektor, Det Kongelige Akademi

Carsten Damgaard, Forskningsdirektør, DBI

Christian Thuesen, Lektor, Danmarks Tekniske Universitet

Claus Beier, Professor, Københavns Universitet

Ditte Bendix Langg, Seniorspecialist, Niras

Gertrud Jørgensen, Professor, Københavns Universitet

Gustavo Ribeiro, Lektor, Det Kongelige Akademi

Hanne Ullum, Vicedirektør, Bygherreforeningen

Helga Grønnegaard, Projektchef for strategisk udvikling, Urland

Henrik Brøner Jørgensen, Lektor & forskningsleder, Syddansk Universitet

Henrik Gudmundsson, Seniorkonsulent, Conctio

Henrik Vejre, Professor, Københavns Universitet

Jan Karlshøj, Lektor, Danmarks Tekniske Universitet

Jens Holmboe, Direktør, Vejdirektoratet

Lars Thrane, Centerchef, Teknologisk Institut

Lea Holst Laursen, Sektionsleder & Lektor, Aalborg Universitet

Lies Vanhoutteghem, sektionsleder, Teknologisk Institut

Lærke Cecilie Bjerre, Specialkonsulent, Kommunernes Landsforening

Malene Freudendahl-Pedersen, Professor, Aalborg Universitet

Maria Felsingård-Hansen, Sektionsleder, Teknologisk Institut

Ole B. Jensen, Professor, Aalborg Universitet

Ole Fryd, Lektor, Københavns Universitet

Peder Fynholm, Souschef, Teknologisk Institut

Peter Nørkjær Gade, Forskningsleder, UCN

Per Goltermann, Professor, Danmarks Tekniske Universitet

Per Heisselberg, Professor, Aalborg Universitet

Sára Finsdóttir, konsulent, Teknologisk Institut

Thilde Fruergaard Astrup, Seniorkonsulent, Teknologisk Institut

Thomas Juul, Sektionsleder, Teknologisk Institut

Tina Vestermann Olsen, Adjunkt, Aalborg Universitet

Toke Rask Frandsen, Centerchef, Teknologisk Institut

Torben Dam, Lektor, Københavns Universitet

Tom Nielsen, Professor, Arkitektskolen Aarhus

Tove Lading, Lektor & studieleder, Danmark Tekniske Universitet

Ulrik Hindsberger, Centerchef, Teknologisk Institut

**DARE** | THE DANISH NETWORK  
FOR ARCHITECTURE  
AND URBANISM  
RESEARCH

**ForskByg**  
Forum for forskning & udvikling i byggeriet

# INDHOLDSFORTEGNELSE

## INTRODUKTION

FORORD	S. 4
BAGGRUND OG FORMÅL	S. 7
VISION FOR 2050	S. 10
MILJØFAKTA	S. 12
HVAD MÅLER VI PÅ?	S. 16
ET SAMMENHÆNGENDE BYGGET MILJØ	S. 18

## HOVEDOMRÅDER

S. 24

## HOVEDOMRÅDE A AREALANVENDELSE

AREALANVENDELSE I 2050	S. 29
INDLÆG AF HELGA GRØNNE- GAARD	S. 30
STRATEGISK PLANLÆGNING	S. 32
INVOLVERING	S. 34
NATUREN I CENTRUM	S. 35
MULTIFUNKTIONALITET	S. 36
PRODUKTION	S. 37
KLIMATILPASNING	S. 38
LOVGIVNING	S. 40

## HOVEDOMRÅDE B

### BYER

BYER I 2050	S. 45
INDLÆG AF ANNE METTE BOYE	S. 45
FORTÆTNING	S. 48
BOFORMER & BOKULTUR	S. 50
FORGRØNNING	S. 51
FYSISK PLANLÆGNING	S. 52
SMARTE BYER	S. 54
KLIMATILPASNING	S. 55
LOVGIVNING	S. 57

## HOVEDOMRÅDE C

### MOBILITET

MOBILITET I 2050	S. 63
INDLÆG AF DITTE BENDIX LANNØ	S. 64

MOBILITETSADFÆRD	S. 67
STRATEGISK PLANLÆGNING OG LOVGIVNING	S. 68
TRANSPORTFORMER	S. 70
TRANSPORTSYSTEMER	S. 71
RETFÆRDIG MOBILITET	S. 72
15-MINUTTERSBYEN	S. 75

## HOVEDOMRÅDE D BYGNINGER

BYGNINGER I 2050	S. 81
INDLÆG AF HANNE ULLUM	S. 82
ANSVARLIGT FORBURG	S. 84
BYGGEPROCESSER, FORRET- NINGSMODELLER & DIGITA- LISERING	S. 86
BYGGEMATERIALER	S. 88
RENOVERING & TRANSFOR- MATION	S. 90
NYBYGGERI & HOLDBARE LØSNINGER	S. 92
UDFØRELSE & NEDRIVNING	S. 94
DRIFT & SMARTE BYGNINGER	S. 96
LOVGIVNING	S. 97

## HOVEDOMRÅDE E INFRASTRUKTUR

INFRASTRUKTUR I 2050	S. 103
INDLÆG AF JENS HOLMBOE	S. 104
ANSVARLIGE BYGHERRER	S. 106
BYGGEPROCESSER, FORRET- NINGSMODELLER & DIGITA- LISERING	S. 107
ANLÆGSDESIGN	S. 108
LEVETIDSFORLÆNGELSE	S. 109
HOLDBARE LØSNINGER	S. 110
MATERIALER	S. 111
UDFØRELSE & DRIFT	S. 112

## ANVISNINGER TIL ROADMAPS

	S. 117
REFERENCELISTE	S. 127

# INTRODUCTION



## FORORD

*Af: Hans Jørgen Andersen, Aalborg Universitet; Mette Glavind, Teknologisk Institut; Jakob Brandtberg Knudsen, Det Kongelige Akademi; Hans Nørgaard Hansen, Danmarks Tekniske Universitet*

Det byggede miljø har en enorm impact på CO<sub>2</sub> emissioner, energiforbrug, ressourceforbrug og påvirkning af biodiversiteten, og dermed også et stort ansvar for at finde løsninger, der kan forbedre impact. For at lykkes med den grønne omstilling i det byggede miljø, har vi behov for tværgående indsatser. Den grønne omstilling kan ikke løses i de enkelte områder, hvor vi sidder hver især. Der er brug for synergi, men også for forståelse for de udfordringer, der er på tværs af de forskellige områder.

I dette projekt har vi derfor prøvet noget nyt! Vi har samlet alle landets forsknings- og vidensinstitutter, der arbejder med det byggede miljø, og vi har lavet et samlet overblik over nødvendige forsknings- og innovationsaktiviteter, der kan være med til at løse udfordringerne. Derudover har vi inddraget en bred kreds af brancheaktører for at få skabt mest muligt ejerskab til de udpegede indsatsområder. Den grønne omstilling af det byggede miljø er en transformation, der får stor betydning for de fleste aspekter inden for det byggede miljø – og som favner meget bredt og dækker arealanvendelse, byer, mobilitet, infrastruktur og bygninger.

### **Forståelse på tværs og respekt for de planetære grænser**

Den grønne omstilling af det bebyggede miljø indebærer, at påvirkningerne af både miljø og sociale forhold skal holde sig in-

den for de videnskabeligt definerede planetære grænser. For overskuelighedens skyld har vi i rapporten udpeget fire miljømæssige indikatorer, der skal synliggøre, hvordan de enkelte indsatser har effekt på miljøet – enten direkte eller indirekte. De fire indikatorer er drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet samt toksicitet.

Når indsatser for grøn omstilling bliver udviklet og implementeret, skal vi være opmærksomme på at håndtere byrdeforskydning fra én effekt til en anden, hvilket betyder, at hverken det sociale eller det økonomiske råderum må kompromitteres, når vi fx arbejder med miljøeffekter.

### **Udvikling og fælles ståsted**

Formålet med projektet har dels været, at det byggede miljøes betydning for den grønne omstilling, får et større fokus, og dels, at aktørerne, der er involverede i det byggede miljø, får et fælles afsæt for den fremadrettede udvikling.

Det er vores håb, at dette overblik vil være et første fælles ståsted på tværs af det byggede miljø, så fremtidig forskning og udvikling i endnu højere grad håndterer sammenhængen på tværs - og dermed bidrager til holistiske løsninger.

Denne publikation repræsenterer et overblik over indsatserne inden for de forskellige områder. Resultatet er 5 hovedområder,

35 indsatsområder og 160 udviklingsindsatser. Det kan selvsagt tage pusten fra enhver – og derfor er der nu behov for, at vi på tværs af det byggede miljø skal planlægge og prioritere indsatsen.

Gå efter størst effekt på den korte bane – men tænk langsigtet

Der er ikke én indsats, der kan få os i mål med den grønne omstilling af det byggede miljø, og vi kan ikke bare tage en ting ad gangen – for det har vi faktisk ikke tiden til!

Derfor må en række indsatser, sættes i gang parallelt, samtidig med, at forskellige indsatser er afhængige af hinanden. Hvis vi skal overholde Paris-aftalen og holde os under temperaturændringer på 1,5C, er der behov for at prioritere indsatsen. Vi skal derfor sørge for at få igangsat de indsatser, hvor der er størst effekt på kort sigt. Dermed opstår et behov for at få etableret en eller flere handlingsanvisende planer (eller et roadmap), der analyserer effekten af de forskellige indsatsområder og indsatser over tid og desuden giver input til, hvordan indsatserne påvirker hinanden.

Er det byggestop? Arealanvendelse med fokus på natur og biodiversitet? Eller måske incitamenter, der begrænser ineffektiv personmobilitet, der potentielt har størst betydning for den grønne omstilling?

Det skal vi sammen finde ud af – så vi kan arbejde videre og sikre, at vores indsats bliver både handlingsorienteret og korrekt,

så vi kan ændre den måde vi både forstår hinanden, tænker, handler og bygger på.

### **Om projektet**

Projektet er lavet i et samarbejde mellem ForskByg og Dare.

ForskByg er en forening på bygge- og anlægsområdet med mål om at fremme forskning, innovation og uddannelse til gavn for en bæredygtig udvikling af fremtidens arkitektur, byggeri og anlæg i Danmark. ForskBygs medlemmer består af: Arkitekt-skolen Aarhus, Danmarks Tekniske Uni-versitet, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut, Det Kongelige Akademi, FORCE Technology, Københavns Erhvervs Aka-demi, Københavns Universitet, Professi-onshøjskolen UCN, Syddansk Universitet, Teknologisk Institut, UCL Erhvervsakade-mi og Professionshøjskole, VIA University College, Zealand Sjællands Erhvervsaka-demi, Aalborg Universitet og Aarhus Uni-versitet.

Dare er et netværk bestående af Aalborg Universitet, Københavns Universitet, Roskilde Universitet, Syddansk Universitet, Aarhus Universitet, Arkitektskolen Aarhus og Det Kongelige Akademi. Målet med Dare er at samle landets uddannelses- og forskningsmiljøer til at blive endnu stærkere samarbejdspartnere og bidragydere ved transformationen af byer og samfundet i øvrigt.

Tak til bidrag fra alle involverede parter.  
Tak til Realdania for finansiering.

## BAGGRUND OG FORMÅL

Vi er midt i en overskyggende klimakrise, der kræver handling og markante reduktioner af klimagasserne på den helt korte bane. Tilbagegangen i biodiversiteten er ligeledes en problematik, der skal løses, ellers vil det få store konsekvenser for natur og livet på planeten. I august 2023 fik vi via Circularity Gap report et mål for cirkulariteten i Danmark - 4% er ikke et højt tal. (Circle Economy 2023) Det vidner om, at vi har behov for at reducere vores resourceforbrug.

Det byggede miljø favner bredt i samfundet. Lige fra arealanvendelse og byer til mobilitet, infrastruktur og bygninger. Men det byggede miljø favner også en meget stor del af samfundets aktivitet, og dermed tegner sig for en markant del af miljøaftrykket. Byggeriet er ansvarlig for 30% af CO<sub>2</sub>-udledningen, 40 % af energiforbruget (Energistyrelsen u.d.), 40 % affaldsmængderne (Teknologisk Institut 2021) og 31 % resourceforbruget i Danmark (Circle Economy 2023). 14 % af arealanvendelsen i Danmark går til bebyggelse, infrastruktur og belægninger samtidig med, at det gennemsnitlige boligareal pr. person stiger. Biodiversitetens kår er trængte grundet det store pres på arealerne, som både skal bruges til nye udstykninger, produktion af materiale til nye byggevarer. Hvis det danske samfund skal i mål med den grønne omstilling, har det byggede miljø altså en helt afgørende rolle.

Den grønne omstilling betyder, at det byggede miljø skal udvikles med begrænset

miljømæssige konsekvenser samtidig med, at den sociale bæredygtighed oprettholdes. Vi skal reducere klima- og ressourcetryk, øge biodiversiteten og begrænse toksiciteten. Det er en radikal omstilling, og det bliver ikke nemt. Men det er den vej vi skal.

Formålet med projektet er dels, at det byggede miljøes betydning for den grønne omstilling får et større fokus, dels at aktørerne, der er involverede i det byggede miljø, får et fælles afsæt for den fremadrettede udvikling. Resultaterne skal bidrage til overblik, helhed og koordinering på tværs af forskellige områder og indsatser. Det er vores håb, at rapporten kan anvendes som afsæt til dialog med alle aktører med det formål at løfte dagsordenen om det byggede miljøes betydning. Det er også vores håb, at det kan skabe politisk opmærksomhed dels om sektorernes store betydning dels om de muligheder, der ligger i at udvikle og implementere løsninger. Det er vigtigt at understrege, at det ikke har været muligt indenfor rammerne for projektet at udvikle et decideret roadmap, der viser meget konkrete veje til at reducere miljøpåvirkningerne. Rapporten anviser retninger og peger på nødvendige indsatser, der kræver forskning og innovation. Det er et grundlag for at udvikle konkrete roadmaps for enten hele det byggede miljø eller delmængder af dette.

ForskByg og DARE, der repræsenterer et bredt udvalg af landets forsknings- og ud-

viklingsmiljøer, står bag dette projekt, der er finansieret af Realdania. Nærværende rapport beskriver hovedområder og tilhørende forsknings- og udviklingsindsatser til den grønne omstilling af det byggede miljø i Danmark. Indsatserne er identificeret ud fra en række interviews med repræsentanter fra forsknings- og udviklingsmiljøerne samt inddragelse af brancherepræsentanter via workshops og høring. Det betyder, at listen over udviklingsindsatser repræsenterer ét billede baseret på de input, der er kommet ind fra aktørerne. På trods af, at der har været en inddragelse fra en bred kreds af aktører i de tilknyttede brancher, kan der være indsatser eller fokusområder, som andre aktører ville have belyst mere eller mindre, end de er i nærværende publikation.

For et hurtigt overblik er der udarbejdet en PIXI-Rapport som er tilgængelige via nedenstående QR-kode:



## LÆSEVEJLEDNING

Rapporten er delt op i tre kapitler.

I introduktionen gennemgås metode for arbejdet, vision for 2050, fakta for det byggede miljø i forhold til den grønne omstilling samt en beskrivelse af, hvordan vi er tilgået bæredygtighed og begrebet grøn omstilling af det byggede miljø.

I næste kapitel introduceres rammen for det byggede miljø, og hvordan sammenhænge viser sig på tværs af de enkelte områder.

I tredje kapitel gennemgås de fem hovedområder, ud fra følgende skabelon: fakta for hovedområdet i forhold til den grønne omstilling, introduktion og afgrænsning af området, vision for området, eksternt inspirationsindlæg, der alene er udtryk for forfatterens holdning, gennemgang af indsatsområder og tilhørende forsknings- og udviklingsaktiviteter og slutteligt en oversigt over indsatsernes påvirkninger af de fire udvalgte indikatorer: drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet.

I det afsluttende kapitel trækkes peges på nogle af de gennemgående temaer for de forskellige hovedområder, som er af særlig betydning i det fremadrettede arbejde med den grønne omstilling af det byggede miljø. Desuden anvises næste skridt i arbejdet frem mod den grønne omstilling.

## METODE

Indsatsområder samt forsknings- og udviklingsområder er identificeret i en intensiv inddragelse af repræsentanter fra ForskByg og Dare. Arbejdsgruppen har gennemført 36 interviews af fagpersoner, der er fordelt på mere end 10 forskellige institutioner. Udkast til beskrivelse af de enkelte hovedområder er sendt ud til kvalificering hos de respektive fagpersoner. Fagpersoner er nævnt som bidragsydere og interviewpersoner i kolofonen i nærværende publikation.

Repræsentanter fra erhvervsliv er som følgegruppe inddraget gennem workshop og bilateral dialog. De er ligeledes listet i kolofonen.

Udkast til den samlede publikation er fremsendt til både fagpersoner og følgegruppe til kommentering.

Arbejdsgruppen har taget flere redaktionelle valg igennem processen med udarbejdelse af nærværende publikation. Vi har søgt at medtage alle væsentlige indsatsområder og beskrive udfordringer og behov så nøjternt som muligt, men der vil derfor være indsatsområder, der kunne være beskrevet på en anden måde, eller som kunne have fået et andet fokus.

## VISION FOR 2050

Det byggede miljø har i 2050 gennemgået en omvæltende transformation, hvilket har været afgørende for at vi er lykkedes med den grønne omstilling. Med indflydelse fra nye, bevidste generationer har befolkningens mindset rykket sig, så der er en naturforståelse, hvor menneskets behov ikke er hævet over naturens økosystemer. Det betyder, at beslutninger og handlinger indenfor det byggede miljø til hver en tid afvejes ud fra et regenerativt perspektiv, hvor det menneskelige behov ikke løses på bekostning af naturens økosystemer.

Den nye naturforståelse har haft en afgørende effekt på de planetære grænser. I overensstemmelse med Parisaftalen fra 2015, har vi stabiliseret den globale opvarmning til +1,5°C . Forbruget af jomfruelige ressourcer er minimeret, og biodiversiteten trives.

I år 2050 ser Danmarks landskab markant anderledes ud. Gennem gunstige jordfordelingsmetoder er arealanvendelsen ændret, så der nu er større naturområder, med en stor andel af beskyttet natur og høj biodiversitet. Den fysiske planlægning er helhedsorienteret, langsigtet og strategisk. Lovgivning sikrer, at naturhensyn og klimaaftryk prioriteres over målsætninger om vækst. Regenerative tilgange til produktion og forbrug har gjort det muligt for mennesker at bruge naturressourcer bæredygtigt til samfundets behov herunder mad, energi og byggematerialer.

Byerne er fortættede og arealerne er optimerede. I de tætte byer er den enkelte borgers boligkvadratmeter få, til gengæld er nye attraktive boligformer og typologier udviklet, urbane landskaber mellem bygningerne er af høj kvalitet og væsentlige funktioner og services er velstrukturerede, så transport og transporttid er mindsket. Byerne er socialt bæredygtige, ved at være inkluderende og mangfoldige. De er for alle borgere uanset social status og indkomst. Bynatur og grønne infrastrukturer er udbredt, så økosystemer, natur og mennesker beskyttes og holdes sunde.

Der har igennem årene været et fortsat behov for klimasikring grundet den globale temperaturstigning. Det er løst med naturbaserede løsninger med langsigtede positive effekter for biodiversiteten, så byer er robuste overfor klimaforandringer og katastrofer.

I 2050 kører der markant færre biler på vejene, og transportsektoren er effektiviseret, så den kollektive trafik i højere grad kan rumme flere forskellige typer af behov, både på tværs af land og by. De trafikale hierarkier er ændret i byen, og mange byer har implementeret konceptet med 15 minutters byen, som sikrer, at hverdagslivets funktioner er tilgængelige indenfor en radius af 15 min til fods eller cykel fra ens hjem. Der er etableret store trafikale knudepunkter, som sikrer gode forbindelser til andre bydele og byer men også landdistrikter med delebiler og kollektive transportløsninger.

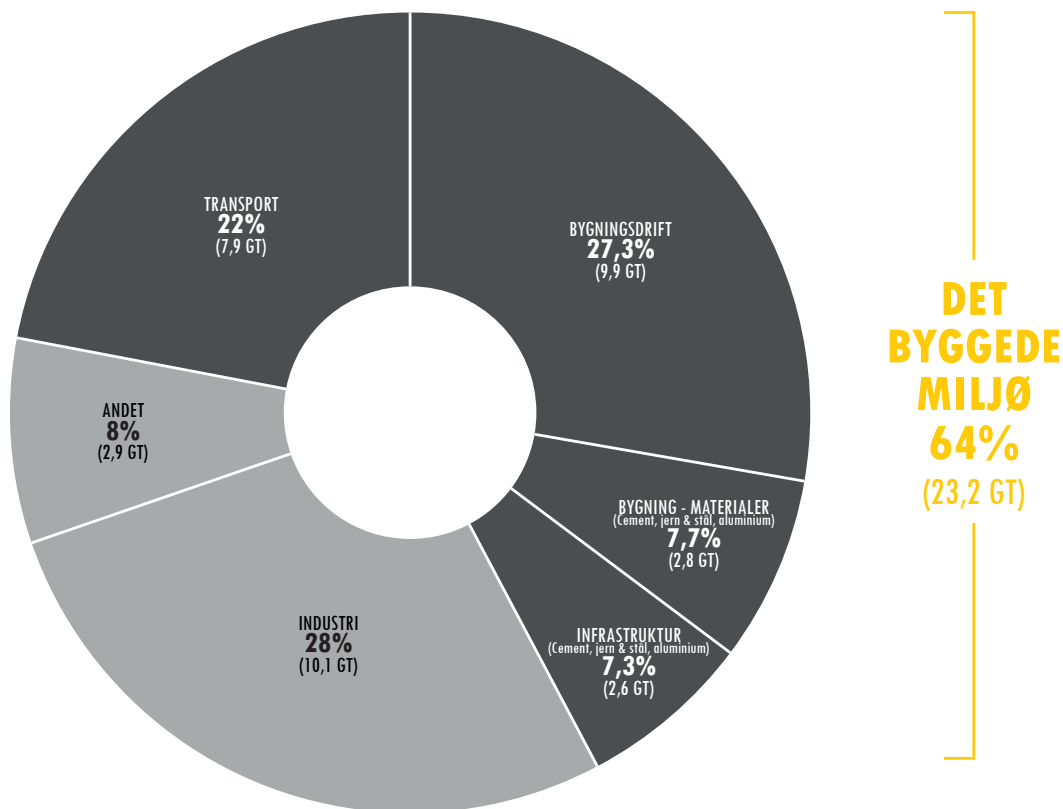
Størstedelen af de bygninger, der eksisterer i dag, eksisterer også i 2050. Det skyldes, at alle bygninger anses for at være bevaringsværdige alene grundet deres ressourcemæssige værdi. De kan ikke nødvendigvis genkendes, da mange er transformerede, så de opfylder nutidens behov. Forbruget af jomfruelige materialer er reduceret til materialer, der har mulighed for at blive regenereret, og affaldsprodukter fra byggeindustrien skal reduceres eller slet ikke opstå. Der opføres 'sunde' byggerier, hvor mennesker trives både fysisk og psykisk. Det betyder, at indeklima er optimeret men også, at bygninger opføres med fokus på den menneskelige skala.

Infrastrukturen er i 2050 optimeret efter tværgående analyser af de komplekse sammenhænge med arealanvendelse, byer og mobilitet, hvor det miljømæssige aftryk herunder klimaaftryk, ressourceforbrug og biodiversitet vurderes sammen med økonomi og sociale parametre. Ny teknologi har vundet indpas, så synergieffekter opnås fx veje der generer strøm via kraftoverførsel fra biler og lasttransport og øget biodiversitet på tunnelelementer og broernes pyloner. Ladeinfrastrukturen er fuldt udbygget og energiforsyningen er optimeret ud fra lokale energiproduktioner og mulighed for lagring.



## MILJØFAKTA OM DET BYGGEDE MILJØ

### CO<sub>2</sub> AFTRYK FRA ENERGIFORBRUG I DET GLOBALE BYGGEDE MILJØ



Figurtekst: Figuren er baseret på (Kilde: Architecture 2030, u.d.) og oversat til dansk. Figuren er modereret, så summeringen favner nærværende rapport's definition af det byggede miljø, der omfatter transport.

**Det byggede miljø er ansvarlig for knap 64% af de samlede årlige CO<sub>2</sub> udledninger på verdensplan.**

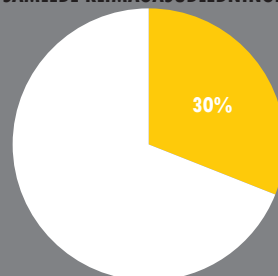
Ud af de samlede udledninger fra det byggede miljø står drift af bygninger for ca. 27%, hvorimod aftrykket for de 4 tunge materialer til bygninger og infrastruktur (cement, jern, stål og aluminium) står for yderligere 15%. Mobilitet er ansvarlig for 22%.

## 4 HURTIGE OM DET BYGGEDE MILJØ:

### Klimagasudledninger:

- Danmarks samlede CO<sub>2</sub> aftryk er 64,7 millioner tons (2022). Det svarer til 11,1 tons pr. indbygger, over dobbelt så meget som verdensgennemsnittet på 5,5 tons pr. indbygger.

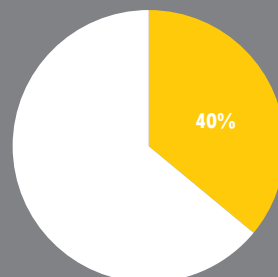
BYGGERIETS ANDEL AF DANMARKS SAMLEDE KLIMAGASUDLEDNINGER:



### Ressourceforbrug:

- Danmark benytter årligt 24,5 tons pr. indbygger af jomfruelige materialer (2022). Et tal som er markant højere end verdensgennemsnittet på blot 11,9 tons pr. indbygger.

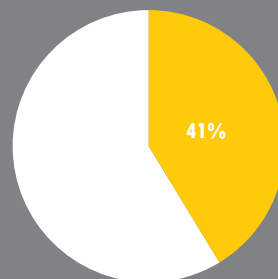
ANDEL AF AFFALD FRA BYGGERIET:



### Biodiversitet:

- Fra 1970 og frem til 2016 faldt andelen af vilde dyr med 68% på verdensplan og det anslås at der i 2050 vil uddø 1 millioner arter.

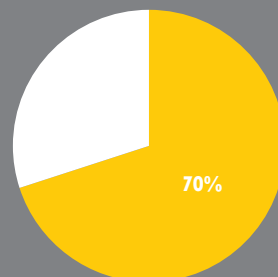
ANDEL AF ARTER SOM ER I FARE FOR AT UDDØ:



### Toksicitet:

- I EU alene er der over 150.000 forskellige kemiske stoffer i omløb, som kan havne i havet. Mange er giftige, hormonforstyrrende, kræftfremkaldende eller har andre skadelige virkninger

ANDEL AF LANDBRUGSRELATERET KVÆLSTOFUDLEDNINGER I HAVET:



## BÆREDYGTIGHED I DET BYGGEDE MILJØ

Rammen for bæredygtighed i nærværende projekt tager udgangspunkt i den oprindelige definition af bæredygtighed fra Brundtland-kommissionen. Definitionen sættes i kontekst i de Planetære grænser og gøres sektorspecifik i Byggeriets doughnut, der tager afsæt i Doughnut-økonomien. Den grønne omstilling af det bebyggede miljø indebærer derfor, at påvirkningerne af både miljø og sociale forhold skal holde sig indenfor de videnskabeligt definerede planetære grænser.

Brundtland-kommissionen definerede bæredygtighed i 1987 som "at imødekomme de nuværende behov uden at sætte kommende generationers evne til at opfylde deres egne behov i fare." Denne definition lægger vægt på at opretholde en balance mellem økonomisk udvikling, social retfærdighed og miljømæssig beskyttelse for at sikre, at ressourcerne og miljøet bevares for fremtidige generationer. Brundtland-kommissionen understregede behovet for at tage hensyn til både kortsigtede og langsigtede konsekvenser af vores handlinger og træffe beslutninger, der fremmer en bæredygtig udvikling på tværs af alle sektorer af samfundet.

De 17 verdensmål, der er en operationalisering af Brundtlandsrapporten, er FNs nuværende ramme for bæredygtig udvikling, som medlemslandene arbejder efter.

### De Planetære grænser

De planetære grænser er en konceptuel

ramme, som udtrykker det sikre handlingsrum for menneskets påvirkning af planeten indenfor ni nøgleparametre. De ni planetære grænser omfatter klimaaendringer, tab af biodiversitet, kemisk forurening, oceanernes overfiskning, landbrugsudledning, ozonlaget, luftforurening, ferskvandsudnyttelse og ændringer i kvælstof- og fosforcyklussen.

Ifølge analyse fra 2023 har vi overskredet 6 ud af de ni grænser, hvilket er en væsentlig forøgelse siden lancering af rammen i 2009, hvor 4 grænser var overskredne. Når de planetære grænser overskrides, er der en overhængende risiko for at klodens systemer destabiliseres.

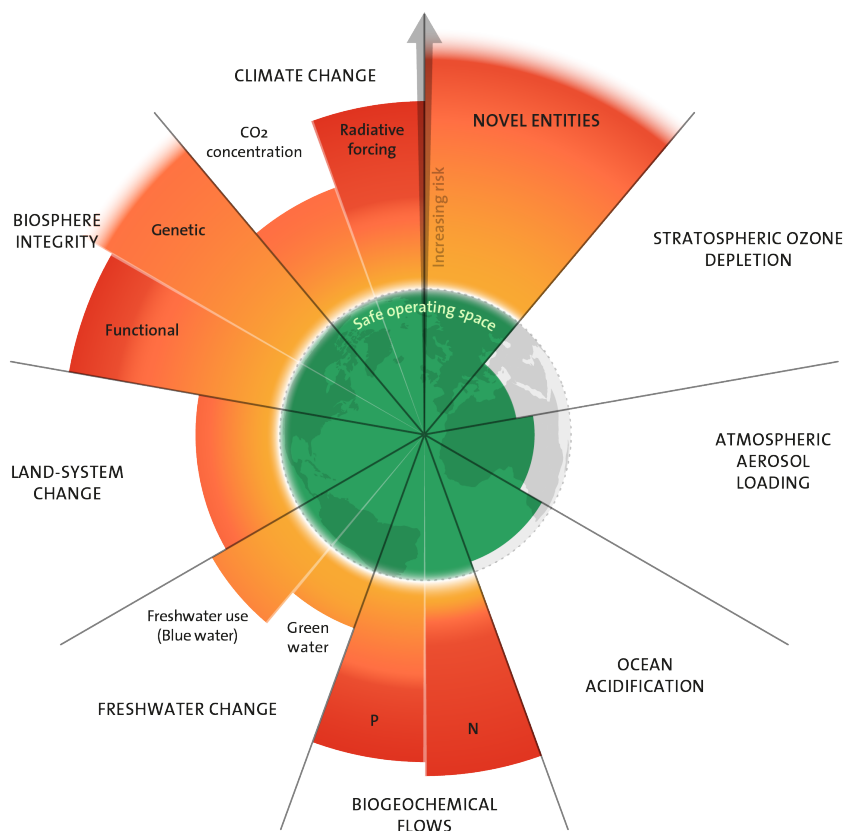
### Doughnut for det bebyggede miljø

Doughnut-økonomien er en vision for, hvordan vi kan balancere mellem menneskets og naturens behov hvilket illustreres med dels det sociale fundament, hvor alle mennesker får opfyldt deres grundlæggende behov, dels det økologiske loft, hvor vi ikke overskrider de planetære grænser. (Raworth 2017) Det betyder, at der er et snævert råderum mellem de to ringe, hvor menneskeheden kan handle. Ligesom for de plantære grænser har vi også overskredet det sociale fundament, hvor en stor del af verdens befolkning ikke får opfyldt deres grundlæggende behov.

Vi har brug for at operationalisere teorierne, så vi kan bruge dem i praksis, hvilket betyder, at der er behov for at allokere de

planetære grænser til de behov vi har i det globale samfund. Dette er dog en kompleks øvelse, der i sidste ende vil basere sig på værdipolitiske valg. Der er endnu ikke en global accepteret model for denne allokering. I dansk kontekst er der to eksempler på en oversættelse af teorierne indenfor det byggede miljø – dels Reduction Roadmap (Reduction Roadmap u.d.) dels Byggeriets doughnut. (Birgisdóttir, H., et al. 2023) Reduction Roadmap har

med afsæt i råderummet for drivhusgasser søgt at definere grænseværdien for nybyggeriets klimaaftryk. Byggeriets Doughnut, har oversat principperne fra doughnut-økonomi til byggebranchen. Dette paradigme er et forsøg på at give aktørerne indenfor de byggede miljø konkrete værktøjer til at balancere på doughnutens tynde råderum.



Figurtekst: Illustration af de ni planetære grænser fra opdateret analyse i 2023. Den inderste cirkel illustrerer det sikre handlingsrum – og det ses, at grænserne for klimaændringer, tab af biodiversitet, oceanernes overfiskning, landbrugsudledning, ferskvandsudnyttelse, kemisk belastning og ændringer i kvælstof- og fosforcyklussen er overskredet (Azote for Stockholm Resilience Centre 2023)

## HVAD MÅLER VI PÅ?

Hvis vi skal rykke på billedet af de overskredne planetære grænser, er der behov for en total omstilling af det byggede miljø, idet det byggede miljø favner en stor del af aktiviteten i samfundet. I nærværende rapport er udgangspunktet grøn omstilling – dvs. der er fokus på at reducere det miljømæssige aftryk af det byggede miljø.

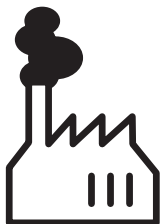
Når indsatser for grøn omstilling udvikles og implementeres, skal vi være opmærksomme på og håndtere byrdeforskydning fra en effekt til en anden, hvilket betyder, at hverken det sociale eller det økonomiske råderum må kompromitteres. Det er fx ikke en grøn omstilling ud fra nærværende definition at høste mineraler fra en mine til produktion af nye materialer med lavere klimaaftryk, hvis der anvendes børnearbejde eller der er problemer med sikkerheden i minen. Et andet eksempel er, at når mobiliteten omlægges, så den i højere grad baseres på elektricitet og offentlig transport, skal der tages hensyn til alle borgernes mobilitetsmuligheder – hvis løsningerne fx bliver dyrere.

En række af indsatserne fokuserer derfor på værktøjer og metoder, der kan analysere og måle på både miljømæssige og økonomiske parametre – men der er i høj grad også behov for at få et nuanceret billede af de sociale forhold som en del af aktiviteterne i det byggede miljø.

For overskuelighedens skyld er der udpeget fire miljømæssige indikatorer, der skal

synliggøre indenfor hvilke(t) miljøeffekter de enkelte indsatser bidrager – enten direkte eller indirekte. De fire indikatorer er drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet samt toksicitet og økotoksicitet.

I de efterfølgende afsnit anvendes de fire indikatorer grafisk til at illustrere, hvordan de enkelte indsatsområder påvirker miljøet. Denne kategorisering er udtryk for en simpel vurdering, som med fordel kan kvalificeres i et fremtidigt arbejde.



### **DRIVHUSGASUDLEDNINGER**

I det byggede miljø stammer drivhusgasudledninger bl.a. fra energiforbrug baseret på fossile brændsler til produktion af byggematerialer og til opvarmning og drift af bygninger. Derudover er mobiliteten ansvarlig for en stor del forbruget af fossile brændsler.



### **RESSOURCEFORBRUG**

Det byggede miljø anvender både jomfruelige og regenerative materialer til etablering af byggeri, infrastruktur og byer. Der er et fokus på at undgå forbrug af jomfruelige ressourcer men de biogene materialer er også en begrænset ressource.



### **BIODIVERSITET**

Biodiversiteten begrænses af det byggede miljø, da naturens mulighed for at udfolde sig reduceres, når areal skal bruges til byer, byggeri og infrastruktur. Indsatserne skal bidrage direkte eller indirekte til øget biodiversitet.



### **TOKSICITET**

Toksicitet og økotoksicitet er de skader hhv. mennesker og natur udsættes for i forbindelse med brugen af kemi i bygninger og i det omkringliggende miljø. Indsatsen bidrager direkte eller indirekte til at begrænse uønskede kemi.

## ET SAMMENHÆNGENDE BYGGET MILJØ

Mens en fortsat urbanisering, øget befolkningstilvækst, manglende biodiversitet og klimaforandringer øger presset på det byggede miljø, skal en systematisk og radikal omstilling inden for selv samme accelereres. Måden vi bygger, bor og transporterer os på skal gentænkes, og det samme skal måden vi anvender vores arealer, så bl.a. produktionsformer, herunder de materialer som vi bruger i byggeriet, bliver klimavenlige.

Det byggede miljø danner rammen om og former vores hverdagsliv. Overordnet set består det byggede miljø af vores byer og åbne landskab, hvori industri, uddannelse, mobilitet, landbrug, boliger, infrastruktur, kultur og handel er placeret. By og land er traditionelt set opfattet som adskilte, hvor det åbne land i kontrast til byen indeholder landbrug, naturområder og 'bløde' konstruktioner, mens byen indeholder veje, bygninger og 'hårde' konstruktioner. Med en øget opmærksomhed på klimamæssige og økologiske udfordringer er det dog blevet tydeligt, at by og land er stærkt forbundet. På trods af den visuelle forskel, forbindes de af systemer, processer og netværker, som medfører, at ændringer et sted påvirker det andet. Byerne og det åbne landskab favner altså hele det byggede miljø, og danner rammen om vores samfund, socialt, økonomisk og miljømæssigt.

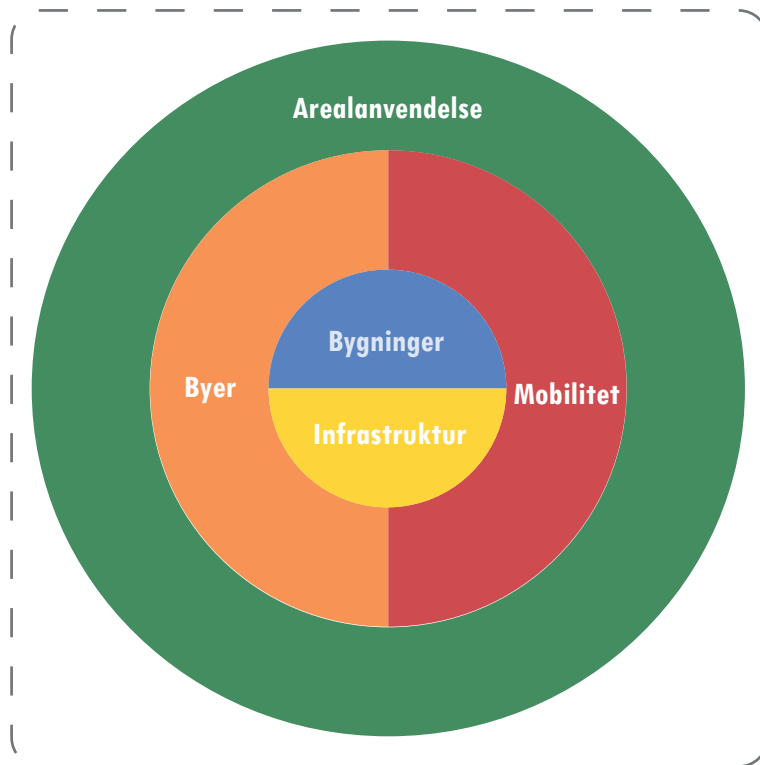
Når vi skal omstille os og nye grønne løsninger skal findes, er det afgørende, at

vi forstår hele det byggede miljø som en sammenhæng på tværs af byen og det åbne landskab. Heri findes både bebyggelser med tilhørende friarealer og det resterende urbane landskab, der inkluderer infrastruktur, mobilitet, parker mv. De forskellige dele eksisterer både i byen og i det åbne land, dog i forskellig koncentration. Fx findes infrastruktur og bebyggelser i det åbne landskab, men disse er mere koncentreret i byerne, på samme måde som, at landbrugsdrift og produktion eksisterer i byerne, men i højere grad er koncentreret i det åbne landskab.

Når der skal arbejdes med det byggede miljø som sammenhængende og forbundet, bliver det vigtigt at lave brede samarbejder og sikre samtidig udvikling på tværs af fagområder og sektorer. Der har tidligere været tradition for at bryde problematikker op og arbejde specialiseret med det byggede miljø inden for afgrænsede områder, hvilket har medført en høj grad af individualisering, manglende samarbejde og manglende overblik. For at undgå ukoordinerede og utilsigtede løsninger, er det afgørende at viden, udvikling og koordinering sker på tværs af sektorer og fagområder, med øje for det sammenhængende byggede miljø.



## DET BYGGEDE MILJØ: BYER OG DET ÅBNE LANDSKAB



*Figurtekst: De fem hovedområder er tæt forbundne. Sammenhængen og hierarkiet er her skitseret. Arealanvendelse angiver den overordnet ramme, byer og mobilitet afgrænser anvendelsen mens infrastruktur og bygninger kendetegnes som forbrugere i det byggede miljø.*



ET  
BÆREDYGTIGT  
BEBYGGES MILJØ  
FREM MOD  
2050

**Arealanvendelse**

- STRATEGISK PLANLÆGNING
- PRODUKTION
- KLIMATILPASNING
- MULTIFUNKTIONALITET
- INVOLVERING
- NATUREN I CENTRUM
- LOVGIVNING

**Bygninger**

- BYGGEKVALITETER
- NYBYGGERI & HOLDBARE LØSNINGER
- RENOVERING OG TRANSFORMATION
- DRIFT OG SMARTE BYGNINGER
- LOVGIVNING
- ANSVARLIGT FORBRUG
- BYGGEPROCESSOR, FORRETNINGSMODELLE & DIGITALISERING
- UDVÆRELSE OG NEDRIVNING

**Byer**

- SMARTE BYER
- KLIMATILPASNING
- FORRETNING
- INVOLVERING
- EVNINGSPLANLÆGNING
- BYGGERI & BEKVALDELSE
- FORSPØRGNING
- LOVGIVNING

**Infrastruktur**

- LEVEDYGFØLGENSSE AF EKISTERENDE KONSTRUKTIONER
- ANLÆGSDESIGN
- ANSVARLIGE BYGGERER
- HOLDBARE LØSNINGER
- UDVÆRELSE & DRIFT
- MATERIALER
- BYGGEPROCESSOR, FORRETNINGSMODELLE & DIGITALISERING

**Mobilitet**

- MOBILITETSDESIGN
- 15-MINUTTERSBYEN
- STRATEGISK PLANLÆGNING & LOVGIVNING
- TRANSPORTSYSTEMER
- TRANSPORTDRØRER
- PEDESTAL MOBILITET

Formålet med denne rapport er at sikre koordinering, sammenhæng og prioriteringer for kommende forsknings- og udviklingsprogrammer inden for grøn omstilling af det byggede miljø. Overblik over hovedområder, tilknyttede indsatsområder og konkrete udviklings- og forskningsindsatser vil bidrage til denne koordinering. Rapportens strukturelle tredeling - hovedområder, indsatsområder og udviklings- og forskningsindsatser – har som intention at skabe overblik trods den tydelige simplificering af virkeligheden.

Hovedområderne udgør det øverste niveau i tredelingen, og adresserer hver for sig forskellige vigtige aspekter inden for grøn omstilling af det byggede miljø og dækker samlet det byggede miljø. Fem hovedområder er identificeret; arealanvendelse, byer, mobilitet, bygninger, infrastruktur. Arealanvendelse handler om måden vi anvender vores arealer og landskaber på til fx bosætning, infrastruktur, energisystemer, naturområder og landbrug. Byer omfatter det tætbebyggede landskab og handler om struktureringen og planlægningen af vores bebyggelser og livet som de indrammer. Mobilitet handler mere bredt om transportsystem og transportformer, samt om den mobilitetsadfærd der finder sted når individer bevæger sig på tværs af byer og det åbne landskab. Infrastruktur knytter sig til det urbane landskab, og handler bl.a. om anlæg af veje, broer og energiinfrastruktur. Bygninger beskæftiger sig på samme

måde som infrastruktur med opførelse og konstruktion af bygninger. Fælles for alle hovedområderne er at deres relaterede indsatsområder i flere tilfælde tilhører og påvirker flere forskellige hovedområder på en gang, hvilket er med til at understrege hvorledes det byggede miljø er forbundet. Sammenhængen og hierarkiet for de fem hovedområder er søgt skitseret på figuren nedenfor. Hvor arealanvendelse og byer danner rammen for det byggede miljø, er infrastruktur og bygninger mere kendetegnet som forbrugere i det byggede miljø.

Hvis den grønne omstilling skal lykkes, må den fremtidige udvikling af grønne og bæredygtige løsninger ske indenfor og i sammenspil mellem alle de fem hovedområder. For eksempel vil placeringen af nye bygninger og bydele have stor betydning for behov for infrastruktur og efterfølgende mobilitetsadfærd, og på samme måde vil placeringen af vedvarende energianlæg påvirke byerne og de åbne landskaber. Prioriteringer af indsatsområder uden øje for sammenhæng med alle hovedområderne, kan resultere i utilsigtede løsninger, der risikerer at have negative miljømæssige, sociale eller økonomiske konsekvenser indenfor et område. De tværfaglige discipliner og holistiske løsninger er altså helt afgørende for den grønne omstilling af hele det byggede miljø.

# **IDENTIFIKATION AF HOVEDOMRÅDER**

I de følgende kapitler er de fem hovedområder beskrevet. Under hvert hovedområde er der identificeret et antal indsatsområder samt en række konkrete forsknings- og udviklingsindsatser.

Indsatserne er identificeret ud fra 33 interviews med specialister indenfor de enkelte hovedområder. Derudover har følgegruppen haft mulighed for at give input. Listen over forsknings- og udviklingsindsatser er ud fra denne intensive inddragelse et første bud på et samlet overblik over det byggedes miljø udfordringer, men overblikket har givetvis mangler, og det skal ikke ses som en endelig udtømmende liste.

Indledningsvist under hvert hovedområde er der formuleret en kort vision for, hvordan dette område ser ud, når vi er lykkedes med den grønne omstilling i 2050. Visionen er redaktørernes formulering, men den er baseret på input fra interviewpersonerne.

Efter beskrivelserne af indsatsområderne opsummeres hvert hovedområde med en oversigt over indsatsernes påvirkninger. Her er effekterne fra de enkelte indsatsområder vurderet ud fra de fire indikatorer: drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet. Resultatet er en simpel vurdering foretaget af redaktørerne og er ikke udtryk for en dybdegående analyse af indsatsernes miljøeffekter.

Skemaet på de efterfølgende sider giver et samlet overblik over hovedområder og de identificerede indsatsområder, der beskrives i de følgende kapitler. Efter gennemgangen af de fem hovedområder opsummeres relevante tværgående tendenser og anvisninger. I bilag 1 kan ses en samlet oversigt over hoved- og indsatsområder, og tilhørende udviklingsindsatser.

Der er identificeret faglige områder, der er repræsenteret i flere af hovedområderne. Det er her vigtigt være opmærksom på, at den viden, som tilvejebringes indenfor et område, også kan udnyttes i andre områder. De tværfaglige områder dækker over cirkulær økonomi, lovgivning, klimatilpasning, digitalisering og dokumentation af miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed samt lovgivning.

På den efterfølgende side ses et samlet overblik over hovedområder og dertilhørende indsatsområder. De efterfølgende kapitler vil herefter udfolde de 5 hovedområder, indsatsområder og forskning og udviklingsindsatser for de respektive områder.

I pixi-versionen er der for hvert hovedområde præsenteret en overblikstabel med indsatsområder og dertil hørende udviklingsindsatser.

# AREALANVENDELSE

STRATEGISK  
PLANLÆGNING

INVOLVERING

NATUREN I CENTRUM

MULTIFUNKTIONALITET

PRODUKTION

KLIMATILPASNING

LOVGIVNING

# BYER

FORTÆTNING

BOFORMER  
& BOKULTUR

FORGRØNNING

FYSISK PLANLÆGNING

SMARTE BYER

KLIMATILPASNING

LOVGIVNING

# MOBILITET

MOBILITETSADFÆRD

STRATEGISK PLANLÆG-  
NING & LOVGIVNING

TRANSPORTFORMER

TRANSPORTSYSTEMER

RETFÆRDIG MOBILITET

15-MINUTTERSBYEN

# BYGNINGER

ANSVARLIGT FOR-  
BRUG

BYGGEPROCESSER,  
FORRETNINGSMODELLER  
& DIGITALISERING

BYGGEMATERIALER

RENOVERING &  
TRANSFORMATION

NYBYGGERI &  
HOLDBARE LØSNINGER

UDFØRELSE &  
NEDRIVNING

DRIFT & SMARTE  
BYGNINGER

LOVGIVNING

# INFRASTRUKTUR

ANSVARLIGE  
BYGHERRER

BYGGEPROCESSER,  
FORRETNINGSMODELLER  
& DIGITALISERING

ANLÆGSDESIGN

LEVETIDFORLÆNGELSE  
AF EKSISTERENDE  
KONSTRUKTIONER

HOLDBARE LØSNINGER

MATERIALER

UDFØRELSE OG DRIFT

# ANVISNINGER

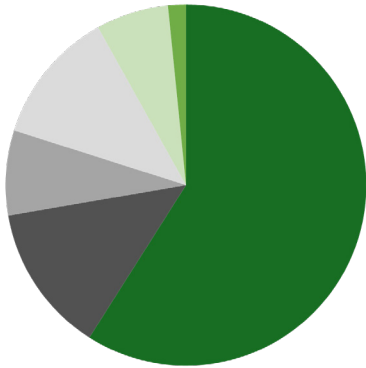




# HOVEDOMRÅDE A AREALANVENDELSE

# FAKTA

## Arealopgørelse (2021)



- 59% landbrug
- 13% skov
- 8% bebyggelse
- 12% søer, vandløb, heder og anden natur
- 6% infrastruktur og øvrige kunstige overflader
- 2% ikke klassificeret

Samlet areal:

42.952 km<sup>2</sup>

Andel af beskyttet naturareal:

2,3%

Andel af beskyttet havareal:

12%

EU's målsætning:

30% beskyttet natur inden 2030, hvoraf 10% skal være strengt beskyttet natur

National målsætning:

20-25% af det danske areal er dækket af skovlandskaber ved slutningen af det 21. århundrede

Firedobling af vedvarende energi på land inden 2030

Reducere drivhusgasudledningen inden for landbrug med 55-65% inden 2030

(Kilder: Danmarks Statistik 2021; Dyrenes Beskyttelse & Danmarks Naturfredningsforening 2022; Biodiversitetsrådet 2022; European Commission 2020; Miljø- og Fødevarerministeriet 2018; Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022; Landbrugsaf tale 2021; Aalborg Universitet 2017)

# AREALANVENDELSE

Den grønne omstilling af Danmark forudsætter en markant ændring af vores arealanvendelse, da arealerne i dag bruges og forvaltes på uhensigtsmæssige måder med negative konsekvenser for både klima, biodiversitet og sundhed. Der er samtidig kamp om arealerne, som gør det udfordrende at finde plads til nødvendige tiltag og forandringer.

Det åbne landskab spiller en væsentlig rolle i den grønne omstilling. Det er her, der skal omlægges eller frigives arealer til skovrejsning, naturgenopretning, udtagning af lavbundsjord, udbygning af VE-anlæg, klimatilpasning, og bæredygtig landbrugsproduktion. Samtidig påvirker klimaforandringerne vores landskab med mere ekstremt og usikkert vejr, som medfører flere tørkeperioder, øget regnmængder, stigende havvand og grundvand. Sammen med de generelt forhøjede temperaturer ændres de nuværende levebetingelser for dyr og planter, samt nuværende forudsætninger for bosætning ved kysterne, arealbrug og forvaltning.

En stigende urbanisering og befolknings-tilvækst betyder, at vi må overveje vores bosætning i byerne og på landet. Skal byerne følge den historiske udvikling og udvide bygrænsen i takt med øget bosætning eller skal byzonen afgrænses, så flere mennesker bor på mindre areal? Og skal bosætningen på landet spredes ud i landskabet, skal den eksisterende spredte bebyggelse udvikles til små bæredyg-

tige fødevarerforsyningsenheder, mindre klynge-enheder eller en blanding af ovenstående? Valgene vil bl.a. påvirke den erhvervsmæssige udvikling, adgangen til infrastruktur og mobilitet, livskvalitet, biodiversitet, klimatilpasning, social sammenhængskraft på landet.

Presset og konkurrencen om arealerne er høj, hvilket stiller store krav til den administrative planlægning, der helhedsorienteret skal balancere og prioritere de mange forskellige arealinteresser, hensyn og ønsker.



## AREALANVENDELSE I 2050

I år 2050 ser Danmarks landskab markant anderledes ud. Gennem gunstige jordfordelingsmetoder er arealanvendelsen ændret, så der nu er større naturområder, med en stor andel af beskyttet natur og høj biodiversitet.

Den største forandring ses inden for landbruget, der fysisk fylder mindre i landskabet og ser anderledes ud med nye produktionsformer, der holder sig inden for de planetære grænser. Tidligere landbrugsarealer er nu anvendt til bl.a. energianlæg, nye grønne og blå landskabsstrukturer, hvori flere forskellige funktioner er inkorporeret, så som klimatilpasning, CO<sub>2</sub> lagring, rekreation osv. Samtidig er størrelsen på byerne begrænset, så de enkelte byer er fortættede og der arbejdes med transformation frem for nedrivning.

Den fysiske planlægning er helhedsorienteret, langsigtet og strategisk og sikrer inddragelse og fortsat grøn udvikling. Den tilhørende lovgivning er samtidig med til at sikre at natur, klima og biodiversitet prioriteres over målsætninger om vækst, og en naturlov er med til at sikre andre levende væsners og planters formelle rettigheder. Befolkningens generelle bevidsthed og viden om naturen er øget, og flere deltager aktivt i naturværnende initiativer og tiltag.

# Vi står over for en historisk grøn omstilling af vores arealer. Men lovgivning og tilskudsordninger er ikke fulgt med de ambitiøse politiske mål for vores arealanvendelse.

Af Helga Grønnegaard, Projektchef, Urland



Foto: Urland

Håndtering af store samfundsudfordringer er – og bør være – en vigtig anledning til en fornyelse af vores landdistrikter. Arealerne i landdistrikterne er bl.a. afgørende for, at vi lykkes med at skabe sammenhængende naturarealer, afbøde oversvømmelses-trusler, rejse skov, producere bæredygtige fødevarer, sikre rent drikkevand og etablere vedvarende energianlæg. Kampen om plads i landskabet spidser til.

I 2022 offentliggjorde indenrigs- og boligministeren aftalen om en ny planlov under overskriften, »Ny aftale om planloven skal fremme den grønne omstilling«. Set i forhold til de beskrevne udfordringerne, vi står overfor, virker aftalen som en forpasset mulighed for at sætte retning og ramme for fremtidens arealer på en måde, der skaber stabilitet, fremtidssikrer fødevarerproduktion og giver grønne løsninger for kommende generationer.

Der er fine forbedringer for grøn omstilling i revisionen. For eksempel får kommunerne bedre muligheder for at stille krav om afværgeforanstaltninger, der skal beskytte nybyggeri mod oversvømmelser samt for at sikre, at krav om beplantning i bynatur bliver en realitet. Men disse forbedringer matcher hverken kompleksiteten eller skalaen i de nødvendige handlinger, der skal til for at løse tidens store samfundsopgaver.

Regeringen har truffet beslutning om f.eks. 15 nationalparker, 10-15 store energiparker, samt aftalen om en grøn omstilling af dansk landbrug med indsatser for udtagning af 100.000 hektar lavbundsarealer, mere privat skovrejsning og etablering af vådområder. Problemet er bare, at de uden en overordnet ramme, risikerer at kollidere i implementeringen, fordi vi ikke har landarealer nok til at løse udfordringerne hver for sig. Det bedste svar, som planlovsrevisionen har på kampen om arealerne, er, at der skal nedsættes et tværministerielt udvalg, der skal samle erfaringer og afdække muligheder for helhedsorienteret kommunal planlægning for arealanvendelsen i det åbne land.

Det er en vigtig opgave, og forudsætningerne for at skabe helhedsorienterede planløsninger starter hos ministerierne selv. Det tværministerielle udvalg bør se på, hvordan den fysiske planlægning (i Kirkeministeriet) kan arbejde bedre sammen med projektordningerne, der er fordelt ud i Energistyrelsen, Kystdirektoratet, Miljø-

styrelsen, Naturstyrelsen og Landbrugsstyrelsen. I dag er det nemlig tilfældigt, om tilskudsordninger til arealprojekter reelt bidrager til at udmønte planlægningen. Det bliver ofte muligheden for at hjemtage statslige- eller EU-finansierede projektordninger i kommunerne, der er bestemmede for, hvordan arealerne anvendes og i mindre grad kommuneplanens rammer for fremtidig brug af arealerne.

Multifunktionel jordfordeling er en måde at få gennemført en helhedsorientering planlægning, der dels giver landmænd og lokalsamfund ejerskab til forandringerne, dels skaber et styrket grundlag for medfinansiering. I de multifunktionelle jordfordelingsprojekter er der gode eksempler på samarbejdsaftaler mellem Naturstyrelsen, kommunerne og f.eks. vandselskaber, Hedeselskabet og Den Danske Naturfond. Der er tale om samarbejdsaftaler med store finansielle muskler og lange tidsperspektiver, der dermed gavner projekter for offentlige projektmidler med kortere tidsperspektiv. Problemet er, at pilotordningen er udløbet, selvom 58 % af kommunerne peger på redskabet som det vigtigste virkemiddel til at skabe klimaløsninger for landbrug og arealanvendelse (KL's Klimabarometer 2022)

De gode erfaringer med multifunktionel jordfordeling ser i lighed med revisionen af planloven ud til at være en historisk forpasset mulighed for at fremme den nødvendige omstilling af arealanvendelsen.

En række virksomheder, fonde og pen-

sionsselskaber med flere udviser i disse år stor interesse for at opkøbe arealer til skov, landbrug eller natur med henblik på at kunne anvende CO<sub>2</sub> - optaget eller gevinster for naturen i klimaregnskabet eller i samfundskontrakten. De skubber på udviklingen af nye forretningsmodeller, hvor beskyttelse af klima og natur bliver afgørende for at skabe markedsværdi.

På nationalt plan mangler vi forståelse for, at offentlige midler kan anvendes som afsætningsrampe for private investeringer med henblik på at forbedre brug af arealer og samfundsøkonomi. Det er kompliceret at arbejde på tværs af ressortområder. Men det er den eneste vej frem, når vi skal lave langtidssikrede løsninger, der ikke øger kampen om arealerne. Hvis ukoordinerede beslutninger får den konsekvens, at arealpuslespillet må lægges om, kan mange års arbejde og investeringer være spildt.

## UDVIKLINGSINDSATSER OG VIDENSBEHOV

En grøn omstilling af vores landskab er kompleks og indbefatter bl.a., fælles visioner og strategier for fremtidig arealanvendelse, bred inddragelse og dialog, øget naturforståelse, samt nye værktøjer, der forbedrer beslutningsgrundlaget for omstillingen, herunder lovgivning, nye løsningsmodeller og virkemidler for arealanvendelse og omstillingsprocesser.

Hovedområdet "arealanvendelse" er ind delt i følgende indsatsområder:

- Strategisk planlægning
- Involvering
- Naturen i centrum
- Multifunktionalitet
- Produktion
- Klimatilpasning
- Lovgivning

## STRATEGISK PLANLÆGNING

Strategiske planer med helhedsorienterede tilgange, spiller en rolle for skabelsen af fælles udvikling og retning imod bæredygtige byggede miljøer. Gennem strategisk planlægning opstilles mål og visioner for fremtiden, der er med til at sætte retning på en udvikling. De strategiske planer afviger i nogen grad fra de fysiske og juridisk bindende planer, i det de er juridisk uformelle, og frem for at have fokus på konkrete fysiske tiltag, er de primært udviklingsorienterede. Eksempler på strategiske planer er kommunale visionsplaner, helhedsplaner og udviklingsplaner.

De strategiske planer kan fungere som et redskab til at realisere visioner for by- og arealudvikling. Planernes realisering er bundet op på en kreds af aktører, herunder lokale borgere, og hvor kommunen kan indtage forskellige roller som fx en facilitator eller medejer i udviklingsprojektet. Involvering er en stor del af planprocessen, hvor dialog på tværs af lokale aktører og borgere, der sammen skal forstå deres plads i en større sammenhæng og identificerer udviklingspotentialer og definerer en fælles vision for deres lokalsamfund.

Der er et behov for at udforske strategisk planlægning i den grønne omstilling af det åbne lands landskab. Tilgangen er velkendt inden for komplekse byfornyelses og -udviklingsopgaver i den tætte by, hvor der på samme måde som i det åbne land er høj konkurrence om pladsen. Disse erfaringer kan der med fordel drages nytte af



i omstillingen af det åbne land. Ligeledes tyder det på, at udvikling af nye redskaber, organisations- og finansieringsformer inden for arealudvikling, der fremmer social, økonomisk og miljømæssig udvikling for lokalsamfundene, vil være gunstig for den grønne omstilling. I den forbindelse er det ligeledes relevant fortsat at udforske nye metoder i involveringsprocesserne som fx brugen af fremtidsscenerier til at diskutere fælles udviklingsretninger.

De strategiske planer bør tage udgangspunkt i det lokale sted og landskab, hvor stedsbundende kvaliteter bruges som afsæt for udvikling, men det er samtidig også vigtigt at inkludere et større regionalt eller globalt perspektiv. Byerne og det åbne landskab bør betragtes i en helhed på tværs af skalaer, så planlægning har øje for de større sammenhænge som en indsats, et tiltag eller et projekt indgår i. Her er det bl.a. væsentligt at læse landskabet og forstå de forudsætninger som landskabet giver både i en lokal og regional skala, for at der kan planlægges i overensstemmelse med landskabet og skabe gunstig udvikling og forandring.

I dag er det i høj grad den enkelte kommune, der træffer arealanvendelsesbeslutninger, hvilket kan betyde, at det store nationale overblik mangler. Da landets geografi og forhold er varierende, er det nærliggende at et nationalt strategisk blik eller statslige rammer kan nuancere forskellige typer og mængder af anvendelse på tværs

af landet. Dette er især relevant i forhold til placering af vedvarende energianlæg, naturområder osv.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor strategisk planlægning:

- Udvikling af organiseringsformer- og finansieringsformer, der understøtter realiseringen af strategiske planer
- Udforskning af metoder inden for borgerinddragelse
- Udbygning af redskaber, værktøjer og metoder til at forstå det lokale og regionale landskab og dets naturgrundlag, så den grønne omstilling tager udgangspunkt i specifikke steds- og landskabsforhold
- Udvikling af strategiske planer som et planredskab i omstilling af det åbne land

**“LANDSKABET BØR VÆRRE FORUDSÆTNINGEN FOR HVORDAN DET BYGGEDE MILJØ ER STRUKTURERET. LANDSKABET ER RAMMEN FOR ALT I DET BYGGEDE MILJØ.”**

**- TORBEN DAM, LEKTOR KØBENHAVNS UNIVERSITET**

## INVOLVERING

En grøn omstilling af arealanvendelsen i det åbne land vil påvirke mange lokalsamfund og vil skabe markante ændringer af de fysiske hverdagsomgivelser og i nogle tilfælde ændre levevilkårene for den lokale borger. Fx udfordres vedvarende energi-projekter på land i dag af lokal modstand - fx placeringen af et nyt solcelleanlæg tæt på bygrænsen, som vil ændre det lokale landskab. Vi bør blive klogere på, hvordan den lokale modstand kan imødekommes eller afværges. Borgernære inddragelsesprocesser er en mulig løsning til at skabe lokal opbakning. Ved at involvere lokale borgere, lodsejere og interessenter i omstillingsprojekter, hvor der informeres, diskuteres og lokale ønsker ytres, kan lokal opbakning, medejerskab og forankring skabes, som kan give projekterne medvind og drivkraft.

**“BORGERNÆR TRANSFORMATIONS PROCES, HVOR VI ARBEJDER MED PROCESSER DER INVOLVERER BORGERNE I DEN OMDANNELSE VI SKAL HAVE AF DET BYGGEDE MILJØ. HVIS VI IKKE INVOLVERER BORGERNE, SÅ ER TESEN AT VI IKKE KOMMER SÅ LANGT MED DEN GRØNNE OMSTILLING. HVIS VI SKAL BO PÅ EN ANDEN MÅDE OG AGERE PÅ EN ANDEN MÅDE I VORES BYGGEDE MILJØ, FX TAGE CYKLEN FREM FOR BILEN, SÅ HANDLER DET OM AT MAN SKAL LAVE FORANDRING HOS DEN LOKALE BORGER.”**

**- LEA HOLST LAURSEN, LEKTOR, AALBORG UNIVERSITET**

Inddragelsesprocesserne for større omstillingsprojekter, fx ny jordfordeling eller en ny vindmøllepark, er for de kommunale planlæggere en tidskrævende og ressourcetung opgave. De meget involverende og projektbaserede planprocesser, som tager lang tid, kan være i modstrid med

den hastende grønne omstilling. Det kan derfor være gavnligt, fortsat at afsøge nye involverings-løsninger, så effektiviteten og tempoet øges på ellers tidskrævende processer med lange tidshorisonter.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor involvering:

- Udforske og afsøge muligheder inden for borger og –interessentinddragelse, så samskabelse styrkes
- Støtte borgernes viden om grøn omstilling gennem spekulative involveringsprocesser til at kvalificere diskussioner om fremtiden

## NATUREN I CENTRUM

Den grønne omstilling rokker ved vores natursyn. I nyere tid har natursynet været præget af en menneske-centreret opfattelse, der forstår mennesket som hævet over naturen. Med den Antropocæne æra er det fastslået, at mennesket påvirker jorden fundamentalt med store konsekvenser for klima, natur og biodiversitet. En bæredygtig omstilling indbefatter, at naturen opprioriteres, at biodiversiteten forøges og at der tages hensyn til forskellige arter og vegetationer gennem bl.a. genopretning, øget naturkvalitet og nye naturområder. En øget naturforståelse er samtidig vigtig for, at vi forstår de økosystemer, vi mennesker er i symbiose med, så vi kan indrette os mere bæredygtigt og med større hensyn til vores omgivelser.

Der behov for flere, større og mere sammenhængende naturområder med mere beskyttet natur, samt mere viden om naturlige og dynamiske processer herunder forvaltning, som understøtter økologiske processer, så naturkvaliteten øges. Biodiversitet og natur kan med fordel indtænkes i forbindelse med andre fysiske projekter som fx klimatilpasning. Herudover er en øget naturforståelse og naturdannelse i den bredde befolkning vigtig for at forankre tiltag gennem engagement. Her kan øget formidling og kommunikation være en løsning.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor naturen i centrum:

- Opbygning af naturforståelse og naturdannelse i befolkningen gennem formidling og kommunikation
- Vidensopbygning om naturgenopretning, -forvaltning og -beskyttelse, herunder naturlige og dynamiske processer
- Udvikling af løsninger, der kan sikre mere beskyttet natur
- Vidensopbygning omkring balancen mellem beskyttelse og benyttelse af arealerne

## MULTIFUNKTIONALITET

Det store pres på det åbne lands arealer, giver anledning til nytænkning af jordfordelingen. I dag er det åbne land tydeligt funktionsopdelt med klar adskillelse mellem fx landbrugsbedrifter og naturområder. I fremtiden kan arealer med forskellige funktioner i byerne, i nærheden til byerne samt i det åbne landskab sammentænkes, så et areal opfylder flere hensyn og ønsker på samme tid gennem flersidig anvendelse. Genopretning og genskabelse af tidligere vådområder, der kan lagre CO<sub>2</sub>, fremme biodiversitet og fungere som nye rekreative områder, er et eksempel på multifunktionel arealanvendelse. Kombinationen af flere funktioner inden for samme areal i det åbne landskab i form af 'land sharing' kan med fordel undersøges og udforskes yderligere. Der kan fx være behov for at klarlægge, hvilke funktioner der med fordel kan tænkes sammen, og hvilke funktioner som har brug for adskillelse i form af 'land sparing' fx naturområder udelukkende med naturformål.

Kombinationen af flere funktioner inden for samme areal stiller uundgåeligt krav til fysisk planlægning, der skal tilgodese flere arealinteresser samtidig. Dette kræver bl.a. både dialog og inddragelse, samt udarbejdelsen af handlingsplaner med flere forskellige udviklingsmål.

En vedvarende udvikling og udforskning af eksisterende og nye jordfordelingsmetoder og finansieringsordninger, der er med til at understøtte en grøn omstilling

kan med fordel tilskyndes. Fx har multifunktionel jordfordeling vist et potentiale til at opfylde flere formål på en gang gennem samskabelse. På samme måde har koncepter som 'blå/grønne infrastrukturer' og 'naturbaserede løsninger', der sammentænker flere funktioner også til formål at løse flere samfundsmæssige udfordringer på en gang. Disse har potentiale for yderligere at blive udviklet, afprøvet og udforsket i forhold til konkret implementering.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor multifunktionalitet:

- Udforskning og udvikling af multifunktionelle løsninger som fx blå/grønne infrastrukturer
- Udbygning af viden om muligheder og begrænsninger indenfor multifunktionel arealanvendelse
- Udvikling og erfaringsopsamling af naturbaserede løsninger
- Udforskning og udvikling af jordfordelingsmetoder

## PRODUKTION

Mennesket udnytter naturens ressourcer på en måde, der belaster og overskrider jordens planetære grænser. Vi bør derfor blive bedre til at forstå sammenspillet mellem både primær- og sekundærproduktion, ressourceudvinding og natur, så systemer og processer med betydning for jordens miljøtilstand holdes stabile og inden for de planetære grænser, når vi producerer.

Landbrugsdriften belaster vores økosystemer og står for en stor del af vores drivhusgasudledning, samtidig med at verdensbefolkningen vokser og øger efterspørgslen på fødevarer. På denne baggrund bør vi ændre måden vi producerer på og landbruget, der fylder 59% af Danmarks areal, bør frigive plads eller omlægge til andre arealanvendelsesformål, så som skovrejsning, vådlægning af lavbundslande og energiproduktion.

Der er et behov for at afsøge alternative muligheder for placeringen af vedvarende energianlæg, der ikke kræver inddragelse af landbrugsjord. Fx kan bygninger og infrastruktur, der optager store landområder, udnyttes til også at indtænke energiproduktion. Frem for udelukkende at konvertere landbrugsarealer til energiproduktion, bør disse i stedet konverteres til naturområder.

Arealet på fødevarerproduktion bør optimeres og reduceres, hvilket hænger sammen med nye produktionsformer. I denne for-

bindelse er det relevant at udbygge viden om produktionsarealernes sammenspil med natur og betydning for biodiversitet, hvad end det er produktion af energi, biobaserede byggematerialer eller fødevarer. Udviklingen af nye metoder og tilgange til at styrke sammenspillet mellem produktion, natur og biodiversitet kan være med til at fremme den grønne omstilling.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor produktion:

- Udvikling og optimering af arealreducerende fødevarerproduktion og tilhørende infrastruktur
- Udvikling og implementering af nye dyrkningsformer
- Udforskning og undersøgelse af energiproduktion i sammenspil med infrastruktur og bygninger
- Vidensopbygning om sammenspillet mellem produktion, natur og biodiversitet

## KLIMATILPASNING

Uanset om vi når i mål med den grønne omstilling, vil den allerede nuværende globale opvarmning medføre et ændret klima der bl.a. påvirker vandkredsløbet. Dette betyder, at vores byer og landskaber ud over flere tørkeperioder, trues af oversvømmelse fra både stormflod, stigende havvand og nedbør og øget kysterosion. Klimaforandringerne ændrer vores nuværende naturområder og dyreliv, hvoraf nogle naturtyper og arter er i fare for udryddelse. I de seneste år er det blevet tydeligt, hvorledes klimaforandringerne påvirker landbruget, hvor længere tørkeperioder, stigende grundvand eller skybrud der oversvømmer markerne, udfordrer produktionen af afgrøder. Landbrugsjorderne har ofte for ringe nedsivningsevnen på grund af drift der skaber en pløjesål, hvilket sætter pres på dræn- og afvandingsystemerne, der effektivt skal aflede de store regnmængder. Afvandingen betyder, at vand fra nedbør ledes bort med stor hastighed, der kan udfordre byer eller andre arealer i nedstrøms-retningen samtidig med, at vandmiljøet forringes gennem ophobning af kvælstof og fosfor.

Frem for at arbejde isoleret med klimatilpasning i mindre afgrænsede projektområder, bør klimatilpasning betragtes i en større skala, der indbefatter hele vandkredsløbet og dets geografiske udstrækning. I denne sammenhæng spiller arealerne uden for byerne en vigtig rolle. Ved at sammentænke klimatilpasning med landskabsstrukturerne og bruge klima-

tilpasning som en katalysator for forandringer, så kan arealerne uden for byerne være med til at styre, regulere og tilbageholde den øgede afstrømning af regnvand og hermed mindske risikoen for oversvømmelse. I dag er det primært kommunerne der har ansvaret for klimatilpasning men diskussioner og dialog om, hvem der skal betale, og hvem der bestemmer, hvad man må eller ikke må i forhold til klimatilpasning fx etableringen af et dige, er vigtige og nødvendige at tage.

Helhedsorienteret strategisk planlægning er en vigtig brik, når nye løsninger skal findes, og vores samfund skal tilpasses nuværende og fremtidige klimapåvirkninger. Det betyder bl.a., at der skal samarbejdes på tværs af kommunegrænser og på tværs af sektorer, så muligheden for at sammentænke klimatilpasning med andre relevante formål, ønsker og behov inden for fx sundhed, erhverv, natur, landbrug eller transport bestræbes. Gennem sammentænkning kan arealerne bedre udnyttes og merværdi opnås, som fx reduktion af CO<sub>2</sub>, nye naturområder, mere biodiversitet, turisme, nye produktionsformer og rekreation, hvilket samtidig kan bidrage til nye forretningsmodeller og i sidste ende sikre nødvendige investeringer. I denne forbindelse har naturbaserede- eller landskabsbaserede løsninger vist sin styrke, hvorfor fortsat udvikling vil være en fordel.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor klimatilpasning:

- Udbygning af viden om klimatilpasning, der tager højde for hele vandoplandet
- Udvikling af samarbejdsmodeller på tværs af kommunegrænser
- Udvikling og erfaringsopsamling af naturbaserede løsninger
- Videnopbygning hos borgere og aktører om klimaforandringer, oversvømmelsesrisiko og hertil knyttet ansvar
- Vidensopbygning og udvikling af metoder til at forhindre bebyggelse i oversvømmelsestruede områder



## LOVGIVNING

Lovgivning i relation til arealplanlægning, er præget af at landbruget prioriteres mens anden udvikling i det åbne land begrænses. Det har resulteret i et landskab, der er domineret af landbrugsproduktion og en matrikulær struktur, der er indrettet efter produktionslandskabet. Med nye behov og udfordringer i forhold til klima, biodiversitet og økotoksicitet, er det relevant at granske og forny eksisterende jura, så lovgivning understøtter og sikrer den rette og rettidige omstilling i relation til arealanvendelse. Det er samtidig også igennem lovgivningen, at konkret handling kan sikres, og bindende mål kan fastsættes. Det er væsentligt at afsøge muligheden for lovgivning, der specifikt sikrer natur og biodiversitet.

For at sikre den mest hensigtsmæssige arealanvendelse, skal den eksisterende lovgivning evalueres og gentænkes, så den balancerer forskellige typer anvendelse og vægter klima- og biodiversitetsmålsætninger over vækst. Specifikt er der behov for en ny jordreform. Lovgivningen skal grundlæggende være mere smidig og effektiv for at øge hastigheden på nødvendige forandringer og sætte krav, der fremmer klima, natur og biodiversitet.

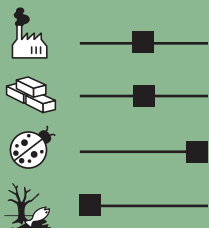
Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor lovgivning:

- Udvikling af lovgivning der forholder sig aktivt til borgerinddragelse og –deltagelse
- Evaluering og udvikling af nuværende lovgivnings så den understøtter den nødvendige grønne omstilling indenfor arealanvendelse
- Udvikling af lovgivning, der muliggør energiproduktion i sammenspil med infrastruktur og bygninger
- Vidensopbygning om kommunernes muligheder for regulering der fremmer mål indenfor klima, biodiversitet og ressourceforbrug i fysisk planlægning
- Udforskning og udvikling af en jordreform, der gentænker især landzonerne i planloven

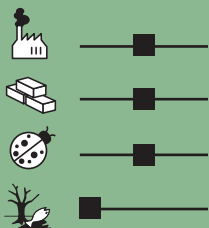
## INDSATSERNES PÅVIRKNING

Indsatsernes påvirkning for vores arealer er tæt knyttet til biodiversiteten og naturen. Derfor er denne parameter særlig vigtig i håndtering af vore arealer. Samtidig må det forstås at måden som vi forvalter vores arealer, er ekstrem vigtig når det kommer til ressourceforbrug. Derfor har flere af indsatserne også direkte tilknytning til arealanvendelse af blandt andet produktion af ressourcer og fødevarer, som idag kæmper om arealerne til vild natur, vedvarende energianlæg, byer osv. Derfor vægtes disse også højt i målepunkterne for arealanvendelsen.

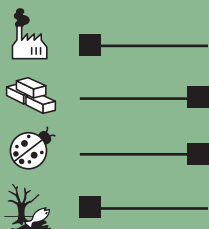
### STRATEGISK PLANLÆGNING



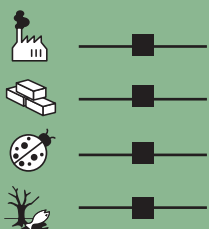
### INVOLVERING



### NATUREN I CENTRUM



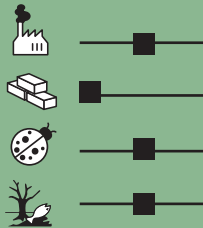
### MULTIFUNKTIONALITET



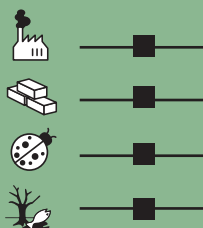
### PRODUKTION



### KLIMATILPASNING



### LOVGIVNING





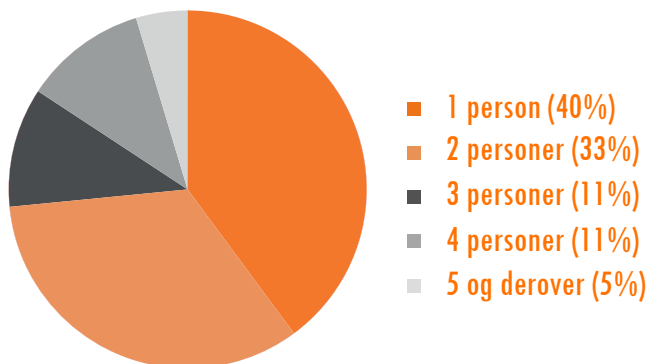
An aerial photograph of a dense urban neighborhood, likely in Copenhagen, Denmark. The image shows a grid of streets with multi-story buildings featuring red-tiled roofs. A central park area with green trees and a playground is visible. The overall color palette is warm and golden, suggesting a sunset or sunrise. The text 'HOVEDOMRÅDE B' is overlaid on the right side of the image.

**HOVEDOMRÅDE B**

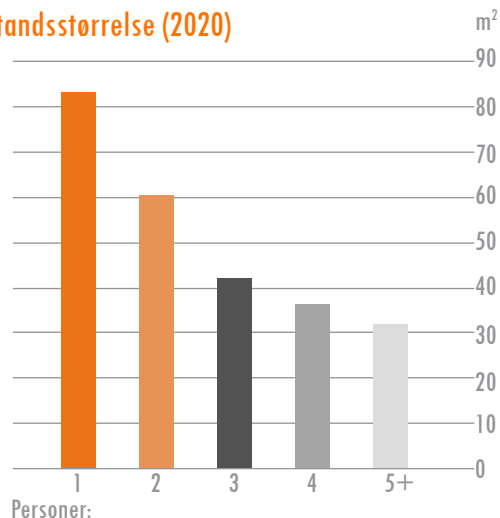
**BYER**

## FAKTA

### Personer pr. husstand (2022)



### Gennemsnitligt boligareal pr. person efter husstandsstørrelse (2020)



Antal byer i Danmark:

Andel af befolkningen som bor i byer:

Danmarks samlede bebyggede areal, inklusiv infrastruktur i 2023:

Byernes samlede areal på jorden:

Byernes samlede CO<sub>2</sub> udledninger:

Gennemsnittet af boligkvadratmeter pr. Person på tværs af boligtypologier og landsdele:

Gennemsnit af boligkvadratmeter for enlige:

Andel som bor alene:

Gennemsnittet for den oplevede livskvalitet i det bebyggede miljø på en skala fra 1-10:

ca. 1580 byer.

88% af befolkningen.

5661 km<sup>2</sup> svarende til lidt over 13 % af det samlede danske land areal.

3%

75%

53,6 kvadratmeter (Danmarks Statistik 2023c)

85 m<sup>2</sup>

49,9% af befolkningen.

7 i 2023

(Kilder: CONCITO u.d.a; Videncentret Bolius og Realdania 2023; Gregersen 2023; The World Bank 2018; Danfoss u.d.; Danmarks Statistik 2020; Danmarks statistik 2023c; Danmarks Statistik 2023d)



## HOVEDOMRÅDE D

### BYER

88 % af danskerne bor i dag i byer, et tal som i de kommende år forventes at stige i takt med urbaniseringen. Samtidig står byerne på verdensplan for 75 % af de samlede CO<sub>2</sub> udledninger, mens de fylder 3 % af jordens samlede areal. I denne rapport dækker byer over sammenhængende byggede områder på mindst 200 indbyggere, hvad end de har stigende eller faldene befolkningstilvækst, om de er store sammenhængende byer eller mindre byer i landdistrikterne.

Da langt de fleste mennesker bor og færdes i byerne, så er det også her ressourcerforbruget og drivhusgasudledningen er højst. Byboernes livsstil, tilstræbelser og efterspørgsel afgør, hvad der udbydes af produkter og ydelser. En grøn omstilling af byerne, hvor ændringer i livsstil, forbrugsvaner og adfærd, samt ændringer i bymæssige strukturer, systemer og processer kan i høj grad bidrage med at stoppe drivhusgasudledninger og forsinke klimaforandringerne. Med store forandringer i byerne bliver det fortsat vigtigt at sikre social bæredygtighed, herunder velfærd, sundhed, inklusion og livskvalitet for den enkelte borger.

Vores byer er i høj grad blevet designet som isolerede fra det åbne landskab med bilen i centrum. Dette har bl.a. medført en manglende forståelse for byens forbundethed med det åbne landskab, hvor fødevarer, materialer, vand og energi forsyner byen.

I Danmark har vi tradition for at bygge byer tæt på vandet og ud i vandet gennem landindvending. Klimaforandringerne medfører, at de mange kystbyer i stigende grad trues af oversvømmelser fra især stigende havvand og stormflod. Denne udvikling betyder, at klimatilpasning bl.a. i form af kystsikring bliver nødvendig for at beskytte eksisterende byer. Samtidig er diskussioner om at friholde oversvømmelsestruede områder for bebyggelse og at trække os tilbage fra havet og give plads til vandet fremherskende inden for byudviklingen.

Byplanlægning spiller en væsentlig rolle i den grønne omstilling ved at understøtte tætte og attraktive byer med strukturering, organisering og udformning af boformer, services, institutioner, arbejdspladser og herigennem påvirke byboernes livsstil. Den kan også være med til at fremme den grønne omstilling af det urbane landskab mellem bygningerne ved forgrønning af byer med fokus på rekreation, biodiversitet og bylandbrug, samt understøtte væsentlige strukturer, herunder mobilitet, energi og klimatilpasning. Herudover kan planlægningen også være med til at skabe bedre sociale forhold i byen, ved at sikre at alle borgere har adgang til gode boliger med overkommelige priser, til byens faciliteter og ved at fremme fællesskab og inklusion.

## BYER I 2050

Byerne i 2050 er klimaneutrale og byens ressourceforbrug afspejler jordens ressourcekapacitet. Byspredning i bredden er stoppet, i stedet er byerne fortættede og arealerne optimeret. I de tætte byer er den enkelte borgers boligkvadratmeter få, til gengæld er nye attraktive boligformer og typologier udviklet, urbane landskaber mellem bygningerne er af høj kvalitet og væsentlige funktioner og services er velstrukturerede, så transport og transporttid er mindsket. Byerne er også karakteriseret ved renovering og transformation af eksisterende bygningsmasser frem for nyt byggeri, og energiforbruget er lavt og energisystemerne effektive.

Byerne er socialt bæredygtige, ved at være inkluderende og mangfoldige. De er for alle borgere uanset social status og indkomst. Det betyder, at der er plads til både den ressourcestærke, den hjemløse og den funktionshæmmede i byerne og i det offentlige byrum. Alle borgere har adgang til kvalitetsboliger og nødvendige faciliteter herunder transportsystemer, der billigt og effektivt bringer borgere fra A til B.

Biodiversiteten er også sikret i byerne i form af bynatur og grønne infrastrukturer, der ligesom resten af byen er friholdt fra forurening, så økosystemer, natur og mennesker beskyttes og holdes sunde. De forgrønnede byer er med til at understøtte trivsel og sundhed ved at give borgerne adgang til rekreation og fysisk udfoldelse, og de er med til at danne grobund

for nye fællesskaber i og omkring naturen. Samtidig er de grønne infrastrukturer sammentænkt med klimatilpasning, hvor naturbaserede løsninger med langsigtede positive effekter bidrager til, at byerne er robuste overfor klimaforandringer og katastrofer, så borgere trygt kan færdes i byerne, samtidig med at værdifulde kulturmiljøer er sikret.

Den fysiske planlægning af byerne sker i et samarbejde mellem myndighed, erhverv og borgere, der sammentænker løsninger, så der opstår synergieffekter. Bred involvering er forankret i planprocesserne, og den tilhørende lovgivning er smidig og understøtter reduktion af klimaaftrykket og biodiversitetsfremmende initiativer.

# Byudviklingen står overfor et paradigmeskifte for at komme i mål med den grønne omstilling

Af Anne Mette Boye, Stadsarkitekt, Aarhus Kommune



Foto: Arkitektskolen Aarhus

IPCC's 6. rapport er benhård læsning af de globale barrierer og den aktuelle utilstrækkelighed i arbejdet med den bæredygtige omstilling. De er opsummeret til "limited resources, lack of private sector and citizen engagement, insufficient mobilization of finance (including for research), low climate literacy, lack of political commitment, limited research and/or slow and low uptake of adaptation science, and low sense of urgency." Det er min oplevelse, at vi står overfor et paradigmeskifte i byudviklingen i dansk byudvikling. Når det handler om omstilling af vores bysamfund, så gør de barrierer IPCC beskriver sig også gældende i en dansk kontekst. Hvis de indsatser, vi sætter i gang, skal opnå reel nytteværdi, er der behov for markant stærkere samarbejde mellem fagligheder, aktører og mellem forskning og praksis. Der er behov for klarere strategier for anvendelse af de finansielle midler og vidensressourcer, der er til rådighed. Vi har behov for dybere forståelse for de stedspecifikke og globale dynamikker, der driver

klimaforandringerne og for hurtigere handlinger baseret på forskningsbaseret viden. Sidst, men ikke mindst, en strategi, der tester viden gennem scenarier og 1:1 eksperimenter og som giver plads til at fejle.

Med dette som afsæt vil jeg pege på samspillet mellem omstillingen af de eksisterende bysamfund og de nye bydannelser som en tematisk kerneudfordring. Afsættet er en grundforståelse af at løsningerne skal findes gennem et arkitektonisk arbejde, der etablerer en stærk kobling mellem øget bykvalitet, dyb steds læsning og reduktion af CO<sub>2</sub>-udledning.

## Omstilling af de eksisterende bysamfund

Der er udviklet stærke grundprincipper for bæredygtig byomdannelse. Principperne handler om en tættere by, om udvikling af 15-minutters bysamfund koblet op på kollektiv trafik, om genanvendelse af eksisterende by- og bebyggelsesstrukturer frem for nybyggeri. Landskabelige principper for en bybygning, der er integreret med naturen og vandets dynamikker. Sociale principper for en omstilling, der fremmer sameksistens, lokalt ejerskab, mangfoldighed og omsorg for forskellige behov. Vi bliver klogere til at forstå samspillet mellem principperne. Udfordringen ligger i, at principperne fremstår som generiske. Skal implementeringen lykkes i praksis er der behov for at oversætte principperne til forandringer i de forskellige eksisterende bytypologier. Her mangler viden om, hvilke styrker forskellige eksisterende bytypologier har i forhold til omstillingen til mere bæredygtigt bysamfund og hvilke indsatser, der vil bidrage til deres omstil-



ling. Hvis det skal lykkes at gennemføre de nødvendige omstillinger lokalt, skal de fysiske strukturer og stedets kontekst tages i betragtning. Desuden er der behov for en indlevet forståelse for stedets bykultur og at borgerne inddrages i omstillingen.

Opsummeret: Hvis den bæredygtige omstilling af de eksisterende byområder skal lykkes, kræver det en dyb forståelse af de specifikke bytypologier, deres unikke kvaliteter, udfordringer og potentialer samt deres rolle i det større by- og landskabsnetværk. Der mangler viden om og eksempler på, hvordan dette kan gøres stedsspecifikt og konkret.

### **Samspil mellem de eksisterende bysamfund og de nye bebyggelser**

Omstillingen af det eksisterende skal understøttes, når der bygges nyt i områder med byvækst. Hvis det skal lykkes i et helhedsorienteret perspektiv, er der behov for:

- **Synliggørelse** af CO<sub>2</sub> udledning og krav til LCA i nye bebyggelse.

For at kunne prioritere og arbejde strategisk og konkret med den bæredygtige omstilling er der behov for at belyse og synliggøre CO<sub>2</sub> udledning og krav til LCA i lokalplaner. Desuden er der behov for at kunne stille krav til den maksimale udledning. Dette kalder både på redskaber til opgørelserne og et slags "reduction road-map på bybygnings- og bebyggelsesniveau" for krav til nye bebyggelser og den tilhørende infrastruktur.

- **Genbesøg** eksisterende lokalplaner.

De byggerier, der bliver bygget i dag og de næste fem til ti år er ikke udviklet med det stærke fokus på bæredygtig omstilling, som vi har i dag. Det paradigmeskifte, der akut og aktuelt er behov for nu, det er reelt allerede fem til ti år forsinket. Der er imidlertid ingen åbninger for vurdering af eksisterende

lokalplaners påvirkning på de nutidige ambitioner og mål for bæredygtighed. Derudover er der reelle handlemuligheder for at tilpasse dem, da ændringer af planerne kan medføre erstatningspligt for kommunen. Her er der således behov for metode til genbesøg af planerne samt fair juridiske og ejendomsretlige handlemuligheder.

- **Tilpasning** til klimaforandringerne

Tilbagetrækning og tilpasning bliver nødvendig i nogle af de byområder, der ligger i vandets territorier. Havvandsstigning, skybrud, oversvømmelser fra baglandet og stigende grundvand ændrer præmisserne for livet her. Mange steder vil det fortsat være muligt at bo i områderne med teknologiske afværgeløsninger som pumper, diger, faskiner samt landskabelige tilpasninger, der tilbageholder og forsinker vandet. Andre steder vil vandet komme fra mange sider og der vil blive behov for at undersøge strategier for tilbagetrækning og tilpasninger over tid. Dette er nyt i vores byudvikling og kræver metodeudvikling og eksempler.

### **På tværs: Flexibilitet, kvalitet og kompetencer i omstillingen**

Det er en gennemgående karakteristik for de opstillede emner, at omstillingen vil kræve løbende tilpasninger og justeringer, der kan optage ny viden og nye præmisser. Her kommer mange af vores arkitektoniske værktøjer til kort. Der er behov for mere organisk udviklende planlægning, der både har fleksibilitet og fastholder samt skaber nye rumlige kvaliteter. Dette kan imødekommes med nye redskaber og formater, stærke tværfaglige samarbejder, investeringer på tværs af aktører. Set fra arkitektfagets perspektiv, så kræver det mest af alt fortsat udvikling af stærke arkitektfaglige kompetencer inden for bygning, byudvikling og landskabsarkitektur.

## UDVIKLINGSINDSATSER OG VIDENSBEHOV

Byernes grønne omstilling vil komme til at påvirke mange menneskers hverdagsliv. Byfortætning, nye boformer, klimatilpasning og forgrønning er alle eksempler på indsatser, som meget tydeligt vil fremgå som ændringer i vores fysiske miljø. I det følgende vil en bred vifte af udviklingsindsatser og vidensbehov inden for 11 indsatsområder specificeres.

Hovedområdet "Byer" er inddelt i følgende indsatsområder:

- Fortætning
- Boformer og bokultur
- Forgrønning
- Fysisk planlægning
- Smarte byer
- Klimatilpasning
- Lovgivning

## FORTÆTNING

På trods af den fortsatte urbanisering, der skaber pres på byens arealer, samt byboernes vedvarende ønsker om flere beboelseskvadratmeter, er det nødvendigt at begrænse og styre byernes størrelse og spredning. Den tætte by har grundlæggende mindre materialeforbrug, mindre varmeforbrug og mindre transportbehov i forhold til fritliggende enfamiliehuse. Det er samtidig væsentligt at undgå, at byen tager areal fra andre vigtige anvendelser som fx beskyttet naturområder, skovrejsning mv. Kampen om arealerne er så intens, at vi bør undgå at sprede byen mere ud. Grønne løsninger bør derfor findes inden for det eksisterende urbane miljø.

Fortætning af den eksisterende bystruktur fremstår som en nødvendighed, men det åbner samtidig op for spørgsmål om, hvordan man laver attraktive tætte byer, hvor beboere har adgang til natur og rekreative områder og let kan bevæge sig fra sted til sted. Den tætte by skal være med til at understøtte borgernes liv og udfoldelse. I denne sammenhæng bør det overvejes, hvordan der findes plads til grønne områder eller blå/grønne infrastrukturer, der

***"IDEEN OM AT TAGE OG INDVINDE NYT LAND OG BEBYGGE DET, MÅ VÆRE FORTID. DET ER DER FLERE GRUNDE TIL, DELS ER SPREDT BEBYGGELSE MINDRE BÆREDYGTIGT END TÆT BEBYGGELSE. SAMTIDIG ER AREALKONKURRENCEN FOR INTENS TIL AT VI KAN TILLADE OS AT SPREDE BYEN MERE UD."  
- HENRIK VEJRE, PROFESSOR, KØBENHAVNS UNIVERSITET***

kan være med til at sikre rekreation, sundhed og robusthed overfor klimaforandringer og biodiversitet. Fysisk planlægning spiller her en væsentlig rolle i organiseringen af væsentlige funktioner, der gør det let for borgerne at færdes i deres hverdag fra hjem, til arbejde, til indkøb og til fritidsaktiviteter. Det kan være relevant at udfordre bygningernes ensidige anvendelse, så den ændres mod flersidige, hvor fx kontorbyggeriet er til offentlig benyttelse i aften-timerne. Ved at arbejde med flere funktioner er det muligt at spare på pladsen og kvadratmeterne.

Målsætningen om at begrænse byens udvidelse i bredden og i stedet arbejde med fortætning i højden på eksisterende byarealer betyder, at vi skal bo tættere og på færre kvadratmeter. Dette vil få konsekvenser for allerede planlagte og udpegede byudviklingsområder og perspektivarealer, som en udvidelse af den eksisterende by. Ofte er der tale om barmarksprojekter med især planlagte parcelhuse, der er eftertragtede af børnefamilier, men som også er plads- og ressourcekrævende.

Der er behov for at undersøge hvor tæt vi kan bygge uden, at det går ud over borgernes livskvalitet i byerne. Hvornår er den tætte by for tæt i forhold til at sikre adgang til grønne og rekreative uderum? Konceptet som '15-minutters byen' kan være en relevant bestræbelse at arbejde mod (se uddybning om 15-minutters byen i kapitlet om Mobilitet), så byens strukture-

re sikrer, at vi kan bevæge os sundere og mere aktivt.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor fortætning:

- Fremme byfortætning, afgrænsning af byspredning og reduktion af boligkvadratmeter
- Udforske og udbygge viden om sammenhængen mellem livskvalitet og bytæthed
- Udbygning af viden om byens strukturer til at fremme social, økonomisk og miljømæssig bæredygtighed

***"KAMPEN OM PLADSEN ER EN VIGTIG DAGSORDEN. HVORDAN SØRGER VI FOR AT FOLK HAR ADGANG TIL GRØNNE OMRÅDER OG SIKRE AT DER ER REKREATIVE OMRÅDER I BYERNE, HVOR BIODIVERSITET ER EN PRIORITET?"***

***– GUSTAVO RIBEIRO***

***LEKTOR, DET KONGELIGE AKADEMI***

## BOFORMER OG BOKULTUR

Den grønne omstilling kan fremmes gennem en gentænkning af måden vi bor på. I dag har en gennemsnitlig dansker på tværs af boligtypologier og landsdele ca. 50 boligkvadratmeter, mens enlige i gennemsnit har ca. 85 kvadratmeter, samtidig med at ca. 19% af befolkningen bor alene. Det tyder på, at en reduktion af boligkvadratmeterne er vigtigt, hvis vi skal komme i mål med den grønne omstilling.

Danskerne vælger deres bolig ud fra overvejelser om bl.a. indkomst, nærhed til arbejdsmarkedet og overbevisning om hvordan det gode liv kan leves. Fx er en-familiehuse eftertragtede af børnefamilier, på trods af at disse boliger er både plads- og ressourcekrævende, og seniorer bliver i deres store boliger fordi de bl.a. ikke kan få solgt deres bolig eller er følelsesmæssigt tilknyttet. Det er derfor relevant at undersøge både eksisterende og nye boformer og diskutere, hvilken bokultur vi ønsker i fremtiden, samt at indtænke forskellige målgruppers behov i en tæt bymæssig kontekst i form af nye boligtyper og mere diversitet i boligudbuddet, som fx byhuse og rækkehuse med store fællesarealer eller byggefællesskaber.

Byer i landdistrikterne har ligeledes brug for at blive gentænkt i forhold til boformer og bokulturer. Selvom nyere forskning viser, at borgere er lykkeligere på landet, så er en stor del af byerne i landdistrikterne udfordrede af funktionstømte bymidter med lukkede skoler og butikker samt fra-

flytning, som medfører forringelser i den basale forsyning, services og infrastruktur. Ofte bærer disse byer også præg af tomme og dårlige bygninger. Med centraliseringen og den generelle fraflytningsudvikling i landdistrikterne trues disse byers fremtidige eksistensgrundlag. En måde at styrke bosætning i landdistrikterne på, er fx igennem landsbyklynger. Her går flere mindre landsbyer sammen om centrale funktioner og services, fx indkøbsmuligheder, skole, kulturfunktioner og knudepunkter med mobilitetsudbud. Ligesom i de større byer, bør den eksisterende bygningsmasse udnyttes og anvendes til at styrke bosætningen, frem for nedrivning og nybyg - og for landdistrikterne fraflytning.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor boformer:

- Nytænkning og udvikling af bosætning i landdistrikterne
- Vidensopbygning om bevæggrunde for valg omkring boformer
- Udvikling, afprøvning og erfaringsopsamling af nye boformer med fokus på at reducere boligkvadratmeterne og tilpasse sig fremtidens klima
- Udforskning og udvikling af nye rentable bo-modeller

## **FORGRØNNING**

Forgrønning i byerne har historisk set haft rekreative og sundhedsmæssige formål, men med nutidens udfordringer og behov er det relevant at tænke biodiversitet, klimatilpasning, mikroklima og generel forgrønning ind i byerne. Det betyder samtidigt, at biodiversitet og forskellige naturtyper bør sikres i byerne. Forgrønning og sågar for-forgrønning, hvor der plantes før bygninger bygges i nye byområder, er en vigtig indsats i byerne.

Bynatur og forgrønning i byerne er bl.a. vigtig i forhold til befolkningens naturdanelse og forståelse for naturen, i forhold til at understøtte trivsel og attraktive byrum og i forhold til fremtidens klima der varsler mere nedbør, stigende havvand, flere hedebølger og tørkeperioder. Her er forgrønning bl.a. et effektivt middel til at sænke temperaturen i byerne og rense luften. Der er samtidig også gode muligheder for at tænke forgrønning og klimatilpasning sammen i blå/grønne infrastrukturer. Fx kan øget nedbør udnyttes til vanding af de grønne områder samtidig med, at biodiversitet, naturkvalitet og de landskabelige oplevelsesmæssige værdier stiger til gavn for både mennesker og dyr.

Forgrønning i byerne udfordres især af to ting. For det første er det vanskeligt at sikre tilstrækkeligt med grønne arealer i den tætte by, hvor der er pres på arealerne. De grønne områder i byerne kan bl.a. sikres gennem offentligt ejerskab eller planlægning, samtidig med at eksisterende grøn-

ne områder skal friholdes fra bebyggelse, og deres anvendelse skal gentænkes, så de opfylder nutidens behov. Den anden udfordring knytter sig til borgernes forestillinger og forventninger til bynatur. Hvis byens grønne områder skal bidrage til bedre og mere forskelligartet natur, skal der gøres op med den traditionelt plejede og kontrollerede natur med slåede græsplæner og prydebede, for i stedet at gøre plads til mere 'vild' natur. Forgrønningen stiller naturligvis også øgede krav til forvaltningen, drift og pleje af naturområderne.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor forgrønning:

- Vidensopbygning om naturforståelse og naturfokus i befolkningen gennem formidling og kommunikation i relation til byens grønne områder
- Vidensopbygning og udvikling af forretningsmodeller til sikring af tilstrækkeligt med grønne arealer i den tætte by
- Udbygge viden om forøgelse af biodiversitet i byerne

## FYSISK PLANLÆGNING

Fysisk planlægning spiller en væsentlig rolle i den grønne omstilling af byerne, hvor byplanlæggere bl.a. skal sikre sammenhængende byudvikling og finde løsninger, der tilgodeser både mennesker og natur. Der er behov for at tænke og arbejde helhedsorienteret, langsigtet og strategisk med byen og forstå den i sammenhæng med det åbne landskab.

Både formelle og uformelle planer er virkemidler indenfor fysisk planlægning. De uformelle og ofte strategiske planer er med til at tegne en fælles udvikling og retning for grøn omstilling af et bygget område, mens de formelle planer er juridisk bindende og fokuserer ofte på fysiske tiltag. Det er nødvendigt, at vi bliver klogere på, hvordan de formelle planer er med til at indfri målsætninger om klimapåvirkning, ressourceforbrug og biodiversitet samtidig med, at vi skal blive bedre til at lave strategiske planer, der er udviklingsstyret frem for projektstyret.

Inden for klimatilpasning, er en af de fysiske planlægningsopgaver at være på forkant og tænke langsigtet. Det betyder bl.a. at svære, men nødvendige beslutninger bør træffes omkring afvikling og tilbagetrækning af bebyggelse placeret i lavtliggende områder med store konsekvenser for de pågældende ejere, eller friholdelse for bebyggelse i risikoområder, der kan betyde, at kommunerne må give afslag til private investorer. Til gengæld afvæbnes fremtidige katastrofer, og der kan gives plads til naturen.

Byens udvikling er ikke kun formet af byplanlæggere og arkitekter, men af en blanding af aktører herunder private byudviklere og investorer, hvis hovedfokus i nogle tilfælde er på at skabe profit. Dette stiller krav til kommunale byplanlæggere, der skal være med til at sikre kvalitet og sundhed i de tætte byer. Her er det især relevant at sikre samskabelse mellem bl.a. virksomheder, investorer, borgere og myndigheder, så byudvikling forankres bredt.

Fysisk planlægning skal også tage stilling til byernes rolle i forhold til anlæg af vedvarende energi. Frem for at arbejde med vedvarende energianlæg udelukkende i det åbne landskab ved ibrugtagning af landbrugsjord, kan det være relevant at indtænke og undersøge vedvarende energianlæg som fx solceller i eller i nærhed til byen. De bebyggede arealer optager store landområder, hvorfor der bør findes løsninger, der udnytter arealerne til energiproduktion. Selvom pladsen er trang i byerne, bør udnyttelsen af tagflader, støj-afskærmning, overskudsarealer og hellearealer langs infrastruktur undersøges.

Den grønne omstilling kalder på nye og innovative løsninger, der udvikles på tværs af myndigheder, fagområder og borgere. På tværs af indsatsområder er der et behov for test og erfaringsopsamling via flere pilotprojekter og pionerprojekter, der i 1:1-skala afprøver, tester og eksperimenterer med forskellige løsninger, så vi kan blive klogere på konkrete tiltag og deres

effekt. Fx udføres triple helix innovation, hvor offentlige parter, erhvervsliv og videninstitutioner sammen gennemfører test og udviklingsforløb i byrummet og i Living Labs. Her er ideerne om at bruge byen og landskabet som et laboratorium og anvende midlertidighed i byen væsentlige. Det er også en måde, hvorpå fejl og negative udslag ikke forvolder større skade, end der kan opvejes for. At arbejde eksperimenterende og undersøgende vil kunne føre til nye løsninger som fysisk planlægning kan arbejde med og anvende i byerne.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor fysisk planlægning:

- Udforske og udvikle planredskaber til at indfri målsætninger om grøn omstilling
- Udvikling af metoder til helhedsorienteret, langsigtet og strategisk byudvikling
- Udforske og udvikle metoder inden for borger og –interessentinddragelse, så samskabelse styrkes
- Udforskning og videnopbygning for placering af vedvarende energianlæg i byen
- Test og erfaringsopsamling i 1:1-skala, herunder midlertidighed i byrum, pilotprojekter, mm.



## SMARTE BYER

Konceptet 'smart cities' handler om brugen af data og teknologier til at skabe værdi og bedre og mere effektive byer. Sensorer, AI og andre digitale teknologier er med til at indsamle data omkring byen, som fx trafik, affaldssortering, temperatur, luftkvalitet, støj og hvordan byen bruges. Data kan anvendes i borgerinddragelse, til energi- og ressourcerbesparelser, sikre effektive transport- og forsyningssystemer og generelt understøtte og prioritere bæredygtige tiltag i byen. Der arbejdes med IoT, AI og Digital Twin teknologier til indsamling, analyse, styring og beslutningsstøtte med henblik på at optimere grøn omstilling, effektivisering og øget borgervenlighed for fremtidens mere komplekse og tætte byer. Et af de nyeste eksperimenter inden for smart cities er 'Twin Cities', som er en digital 3D model af en hel by, som er overlejret med live-data fra byen. Den digitale by kan være med til at overskueliggøre byens komplekse og dynamiske forhold, og hvor fysiske ændringer fx anlægget af en ny vej eller et nyt bygningskompleks kan testes og afprøves i konteksten i den digitale model før fysisk implementering.

I takt med at vores byer bliver mere og mere komplekse, og tætheden øges, er der et stigende behov for varig udvikling af nye teknologiske og digitale løsninger, der kan være med til at monitorere og indsamle data, samt repræsentere dataene på en overskuelig måde. Ved hjælp af smarte løsninger kan bæredygtige initiativer målrettes og beslutningsgrundlag kan

udbygges.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor smarte byer:

- Udvikling og test af smarte digitale løsninger til den grønne omstilling af byen, herunder teknologi og data-systemer, der bidrager til monitorering, dataindsamling og test
- AI som værktøj til analyse af data, med henblik på effektivisering af centrale bynære systemer. Fx gennem AI styret strategisk regulering af strømforbrug eller varme forbrug
- Videreudvikling og afprøvning af "twin city" til at understøtte beslutninger i byplanlægningen og til driftsoptimering af byen

***”DET VILLE VÆRE ÆRGERLIGT AT OVERSE MULIGHEDERNE FOR AT SKABE NY VIDEN VED AT GØRE BRUG AF NYE METODER. DERFOR SKAL VI HUSKE DE DIGITALE LØSNINGER OG DE MULIGHEDER SOM DE KAN GIVE OS. F.EKS. BORGERINVOLVERING VIA DIGITALE PLATFORME OG APPS, DER SKABER MULIGHED FOR AT SPØRGE IND TIL BORGERES ØNSKER PÅ NYE MÅDER. SAMTIDIG MED AT DE DIGITALE REDSKABER MÅSKE GØR AT VI KAN NÅ UD TIL FLERE END DEM, SOM VI NORMALT NÅR. ET ANDET EKSEMPEL ER SMARTE BRILLER DER OPTAGER OG KORTLÆGGER, HVOR VI KIGGER HEN NÅR VI FÆRDES RUNDT I BYMILJØERNE. DET KAN GIVE OS VIDEN OM OPLEVELSER, DER SUPPLERER KENDTE REDSKABER SOM EKSEMPELVIS INTERVIEWS. DET ER SPÆNDENDE AT UNDERSØGE HVORDAN DISSE TEKNOLOGIER KAN PÅVISE NYE SAMMENHÆNGE MELLEMLER DE STORE KRÆFTER SOM ER PÅ SPIL OMKRING OS OG VORES BEBYGGEDE MILJØ”***

***– TINA VESTERMANN OLSEN, ADJUNKT, AALBORG  
UNIVERSITET***

## **KLIMATILPASNING**

I Danmark betyder klimaforandringerne mere ekstremt og usikkert vejr med øget risiko for oversvømmelse med havvandsstigninger, hyppigere stormflod, større mængder nedbør, samt flere hedeølger og tørkeperioder. Denne klimaudvikling vil ramme mange af de danske kystbyer hårdt, herunder de 10 største byer.

I dag er det en udfordring at fastsætte tilpasnings- eller beskyttelsesniveauer, da klimafremskrivninger er forbundet med usikkerhed, hvilket smitter af på konkrete klimatilpasningsløsninger. Det er derfor relevant at arbejde med planlægning og klimatilpasningsdesign, som forholder sig til forskellige tidsligheder, og som er fleksibel og foranderlig. Planer og design bør forholde sig til usikkerhederne ved at holde forskellige muligheder åbne over tid.

I Danmark har tendensen været, at byerne klimasikres ved hjælp af hårde konstruktioner i form af diger, kloakudvidelse og pumpesystemer, der anvender beton, terrænreguleringer og energi til pumpesystemerne. Disse løsninger har et højt klimaaftryk, og i nogle tilfælde øger de sårbarhed overfor samtidige hændelser i form af skybrud og stormflod. Fx vil udbygning af diger på kort sigt muliggøre vedvarende udvikling i ellers oversvømmelsestruede områder i stedet for alternative løsninger, der kan være katalysator for langsigtet bæredygtig udvikling.

Et relevant alternativ eller supplement til

de traditionelle klimatilpasningsløsninger er naturbaserede løsninger fx lokal afledning af regnvand (LAR), barriere-øer, sandfodring, vegetation til at modarbejde kysterosion, rev og nye typer kystlandskaber og -natur. Her opnås klimatilpasning gennem naturlige processer, og samtidig giver de anledning til, at vi giver plads til naturen og arbejder med at løse flere udfordringer på en gang.

Kystkommunerne er i gang med at fortage investeringer og lave planer for kystbeskyttelses anlæg og sikringsforanstaltninger. I dag ligger ansvaret for klimatilpasning ved kommunerne, der inden for deres kommunegrænse skal prioritere og træffe valg omkring, hvilket niveau der skal sikres til, hvad der skal sikres, om der skal sikres, og hvordan der skal sikres. Det er samtidig en udfordring at finde løsninger på tværs af kommunegrænser, da det planlægningsmæssige grundlag ikke tager højde for hele vandkredsløbet og vandoplandet, der strækker sig på tværs af forskellige geografier. Det er dog vigtigt at forstå vandets dynamikker, så løsninger et sted ikke skaber et problem et andet sted.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor klimatilpasning:

- Udvikling og erfaringsopsamling af naturbaserede løsninger til kystbeskyttelse og skybrudssikring
- Udvikling og udforskning af dynamisk planlægning og design i forhold til klimatilpasning
- Opbygning af borgernes viden om klimaforandringer, oversvømmelsesrisiko og ansvar
- Vidensopbygning om klimatilpasning, der tager højde for hele vandoplandet
- Udvikling af metoder og incitamenter til at forhindre bebyggelse i oversvømmelsestruede områder

## LOVGIVNING

Lovgivningen er vigtig for at sikre den grønne udvikling i byerne. I dag er det dog en stor udfordring at forholde sig til mange forskellige lovgivninger på en gang. For at illustrere den lovgivningsmæssige kompleksitet, indgår fx planloven, oversvømmelsesloven, vandløbsloven og spildevandsbetalingsloven i klimatilpasningsprojekter. Det er afgørende at lovgivningen er sammenhængende og smidig, så der ikke spændes ben for grønne og innovative løsninger, og at lovgivningen bidrager til at sikre en demokratisk proces med borgerinddragelse, der dog samtidig skal sikre tilstrækkeligt med tempo i planprocesserne ift. grøn omstilling.

Det er nødvendigt, at kommunerne får nogle flere håndtag, så de kan lave de nødvendige reguleringer i forhold til grøn omstilling, herunder sikring af klima og biodiversitet. Der skal altså skabes mulighed for at sikre bæredygtighed i sagsbehandling. Samtidig er der behov for en national strategi, der kan bidrage til, at lokale tiltag i form af kommunernes klimamålsætninger understøttes og forholder sig strategisk til landets geografiske forskelle.

Der er i dag mangel på mulighed for at stille krav til kvaliteten af grønne områder i relation til byggeri og byudvikling. I nogle tilfælde nedprioriteres kvaliteten på de grønne områder til fordel for bebyggelseskvadratmeter, der på papiret skaber indtjening. Derfor bør lovgivningen være med til at sikre, at kommunen kan sætte krav til

fx biodiversiteten i de grønne områder til fordel for naturen og offentligheden.

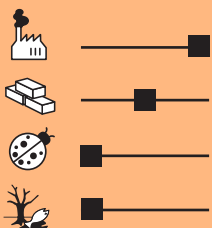
Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor lovgivning:

- Videnopbygning om kommunernes muligheder for regulering der fremmer klima, biodiversitet og ressourceforbrug i fysisk planlægning
- Udvikling af lovgivning der forholder sig mere aktivt til borgerinddragelse og –deltagelse
- Udvikling af lovgivning der forhindrer bebyggelse i oversvømmelsestruede områder

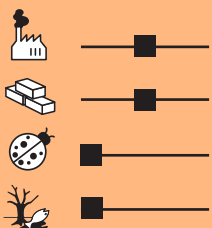
## INDSATSERNES PÅVIRKNINGER

Indsatsernes påvirkning for byer kan være svære at definere, da Byen som begreb spænder bredt over mange forskellige typer af miljøer, med mange forskellige former for udledninger. Denne komplekse opbygning kan gøre det vanskeligt at identificere og udlede de konkrete målepunkter. Samtidig er der flere af indsatserne, som har flere sociale og menneskelige aspekter, som kan være svære at måle på de tidligere fremførte målepunkter. Her må vi have in mente det antropocæne verdenssyn, hvor naturen i langt højere grad skal være styrende for transformationen af vores samfund.

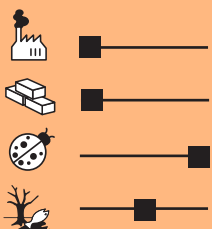
### FORTÆTNING



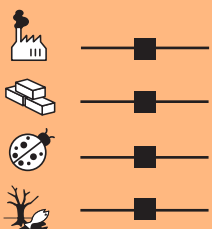
### BOFORMER OG BOKULTUR



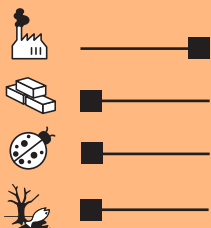
### FOGRØNNING



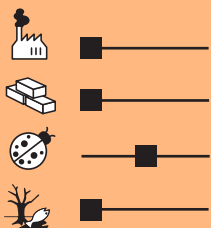
### FYSISK PLANLÆGNING



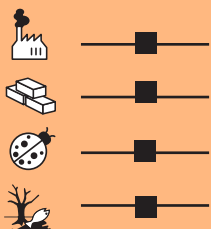
### SMARTE BYER



### KLIMATILPASNING



### LOVGIVNING



**HÖVEDOMRÅDE C**

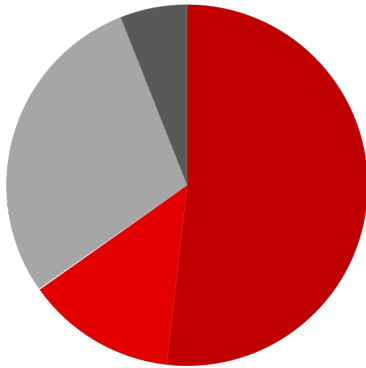
# MOBILITET





# FAKTA

## Andel af rejser fordelt på transportformer (2022)



- 52% bil mv.
- 13% cykel
- 0,1% øvrige
- 29% gang
- 6% kollektiv

Transportsektorens CO<sub>2</sub> udledninger:

12,6 mio. ton CO<sub>2</sub> i 2023

Pendlingsdistance i gennemsnit:

22,2 km

Andel af rejser via kollektiv trafik:

5,8%

Andel af rejser i bil:

52%

Antal personbiler i Danmark:

2,8 mio.

Familier med bil i Danmark:

62%

Familier med mere end 1 bil:

17,9%

Andel af personbiler som er eldrevet:

6,61% ved udgangen af 2023

Tilfredshed med den kollektive transport:

42% tilfredse eller meget tilfredse.

EU målsætning:

Reduktion af CO<sub>2</sub> fra transportsektoren fra 2008-2030 med minimum 20%.

(Kilder: Energistyrelsen 2023; Danmarks Statistik 2021b; Danmarks Tekniske Universitet 2022; Forbrugerrådet Tænk 2023; Danmarks Statistik 2023a; Danmarks Statistik 2021c; Danmarks Statistik 2023e)

# MOBILITET

En grøn omstilling af det byggede miljø, forudsætter en markant ændring af vores transportvaner og mobilitetsadfærd, da hele 29 % af Danmarks CO<sub>2</sub> udledninger kommer fra transport indenfor landets grænser. Et tal som frem mod 2030 står til at øges til 33%. (CONCITO u.d.b) En reduktion af udledningerne vil gavne vores klima, og samtidig reducere mængden af partikler i byerne, som bidrager til en bedre luftkvalitet. En grøn omstilling af mobiliteten vil desuden betyde en omlægning af de trafikale hierarkier, så byerne designes til mennesker og ikke til biler. Mobilitet spiller i høj grad sammen med infrastruktur, men, hvor infrastruktur bl.a. omfatter anlægget af veje, havne, drift o.l., fokuserer mobilitet som hovedområde i denne publikation på transportformer, transportadfærd og den generelle bevægelse fra A-B. De to hovedområder hænger sammen, da et ændret transportbehov og transportvalg, vil påvirke det fysiske anlæg af infrastrukturen.

Der skal ske en ændring i måden vi tænker mobilitet på, da vi i dag har en mobilitet som er domineret af personbilkørsel. Omkring 50 % af rejserne, som foretages i Danmark, foregår i bil, og i gennemsnit sidder der kun 1,4 person pr. bil, hvilket svarer til, at der dagligt er cirka 14 millioner tomme passagersæder, som kører rundt på de danske veje. (Vejdirektoratet 2022) Samtidig har der de seneste år været en stigning i antallet af personbiler. Alene i 2. kvartal af 2023 var der en stigning

på 9,7 % i nyregistreringer af køretøjer (Vejdirektoratet 2023a), samtidig med, at der blev tilbagelagt 1,7 % flere kilometer på de danske veje sammenlignet med året før (Vejdirektoratet 2023a).

De officielle nationale fremskrivninger fra Energistyrelsen forudser et fald som svarer til 22% fra 2019 til 2035 i de danske transportudledninger, primært grundet omstillingen fra fossildrevne køretøjer til elektriske (Energistyrelsen 2022). Med de rette tiltag og den rette udvikling af transportsektoren, er der dog mulighed for en endnu større reduktion. Grundlæggende skal flere personer transporteres i mindre pladskrævende transportformer end personbilen, som samtidig mindsker klimabelastningen og muliggøre en ny brug af gaderum.

Fremtidens mobilitet rummer mange muligheder, da vi skal gentænke, hvordan vi transporterer os fra A til B på en måde, som ikke belaster klimaet, og som sikrer social retfærdighed for alle borgere. Her spiller nye transportsystemer, med fx selvkørende biler, droner og andre typer af fremtidige transportmidler, måske en rolle, men der må også ske en gentænkning af bysamfund og fx hjemmearbejde, som muliggør en reduktion af pendling i det hele taget. Sidst skal det sikres, at der opnås bedre adgang til kollektive transportformer, ikke blot i byerne, men på tværs af landsdele og byer.

## MOBILITET I 2050

Fremtidens bæredygtige mobilitet har krævet markante ændringer i vores transportvaner således, at der ikke længere kører personbiler på vejene med tomme passagersæder. I 2050 kører der markant færre biler på vejene, og transportsektoren er blevet effektiviseret, så den kollektive trafik i højere grad kan rumme flere forskellige typer af behov på tværs af både land og by. Den kollektive trafik ser samtidig markant anderledes ud, ind vi husker den fra 2020'erne. Derudover er de trafikale hierarkier ændret i byen, og mange steder har man fået 15 minutters byer, som sikrer et væld af funktioner i nærheden af ens hjem. Det er lykkedes ved, at der er skabt små trafikøer, som ikke tillader bilkørsel på tværs af øer, men som derimod opfordrer befolkningen til at bruge den kollektive trafik eller mikromobilitetsløsninger såsom cykel og elløbehjul.

Det er lykkedes at få befolkningen til at vælge cykel og elektriske køretøjer ved en markant adfærdsregulerende indsats. Den kollektive trafik kombineres i højere grad med mikromobilitets løsninger til den såkaldte last mile udfordring, så passagererne kan transportere sig den sidste kilometer af deres rejse via cykel og elektriske løbehjul og den kollektive trafik er med til at facilitere disse transportskift. Udover opdelingen af 15 minutters byer, er der samtidig sket en markant reduktion af antallet af personbiler parkeret i byerne, en indsats som har bidraget til, at mange gaderum er omdannet til rekreative rum

med et langt større fokus på de bløde trafikanter og børn, som nu kan spille bold på mange gader i byerne. I relation til trafikøerne er der store trafikale knudepunkter, som sikrer gode forbindelser til andre bydele og byer men også landdistrikter med delebiler og kollektive transport løsninger.

Der kører stadig biler og lastbiler på vejene særligt til godsleverancer, men de er fossile. Det har krævet en stor omlægning af vores byplanlægning og mange 1:1 forsøg i praksis at opsamle den nødvendige viden og finde de bedste løsninger til at omstille mobiliteten.

# Bæredygtig mobilitet skaber levende og miljøvenlige lokalsamfund

Af: Ditte Bendix Lanng, Seniorspecialist, Niras



Foto: privat foto

Bæredygtig mobilitetsplanlægning, der tager udgangspunkt i stedets kvaliteter og forudsætninger, kan være et kraftfuldt redskab til at skabe levende og miljøvenlige lokalsamfund. Fremtidens planlægning vil se en bevægelse mod holistiske, sammenkoblede mobilitetssystemer, der prioriterer miljøansvar, tilgængelighed og effektivitet og fremmer en høj livskvalitet i det byggede miljø.

For mange er bilen det primære transportmiddel, og der er ikke noget i vejen med at køre bil. Nogle gange. Nogle steder. Men den position, som bilen i dag har indtaget på tværs af land og by, som det allestedsnærværende mobile quick-fix på vores mobilitetsbehov, er ikke bæredygtig - hverken for klima, miljø, folkesundhed eller det byggede miljø. Elbilerne kan bidrage til at løse en del af bilismens klima- og miljøudfordring, men de løser ikke andre tunge udfordringer, der knytter sig til bilismen. Elbiler skaber stadig trængsel, man får lige så lidt motion af at sidde i en el-

bil, som man gør i en fossilbil, ligesom der stadig bygges veje og parkeringsanlæg, og endda ladestationer. Og sådan som infrastrukturen er udformet i dag, så gør de det stadig utrygt at være let trafikant. Den infrastruktur, der knytter sig til bilismen fylder - bogstaveligt talt - rigtig meget i vores byggede miljø, som i mange tilfælde er domineret af veje og parkeringspladser. Ofte prioriterer det byggede miljø endda bilens tilgængelighed højere end menneskets. Og dermed tilskynder det os til at vælge bilen frem for andre mobilitetsformer.

Men sådan behøver det ikke at være. Og når vi ændrer på den måde mobiliteten er en del af vores byggede miljø, giver det mulighed for at tage livtag med en række øvrige udfordringer.

## Fremtiden formes

Livskvalitet og det byggede miljø hænger sammen. Med bæredygtig mobilitetsplanlægning kan vi bidrage til at forme fremtiden for det byggede miljø og dermed også for vores livskvalitet. Mens samfundet kæmper med klimakrise, trivselskrise, biodiversitetskrise og sundhedsproblemer, oplever byer stigende urbanisering, trængsel, CO<sub>2</sub>-udledninger og støj, og landområder ser deres mobilitetsmuligheder indsnævres til mange steder kun at bestå af bilen. Dette er en udfordring, særligt for de unge og de gamle, og for de familier bosat i landområder, som ikke har adgang til bil. På tværs af disse problemer bliver behovet for kloge, vedkommende og miljøvenlige mobilitetsløsninger mere presserende.

For at tilskynde et skift mod bæredygtig mobilitet kan vi arbejde med at give form til det byggede miljø på måder, der muliggør og inviterer til mere bæredygtig mobilitetsadfærd. Effektiv og tilgængelig offentlig transport spiller en central rolle, da velforbundne transitsystemer (med fx busser og højklasset kollektiv trafik) giver indbyggerne attraktive alternativer til privat bilbrug.

Cykelvenlig infrastruktur, gang og delemobilitet giver os andre dele af løsningen. Og ved at integrere de forskellige mobilitetsformer i planlægningen kan vi sikre, at forskellige brugeres behov imødekommes; vi kan fremme tilgængelighed og skabe mødesteder og derved levende lokalsamfund.

For stedet tæller - løsningerne er ikke de samme i by, mellembym og på landet, og hvert sted har sine egne forudsætninger og potentialer.

### **By, mellembym og land**

I byen, hvor befolkningstætheden er høj, er planlægning af et multimodalt bæredygtigt miljø altafgørende. Pladsen er trang i byens rum, og her kan fodgængere, cyklister og brugere af offentlig transport i langt højere grad prioriteres. Når byrummene indrettes på de præmisser, skabes der bedre plads til at udvikle levende lokalsamfund, hvor det er sikkert og attraktivt at gå og cykle, vente på bussen, lege og mødes ude, og hvor det grønne kan trives.

Mellem den tætte by og landet - i forstadsområderne fx - hvor det byggede miljø ofte i endnu højere grad er baseret på privat bilbrug, er det også vigtigt at arbejde med multimodal mobilitet. Udvikling med blandedt anvendelse, der integrerer boliger, kommercielle og rekreative rum, skaber

nærhed til mange af dagligdagens funktioner og reducerer kørselsbehovet. Hvis kvarterer udformes med indbyrdes forbundne fodgængernetværk, cykelstier og effektive offentlige transportmuligheder, er det muligt for beboerne at tilvælge en række forskellige mobilitetsformer ud over blot private biler, og der kan skabes rum for social interaktion og fysisk aktivitet.

På landet, hvor bebyggelsen er spredt, kræver planlægning af et multimodalt bæredygtigt miljø en anden tilgang. Mens private biler kan være en primær transportform, kan tilskyndelse til samkørsel og delemobilitet styrke mobilitetsmulighederne og reducere miljøpåvirkningen. Også fodgængeres og cyklisters mobilitet, deres sikkerhed, oplevelser og tilgængelighed, er vigtig. Ikke mindst er beskyttelse af og adgang til landskabet betydningsbærende, og grøn infrastruktur, såsom vandre- stier og dyrelivskorridorer, giver plads til naturen og mulighed for, at vi kan forbinde os med den.

### **Bæredygtig mobilitetsplanlægning er også stedsudvikling**

På tværs af land og by bør vi holde os for øje, at hvert sted har sine egne forudsætninger og potentialer. Oftest rummer det byggede miljø mange lag af historie - tidligere tiders transportlogikker kan fx være "frosset" i asfalt og beton. Byen, området eller landsbyen er bygget for længst, og de strategiske og konkrete løsninger, der prioriterer bæredygtig mobilitet, hænger derfor tæt sammen med stedets og lokalsamfundets muligheder, praksisser og udfordringer. Bæredygtig mobilitetsplanlægning skal derfor bidrage til en nuanceret omdannelse og udvikling af eksisterende byggede miljøer, og sigte efter at udvikle sted og mobilitet hånd-i-hånd.

## UDVIKLINGSINDSATSER OG VIDENSBEHOV

Mange af løsningerne for grøn omstilling af vores mobilitet er allerede til rådighed, men der mangler politisk handling og klare visioner for etablering og implementering af konkrete indsatser. Et af de primære mål er at antallet af personbiler skal reduceres kraftigt, særligt fossildrevne biler og de trafikale hierarkier må gentænkes, så lette trafikanter i højere grad er den primære transportform. EU's krav om et totalt salgsstop af fossildrevne biler i 2035, bør ske hurtigst muligt og gerne før 2035. Det kan ske gennem afgifter på fossildrevne biler, eller ved at sænke afgifterne på mere klimavenlige køretøjer, eller ved at sænke priserne på kollektivtrafik, for at gøre den mere attraktiv for forbrugerne.

Derudover eksisterer der mange alternativer til personbilen, såsom delebiler, kollektivtransport, samkørsel, cykling og andre mikromobilitetsformer, der skal gøres mere attraktive. Det er derfor relevant at blive klogere på vores mobilitetsadfærd og undersøge, hvordan vi bruger transporten, og hvorledes vores transportvaner kan ændres.

Samtidig skal mobilitetsbehovet ændres på sigt, dels gennem adfærdsændringer, det kan eksempelvis ske gennem hjemmearbejde, men i høj grad også en ændring af vores bysamfund, som skal sikre en større adgang til lokale og nødvendige funktioner i nærområderne, de såkaldte 15 minutters byer.

Der er også afgørende at få skabt klare transporthierarkier, som sikrer at grønne alternativer tilvælges i byerne. Her skal der investeres massivt i en omlægning af infrastrukturen, som prioriteres i forhold til den allerede trængte plads i byerne. Her er personbilen den mindst effektive transportløsning, og skal derfor så vidt mulig reduceres i byerne. Derimod skal gang og cykling prioriteres efterfulgt af kollektivtrafik.

Nedenfor beskrives fem indsatsområder som har afgørende betydning for en grøn omstilling af vores mobilitet, og hvor vi har behov for at styrke vores vidensgrundlag, så forandring i den rigtige retning accelereres.

Hovedområdet "Mobilitet" er inddelt i følgende indsatsområder:

- Mobilitetsadfærd
- Strategisk planlægning og lovgivning
- Transportformer
- Transportsystemer
- Retfærdig mobilitet
- 15 minutters byen



## MOBILTIETSADFÆRD

Mobilitetsadfærden er afgørende for at sænke mobilitetssektorens klimaudledninger. Derfor er det også essentielt, at beslutningstagere og planlæggere forstår incitamentsstrukturen for brugernes valg af transportformer. Der er derfor behov for at udbygge vidensgrundlaget om virkemidler, og hvordan de påvirker brugernes valg af grønne transportformer. Afgørende faktorer for valg af transportformer kan være pris, tid, bekvemmelighed, sociale normer eller personlige præferencer.

Økonomiske incitamenter kan være stærke værktøjer til at påvirke adfærden. Vi har behov for mere viden om, hvilke økonomiske virkemidler, som har den største effekt – de omfatter fx prisreguleringer af kollektiv transport, skatter og afgifter på biler, betalingszoner i byerne o.l. Derudover skal vidensgrundlaget om effekten af øvrige adfærdsregulerende virkemidler styrkes. De kan fx omfatte nudging og social marketing. Sidst bør de langsigtede virkninger af ovenstående værktøjer evalueres – så planlægger og beslutningstagere har grundlaget til at vælge de værktøjer, som har størst indvirkning på adfærden over længere tid.

I fremtiden skal vi også til at kigge på helt at undgå transport. Her er der erfaring fra Corona pandemien med hjemmearbejdspladser, som reducerede belastningen på de danske veje og transportsektoren i det hele taget. I fremtiden er det muligt, at flere arbejder hjemmefra, hvilket reducerer

personbilismen og presset på vejnettet. Der er her et potentiale i en reduktion af transportbehovet, som bør undersøges nærmere.

Der er udarbejdet følgende indsatser indenfor mobilitetsadfærd:

- Videnopbygning af den adfærdsregulerende effekt ved brug af forskellige virkemidler med hensyn til valg af transportformer.
- Videnopbygning af den adfærdsregulerende effekt ved brug af økonomiske tiltag i relation til grøn mobilitet.
- Videnopbygning og test af strategier, som fremmer adfærdsændringer indenfor den grønne omstilling af mobilitetssektoren fx nudging.
- Videnopbygning i de langvarige effekter af forskellige adfærdsændrende tiltag. Herunder om de er holdbare over tid eller om de leder til kulturelle skift.
- Promovering eller regulering i forhold til mere fleksible arbejdspladser, herunder hjemmearbejdsdage eller nær-arbejdspladser.

**“DEN MASSIVE UDBYGNING AF INTERNETKAPACITETEN, DER ER SKET DE SENERE ÅR – OGSÅ UDE I LANDDISTRIKTERNE – GIVER MULIGHEDER FOR HJEMMEARBEJDSDAGE. VI OPLEVEDE ALLE DEN LETTERE TRAFIK UNDER COVID19, HVOR VEJDIREKTORATET HAR SAGT AT TRAFIKMÆNGDEN BLOT FALDT MED 10% ... OG DER SKAL IKKE MANGE HJEMMEARBEJDSDAGE TIL FOR AT SKABE EN SÅDAN EFFEKT. DETTE ER OGSÅ TILTAG, DER VIL STØTTE DE SOCIALE OG ØKONOMISKE ASPEKTER I BÆREDYGTIGHEDEN VED AT FORBEDRE MULIGHEDERNE UDEFOR DE STORE BYOMRÅDER. HJEMMEARBEJDSDAGE BØR GØRES TIL ET KRAV I DET OMFANG ARBEJDET TILLADER DET.”**

**- PER GOLTERMANN, PROFESSOR, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET.**

## **STRATEGISK PLANLÆGNING & LOVGIVNING**

Der bør udvikles en national mobilitetsstrategi, som sikrer, at forbrugerne tilvælger de grønne transportløsninger med klare målsætninger. Det er væsentligt, at salget af emissionsbiler stopper hurtigst muligt og gerne før EU's mål i 2035. Det samme gør sig gældende for lastbiler. Her kræver det politisk handling at omstille godstransporten til nulemission hurtigst muligt. Samtidig er det vigtigt, at der sker en løbende evaluering af målepunkterne.

For at sikre en grøn omstilling af mobiliteten bør der laves 1:1 implementering af pilotprojekter baseret på forskning i bymæssig kontekst og evaluering heraf, med henblik på implementering i større skala. Dette kræver dog et stort samarbejde mellem private aktører, politikere og planlæggere. Vidensdeling mellem parterne er essentielt for at sikre en acceleration og udbygning af grønne løsninger. Samtidig skal der udarbejdes såkaldte 'best practice' som led i national bæredygtig udvikling.

Der er et behov for, at der udarbejdes standardiseret dokumentation for bæredygtighed og samtidig mangler der testmetoder og testfaciliteter til at finde 'Best practices' indenfor mobiliteten. De beregningsmodeller, som benyttes til at udregne effektiviteten af mobiliteten, tager ikke højde for sundhed eller livskvalitet. Derfor er det nødvendigt at modellerne gentænkes med henblik på at skabe et bedre og mere kvalitativt værktøj, som har mennesket i fokus.

Planlæggere og politikere har et ansvar for at sikre lige adgang til mobilitet. Her er der blandt andet behov for at sikre at alle har lige mulighed for at bo i byerne, så alle borgere i samfundet har samme mulighed for at tilvælge grønne alternativer til bilen.

Der er udarbejdet følgende udviklingsindsatser indenfor Strategisk planlægning og lovgivning:

- Udvikling af en national mobilitets strategi, som sikrer klare målsætninger for den grønne omstilling
- Udvikling af samarbejdsmodeller, der sikrer vidensdeling mellem private aktører, vidensinstitutioner og beslutningstagere, med henblik på at facilitere og accelerere udbygningen af grønne mobilitets løsninger
- Implementering af 1:1 pilotprojekter baseret på forskning i bymæssig kontekst og evaluering heraf, med henblik på implementering i større skala
- Udvikling af redskaber, metoder og tilgange, der understøtter samtænkning og helhedsorienteret mobilitetsudvikling mellem by og land fx etablering af centrale knudepunkter, som faciliterer multimodale transportsystemer
- Udvikling af standarder for dokumentation af bæredygtighed og udvikling af testmetoder og testfaciliteter til mobilitet
- Udvikling af beregningsmodeller for mobilitet og trafikplanlægning som udover transporttid og effektivitet inkluderer aspekter som sundhed og livskvalitet som bærende parametre

## TRANSPORTFORMER

Hvis den grønne omstilling af vores mobilitet skal lykkes, skal vi ændre måden vi transporterer os på. Det betyder nye transportlogikker og hierarkier. Der har hidtil været stor fokus på elektrificering, alternative drivmidler til fossile brændsler samt fokus på at flytte brugere til eks. Cykling. Løsningerne mellem by og land er ikke de samme. I byerne kan meget transport foregå via kollektivtrafik og mikromobilitet, mens man på landet fortsat må benytte andre alternativer.

Det nye hierarki skal sikre, at man bruger de mest udledende transportformer mindst, det tæller alt fra færge, til fly, og personbiler, og at man bruger de transportformer som udleder moderat mere, herunder kollektiv trafik, tog, metro, taxa og delebiler, og at man bruger de transportformer som udleder mindst mest, herunder cykling, gang, elløbehjul og mikromobilitet.

Hvis mikromobilitet skal være et grundelement i den grønne omstilling, og en af de transportformer vi skal benytte mest, skal det sikres, at vores transportsystemer er indrettet herefter. Det betyder blandt andet, at vi må se på en omdannelse af de trafikale hierarkier, hvor bilen hidtil har domineret vejene. Her skal de bløde transportformer som gang og cykling, i lang højere grad prioriteres i byerne, da det optager markant mindre plads og har markant lavere udledninger end biltrafikken. Efter de bløde transportformer skal den kollektive transport prioriteres, da den fyl-

der lidt i forhold til hvor mange mennesker, den kan transportere.

Kerneudfordringen indenfor grøn omstilling af vores mobilitet omhandler en reduktion af behovet for egen bil. Udover at være årsag til en stor andel af mobilitetens klimapåvirkning og ressourceforbrug, optager bilerne i dag store mængder plads, og hvis den grønne omstilling skal lykkes, skal der her gribes ind med bæredygtige alternativer og politisk vilje til forandring. Særligt en reduktion af antallet af parkerede biler og biler på vejene er essentielt for at sikre bedre fremkommelighed for andre transportformer såsom cykel og kollektiv trafik. Hertil kommer det store spørgsmål, hvordan kollektiv trafik ser ud i fremtiden. Den har i store træk været uforandret i den seneste generation, men den kollektive trafik har et potentiale til at flytte mennesker, og her kommer nye løsninger til at spille en afgørende rolle, såsom flyvende taxaer, droner eller car sharing.

Godstransport og transport med fly og søfart er transportformer med markante aftryk. Det er afgørende, at der udvikles alternative drivmidler til netop søfarten og flytrafikken, da disse ikke umiddelbart i en nær fremtid er mulige at elektrificere. Samtidig bør godstransporten omdannes så den udleder mindst muligt hurtigst muligt.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor transportformer:

- Undersøge virkningen af strengere reguleringer for parkering i bykerne, med henblik på at reducere antallet af biler i byerne, og skubbe brugerne til grønne alternativer.
- Udvikling og promovering af aktive transportformer, og infrastrukturen her til fx mikromobilitet og flere cykelstier.
- Udvikling af alternative drivmidler til flytrafikken og søfarten, som på nuværende tidspunkt ikke står til at omstille sig til eldrevne motorer.
- Forskningen i fremtidens transportformer og deres indvirkning på transportsektoren, heriblandt droner, selvkørende biler og aeromobilitet.
- Forskning i fremtidens kollektive trafik og dets potentialer med brug af nye transportformer.

## TRANSPORTSYSTEMER

Et vigtigt indsatsområde, når det kommer til den grønne omstilling af mobilitet, er transportsystemerne. Det er de systemer, som sikrer, at vi frit kan bevæge os og komme fra A til B på den mest effektive måde, hvad end det er personbiler, kollektiv trafik eller mikromobilitet. Det samlede system skabes ni høj grad også samspillet mellem de enkelte transportformer. Der ligger et stort potentiale i at udvikle fremtidens systemer, så de kan rumme flere behov, end de gør i dag. Fremtidens multimodale transportsystemer rummer flere forskellige transportformer, som kombineres i langt højere grad end i dag alt efter behov.

Forskningsmiljøerne har et ansvar for at belyse, hvordan transportsystemerne kan bidrage til den grønne omstilling samtidig med, at fremtidens mobilitetsudvikling kan være svær at forudsige, da de teknologiske fremspring her er store. Derudover skal den nyeste forskning overføres og implementeres i praksis, hvor private aktører, politikere og planlæggere skal tilpasse nye mobilitetsformer til samfundet.

En af de store potentialer indenfor bæredygtige transportsystemer er etableringen af knudepunkter med multimodale transportsystemer, som sikrer at brugerne nemt og effektivt kommer fra A til B uden at skulle køre i egne biler. Der er også et stort potentiale i at samle flere forskellige funktioner i knudepunkterne, som fx indkøbsmuligheder og postboks mm.

Mikromobilitet er en oplagt løsning på udfordringerne om at transportere sig fra mobilitets knudepunkter til ende-destinationen, den såkaldte 'last mile' udfordring. Men der er behov for at opbygge viden om mulige samarbejder mellem aktører i værdikæden og forretningsmodeller til etablering af konkrete mikromobilitetsløsninger. Mikromobilitet består i alt sin enkelthed af mindre transportmidler såsom cykler, og el-løbehjul mm. evt. på abonnements- eller udlejningsbasis. I vores nabolande er der flere gode eksempler på effektive mikromobilitets-systemer som et supplement til den klassiske kollektive trafik. I Norge drives bycykler fx af kommunerne og er særdeles effektive og brugte. Man kunne også forestille sig, at delebiler kunne etableres som et supplement til denne løsning.

Det er også væsentligt at undersøge, hvordan intelligente transportsystemer (ITS) og AI kan bidrage til at effektivisere mobilitets- og transportsektoren og bidrage til en mere effektiv transport. Her skal der forskes mere i, hvordan disse analyseværktøjer kan bidrage til bedre at forstå vores systemer. Særligt AI kan i fremtiden være med til at bidrage positivt i mobilitetsudviklingen.

Der er udviklet følgende forskning- og udviklingsindsatser for transportsystemer:

- Videnopbygning om fremtidens optimerede transportsystemer, der inkluderer alle relevante transportformer, for hhv. land og by
- Vidensopbygning om fremtidens effektive og bæredygtige kollektive transportsystemer.
- Implementering af 1:1 afprøvning af konkrete transportsystemer, samt evaluering heraf, til videre implementering i større skala.
- Forskning og udvikling indenfor smart mobilities og Intelligente transportsystemer (ITS) og AI som analyseværktøj.
- Videnopbygning om grøn omstilling af godstransporten herunder reduktion af miljøbelastning og optimering af kapacitet.



## **RETFÆRDIG MOBILITET**

Et vigtigt fokusområde når det kommer til fremtidens grønne omstilling af mobilitet er social inklusion og en sikring af, at de nye transportsystemer udmønter sig i retfærdige mobilitetsløsninger på tværs af det åbne landskabs forstadsbyer, landsbyer og storbyer. Løsningerne skal ikke begrænse den enkelte brugers mulighed for at tilgå service.

De seneste års byplanlægning har bidraget til, at en stor del af pendlingen fortages af borgere med lav indkomst. En stor del af befolkningen har ikke råd til at bo i storbyerne, og "tvinges" derfor til bosætning væk fra byen, som medfører pendling til og fra arbejde. Derfor er en byplanlægning, som sikrer billige boliger i byerne en oplagt mulighed for at reducere pendling og personbilisme til og fra de større byer.

En væsentlig pointe er, at det skal kunne betale sig at vælge grønne alternativer. Her er der særligt et potentiale i at gøre den offentlige transport mere tilgængelig og billigere. Tal fra Forbrugerrådet Tænk viser, at kun 42 % af danskerne er tilfredse med den kollektive trafik, og kun knap 30 % mener, at den opfylder deres behov.

Retfærdig mobilitet handler om at skabe transporthierarkier, altså prioriteringer af hvilke transportformer som må fylde mest i samfundet. Transportformer skal være tilgængelig for alle på tværs af geografi, og de skal se bort fra social status og indkomst. Der skal derfor skabes bedre for-

bindelser til yderområder, så incitamentet til at fravælge bilen styrkes. Der er behov for viden om, hvordan den kollektive trafik kan gøres mere attraktiv. Kollektiv trafik behøver i fremtiden ikke kun at være busser og tog. Det bør undersøges hvilke andre transportformer som kan styrke udbuddet af kollektiv trafik. Her kan man blandt andet kigge på billetpriserne, måneds abonnementer og lignende, blandt andet med inspiration fra forskellige modeller fra udlandet eller selvkørende taxaer. Særligt den kollektive trafik har et enormt potentiale til at sikre lige adgang til mobilitet og transport for alle samfundsgrupper. Derfor er det vigtigt, at den kollektive trafik udbygges på tværs af land og by for at sikre lige adgang og i stor kombination med andre mobilitetsformer, som sikrer, at det er nemt og effektivt at bruge den kollektive trafik – samtidig med at den også er økonomisk konkurrencedygtig.

Der er udviklet følgende forskning- og udviklingsindsatser for retfærdig mobilitet:

- Udvikling og forskning i modeller, ordninger eller strukturer, der understøtter retfærdig mobilitet, herunder adgang til mobilitet uanset geografisk placering
- Udvikling af værktøjer, redskaber eller metoder til at forstå forskellige brugergrupperes adgang og brug af mobilitetsløsninger, herunder særligt kollektivtrafik og mikromobilitet.
- Vidensopbygning om, hvordan den kollektive trafik kan gøres mere attraktiv, så de svageste borgere i fremtiden har mulighed for at tilgå service.
- Vidensopbygning i socioøkonomiske faktorer og ulighed i forhold til inklusion i den grønne omstilling af mobiliteten.

***”DER ER OGSÅ DE SOM IKKE HAR RÅD TIL BILER. DERFOR SKAL VI VÆRE OPMÆRKSOMME PÅ HVAD DEN GRØNNE OMSTILLING KOMMER TIL AT KOSTE FOR DE SVAGESTE.”***

***– OLE B. JENSEN, PROFESSOR AALBORG UNIVERSITET***

## 15-MINUTTERSBYEN

Konceptet 15-minutters byen dækker over en bystruktur, hvor der adgang til hverdagens nødvendige funktioner i nærområderne, så transportbehovet reduceres.

De gamle middelalderbyer var i høj grad formet som 15 minutters byer eller slow cities. Men modernismen omformede Danmark og skabte store satellitbyer, som opfordrede borgerne til at pendle. Byerne blev skabt til bilerne, og der var massive investeringer i vejnettet, men byerne var ikke skabt til menneskene. Den modernistiske by krævede, at man kørte fra sted til sted i bil. Man boede et sted, arbejdede et andet og handlede et tredje. Nu skal vi atter designe byer til mennesker og ikke til biler.

Det handler om, at vi skal genskabe byerne til menneskene, og ideen om 15 minutters byen har et stort potentiale indenfor grøn omstilling. Byplanlæggerne har et stort ansvar for at skabe en ny by-model, som kan reducere det motoriserede transportbehov, og som kan styrke mobiliteten på de korte afstande. 15 minutters byen et godt alternativ til den klassiske byplanlægning, hvor fokus har været på mobilitet og udvidelse af infrastrukturen særligt til biler. Først og fremmest handler det om at sikre adgang til funktioner indenfor rimelig afstand fra boligerne. Det er vigtigt, at det er et bredt spektrum af funktioner, alt fra servicetilbud, til handlemuligheder og kulturtilbud.

I en kombination med knudepunkter er der et stort potentiale i at udvikle netop denne type byer, som forbinder et større netværk af byer og bydele. Her er det væsentligt at se på en forædling af knudepunkterne. Det handler altså ikke nødvendigvis om, hvordan man transporterer sig fra A-B, men nærmere hvad punkt A kan tilbyde forbrugerne, så turen til punkt B bliver overflødig.

15 minutters byen fungerer ved at byerne inddeles i såkaldte trafikøer, som rummer de nødvendige funktioner, som der er behov for i en almindelig dagligdag. Indenfor trafikøen, er det hovedsageligt blød trafik, som er omdrejningspunktet, og det er ikke længere muligt at køre i bil fra en trafikø til en anden. Det vil stadig være muligt at transportere sig med fx kollektiv trafik fra en ø til en anden.

15 minutters byer vil bidrage til en reduktion af behovet for bilkørsel, hvis alle funktioner ligger indenfor overskuelig rækkevidde. Her er der særligt et behov for at undersøge indvirkningen på mobilitetsadfærden i samfund, som ligner 15 minutters byer og dermed evaluere på de cases.

Der er udarbejdet følgende forskning- og udviklingsindsatser indenfor 15-minuttersbyen:

- Vidensopbygning og udvikling af pilotprojekter med knudepunkter som facilitator for 15 minutters byen, som samler flere funktioner og reducerer behov for transport i det hele taget.
- Forskning og udvikling af trafikøer og 1:1 afprøvning i praksis, samt erfaringsopsamling til udarbejdelse af 'best practice'.
- Vidensopbygning om adfærd i 15 minutters byer og evaluering heraf.
- Implementering af pilot forsøg og 1:1 afprøvning af 15 minutters by koncepter i praksis.

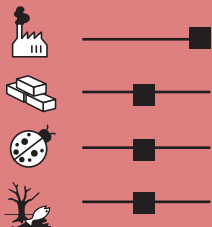
**“15-MINUTTERSBYER ER EN RIGTIG GOD IDE I FORHOLD TIL AT SKUBBE TIL ADFÆRDEN. DET DER LIGGER I 15 MINUTTERS BYEN, ER EN ANDEN MÅDE AT FORSTÅ DET RUMLIGE I BYEN PÅ. DET SÆTTER NOGLE BEGRÆNSNINGER OP, SÅ KERNEN I BYEN ER AKTIV GRØN MOBILITET SOM DET FORETRUKNE TRANSPORTMIDDEL. DET ER IKKE DET SAMME, SOM AT MAN IKKE KAN KØRE BIL. MEN DET BETYDER, AT MAN IKKE BARE KAN KØRE PÅ KRYDS OG TVÆRS GENNEM BYEN.”**

**– MALENE FREUDENDAL-PEDERSEN, PROFESSOR,  
AALBORG UNIVERSITET**

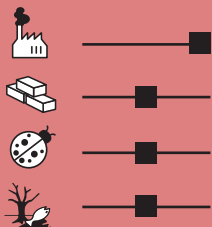
## INDSATSERNES PÅVIRKNINGER

Indsætsernes påvirkning på målepunkterne er for mobilitet i højere grad mere diffus og kan være svær at aflede de direkte, kontra de mere indirekte påvirkninger. Der er på baggrund af begge disse parametre forsøgt at udlede en effekt af indsætserne. Det er væsentligt at de enkelte indsætser ikke sammenlignes imod hinanden, men i stedet forstås adskilt fra hinanden. Det bliver her tydeligt grundet mobilitetssektorens store ressourceforbrug og udledninger, at de alle har en forholdsvis stor relevans i forhold til målepunkterne.

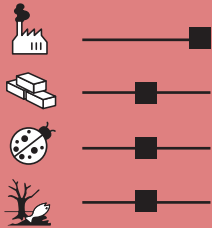
### MOBILITETSADFÆRD



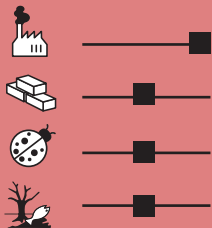
### STRATEGISK PLANLÆGNING & LOVGIVNING



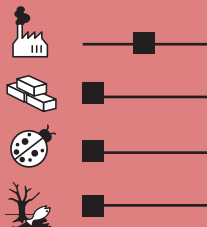
### TRANSPORTFORMER



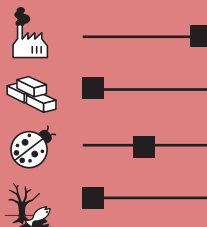
### TRANSPORTSYSTEMER



### RETFÆRDIG MOBILITET



### 15-MINUTTERSBYEN



**HOVEDOMRÅDE D**

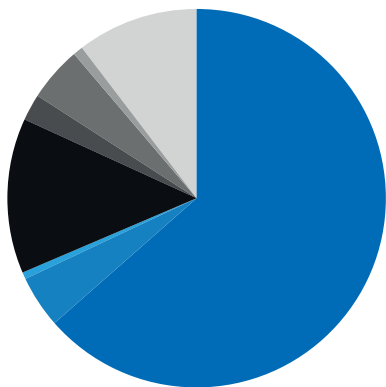
**BYGNINGER**





## FAKTA

### Byggeriets anvendelse i 2023



- Enfamilieboliger: 64%
- Etageboliger: 5%
- Anden helårsbolig: >1%
- Avls- og driftsbygninger: 13%
- Industri: 2%
- Kontor og handel: 5%
- Undervisning og forskning: 1%
- Sommerhuse: 10%

CO<sub>2</sub> Udledninger for byggeriet i Danmark:

30%

Fordeling af CO<sub>2</sub> udledninger i gennemsnit fra byggeriet i Danmark:

9% bygningsdrift

91% byggematerialer

Forbrug af jomfruelige materialer i byggeriet:

40% af materialeforbruget i Danmark og EU.

Nybyggeri i 2022:

8,9 mio. m<sup>2</sup>

Nedrivning pr. år:

2-3 mio. m<sup>2</sup>.

Udvikling i arealforbrug pr. person og hus:

Siden 1992 er boligarealet pr. person i Danmark steget fra 47 m<sup>2</sup> pr person til 52 m<sup>2</sup> pr person i 2023, mens størrelsen på et nyt gennemsnitlige parcelhus er vokset fra 122 m<sup>2</sup> i 1960 til 213 m<sup>2</sup> i 2023.

(Kilder: Danmarks Statistik 2023h; Infrastrukturplan 2035 2021; Johannesen, C. 2016; Vejdirektoratet. U.d.)

## HOVEDOMRÅDE A

# BYGNINGER

Hovedområdet "bygninger" omfatter alle typer af bygninger indenfor alle sektorer fx boliger, kontorer, industribygninger og institutioner.

Byggeriets miljøaftryk taler for sig selv, og der er et brændende behov for en grøn omstilling af den måde vi bygger på til gavn for jordens ressourcer, klimaforandringerne og biodiversiteten.

Vi vil fortsat have behov for bygninger. De skal give os et hjem, et sted at arbejde og et sted at nyde fritiden. Behovet for bygninger skal løses, men det skal gøres på en måde, hvor fremtidens generationer også har mulighed for at få deres behov dækket.

Aktiviteten i byggeriet går op og ned. Men siden 2016 har der været en støt stigende byggeaktivitet, og i 2022 blev der opført 8,9 mio. m<sup>2</sup> etagekvadratmeter. Arealet pr. person er steget – mest markant ses parcelhuset, hvor størrelsen af det gennemsnitlige hus er øget med 75% i perioden 1960-2022 (Boding 2023). Det resulterer i et ressourceforbrug og klimaaftryk, der ikke længere er miljømæssigt ansvarligt. Pr. 1. januar 2023 blev der indført krav til beregning byggeriets klimaaftryk og en grænseværdi for nybyggeri over 1000 m<sup>2</sup>. Det er første skridt på vejen til at begrænse byggeriets miljøaftryk over livscyklusen.

Vi skal finde løsninger, så den eksisterende

de bygningsmasse kan udnyttes effektivt. Det indebærer både færre kvadratmeter, renovering herunder energioptimering, transformation til nye anvendelser og multifunktionalitet, så bygningerne kan anvendes til flere formål igennem døgnet.

Byggeindustrien står for 40% af ressourceforbruget, og der er kun lille grad af cirkularitet i byggeriet. I august 2023 blev Circularity Gap rapport for Danmark udgivet (Circle Economy 2023), og den viser, at Danmark er 4 % cirkulært og byggeriet står for 17% af det samlede materialeaftryk. Materialerne i byggeriet skal udvikles, så de kan indgå i en cirkulær værdikæde, og de skal i højere grad være baseret på biogene materialer.

## BYGNINGER I 2050

I 2050 har bygninger igennem deres levetid et neutralt miljømæssigt aftryk målt på klima, forbrug af ressourcer, biodiversitet og kemi.

Fremtidens bygninger, og den måde de er kommet til verden på, vil være væsensforskellig fra bygningerne og den måde vi bygger på i 2023.

Størstedelen af de bygninger, der eksisterer i dag, eksisterer også i 2050. Det skyldes, at alle bygninger anses for at være bevaringsværdige alene grundet deres ressourcemæssige værdi. De kan ikke nødvendigvis genkendes, da mange er transformerede, så de opfylder andre behov, end da de blev opført.

Forbruget af jomfruelige materialer er reduceret til materialer, der har mulighed for at blive regenereret, og affaldsprodukter fra byggeindustrien skal reduceres eller slet ikke opstå. Det betyder, at der hverken høstes nye mineralske råstoffer som sand, sten og jord eller metaller samtidig med, at materialer fra det eksisterende byggeri genbruges og genanvendes. Derudover anvendes restprodukter fra både byggeriet men også fra andre industrier, der forarbejdes til nye materialer af høj kvalitet.

Der opføres 'sunde' byggerier, hvor mennesker trives både fysisk og psykisk. Det betyder, at indeklima er optimeret, så luftkvalitet, temperaturforhold, dagslys og akustik er i top men også, at bygninger

opføres med fokus på den menneskelige skala, der er med til at skabe spændende og varierede byer, der øger menneskets tilhørsforhold, og derved fremmer bygningens levetid.

# Byggeriet på vej mod en mere digital og bæredygtig fremtid

Af: Hanne Ullum, Vicedirektør, Bygherreforeningen



Foto: Bygherreforeningen

Bygherrer er en af de væsentligste aktører i en omstilling mod et mere grønt og bæredygtigt byggeri. De lægger ambitionsniveauet for bygge- og anlægsprojekterne og har retten til at definere kravene til de øvrige parter for at leve op til målsætningerne. Der er ingen tvivl om, at den globale klimakrise har øget fokus på at levere resultater for alle parter, og pilen peger i høj grad på bygherrerne for at efterspørge løsninger, som kan reducere aftrykket på kloden.

På den ene side betyder det, at der skal bygges meget mindre. Opgaven bliver i høj grad at udnytte det, der allerede er bygget, til nye og tidssvarende funktioner i stedet for at rive ned og bygge nyt. Det handler også om at rykke tættere sammen – dele kvadratmeter og skriveborde med andre og sørge for, at alle faciliteter udnyttes meget bedre end i dag. Og at tidligere anvendelse kan omdannes til andre formål, end de oprindeligt var tiltænkt. Det vil

kræve dygtige rådgivere, der kan komme med bud på transformationsløsninger, der ikke bliver kompromisløsninger, men fortsat tilbyder brugere af bygninger de bedst mulige faciliteter. Og det kræver mod hos ejere og bygherrer at overbevise kunder og brugere om fordelene ved at arbejde og bo tættere sammen. Og sidst kræver det lovgivning, som understøtter og skaber incitament til at udnytte bygninger på nye måder.

Uanset om vi bygger nyt, etablerer nye anlæg eller renoverer, kræver det en omstilling, hvor vi anvender væsentlig færre ressourcer og omstiller til at genbruge, genanvende og bruge fornybare materialer. Her er vi ofte på nyt terræn. Vi plejer at bruge ganske lang tid på at implementere nye løsninger, fordi der er brug for sikkerhed for, at det som vores kunder og brugere i sidste ende skal bruge, både kan holde i mange år og ikke gør skade på mennesker og miljø. Her har branchen brug for at samle indsatsen for at afprøve og implementere nye byggetekniske løsninger og materialer. De skal testes i cases, overvåges og dokumenteres i Alment teknisk fælleseje, så vi kan skabe en sikkerhed for, at netop denne løsning kan anvendes bredt.

Derfor arbejder vi i Bygherreforeningen sammen med andre gode kræfter på at etablere en ny risiko-fond, hvor man efter ansøgning kan få en særlig forsikringsdækning til projekter, som vil indgå i afprøvnings- og dokumentationsforløb af nye mere bæredygtige løsninger. Resultatet skal være, at de ambitiøse bygherrer

samler kræfterne om at afprøve de løsninger, som skal bidrage til en grøn omstilling. De får sikkerhed gennem forsikring, branchen får sikkerhed gennem styrede afprøvninger og samlet vidensudbredelse via alment teknisk fælleseje. Aktørerne, der allerede bidrager på området, er en del af den fremtidige løsning, men med risikofonden kan vi accelerere omstillingen og få veldokumenterede løsninger på markedet langt hurtigere.

Vi kan ikke komme uden om, at dokumentation og lovgivning fylder mere og mere. Til stor frustration for mange i branchen, der stiller spørgsmål ved værdien af den øgede dokumentationsmængde. På godt og ondt ser lovkrav dog i høj grad ud til at drive branchen i retning af mere grønne, mindre ressourceforbrugende løsninger. Men der er også meget stort gab mellem de krav, der er kommet og er på vej - både fra EU og i dansk kontekst - og til de værktøjer, der skal understøtte kravopfyldelse. Det vil komme til at udfordre alle aktører i de kommende år, og også her har vi brug for at udvikle fælles og samordnede modeller, så hver aktør ikke skal opfinde sine egne løsninger. Der er brug for både digitale værktøjer og for bedre håndtering af data. Omstillingen bliver i høj grad datadrevet, og derfor skal vi hjælpe branchen til at omstille. De store aktører er presset på afrapporteringer til EU. De mindre aktører på dokumentation og håndtering af data. Det er vi nødt til at sætte mere ind for at bistå dem med.

Heldigvis er der også her sket meget de

seneste år. På LCA-området har vi både en fælles, gratis dokumentationsmodel i LCA-Byg, som nu med støtte fra Realdania og Villumfonden kan udvikles til at stå på egne ben. Andre aktører er på banen med gode løsninger, som kan det samme eller understøtter dataudveksling og benchmark muligheder. Byggepladser bliver formodentlig et af de næste moduler i LCA-grænseværdien i bygningsreglementet. Også her er aktører gået sammen om at udvikle løsninger og i fællesskab sætte nye mål for udledninger og omstilling til emissionsfrie maskiner. Så der er gode eksempler - vi har bare brug for meget mere. Fx fælles dataplatforme til udveksling af LCA-data, en database, som opsamler LCA i forbindelse med byggesagsbehandlingen, fælles struktur for materiale- og bygningspas. Og ikke mindst fælles afrapporteringsmetoder til Taksonomi, ESG mm.

Og dette løfter vi ikke uden et tæt samarbejde mellem myndigheder, branche og vidensinstitutioner. Vi har heldigvis en stærk tradition for et godt samarbejde på tværs af aktører. Men hvis vi skal i mål med en omstilling af byggeriet til en digital og mindre ressourceforbrugende fremtid, skal vi styrke dette samarbejde. Gerne i mere strategiske partnerskaber, hvor vi kan arbejde for fælles langsigtede mål.

## UDVIKLINGSINDSATSER OG VIDENSBEHOV

En grøn omstilling af det byggede miljø er en kompleks opgave, og den indebærer en omsiggribende transformation af den måde, vi løser behovet for bygninger på. Der er behov for, at alle led i værdikæden arbejder sammen på en ny måde, og der er behov for kompetencer, der kan samle værdikæden og sikre løsninger til en grøn omstilling.

Hovedområdet "bygninger" er inddelt i følgende indsatsområder:

- Ansvarligt forbrug
- Byggeprocesser, forretningsmodeller og digitalisering
- Byggematerialer
- Renovering og transformation
- Nybyggeri og holdbare løsninger
- Udførelse og nedrivning
- Drift og smarte bygninger
- Lovgivning

## ANSVARLIGT FORBRUG

At mindske og tilpasse forbrug af ressourcer, så det ikke overskrider planetens grænser, stiller store krav til individer, organisationer og samfund som helhed. Helt grundlæggende skal "kagen" gøres mindre: vi skal forbruge mindre, hvilket indebærer reduktion af behov, mere genbruge og mere bevaring. Når vi så alligevel udvinder og anvender jomfruelige ressourcer, skal det gøres på et ansvarligt og oplyst grundlag, så vi kan stille krav til den miljømæssige såvel som den sociale effekt, vores forbrug har.

**GRØN OMSTILLING ER IKKE BARE EN OMSTILLING AF MATERIALE- OG TEKNOLOGIFORBRUG, DET ER OGSÅ EN OMSTILLING AF SAMFUNDET, EKSISTERENDE OG NYE FÆLLESKABER, VANER, INCITAMENTSSTRUKTURER, KULTURELLE OG SOCIALE PRÆFERENCER. FREM FOR UBEGRUNDEDE ANTAGELSER OG "SYNSNINGER" OM, HVAD DER FREMMER OG HÆMMER OMSTILLINGEN, ER DET VIGTIGT AT VI UDBYGGER VORES VIDENSGRUNDLAG BASERET PÅ DATA OG OBSERVATIONER.**

**– SÁRA FINSDÓTTIR, KONSULENT, TEKNOLOGISK INSTITUT**

Når incitamentene er skabt, og ambitionerne er høje, kan der opstå et gap mellem menneskers og organisationers værdier og deres reelle handlinger. Når det kommer til stykket, har vi både som professionelle og privatpersoner en begrænset kapacitet, som vi bruger så godt som muligt til at navigere i hverdagen. Den en-

kertes forbrug kan være styret og påvirket af alt fra tidsånd og trends til regulativer og økonomi. De fleste forbrug i menneskers hverdag er ”medieret”, dvs. vi er ikke altid opmærksomme på, at vores gøren og laden medfører et forbrug, som har konsekvenser for planeten, fordi den handling vi udfører – lad os sige: købe en gave/køre/flyve/købe – har et andet formål: at være nogens far, nogens ven.

Ressourceforbruget i byggeriet er stort, og det skyldes grundlæggende en stor efterspørgsel, men det kan også skyldes måden, vi efterspørger på. Ud over stigende behov for boliger i fx de store byer, skal vi så alle have nyt køkkenalrum og mange kvadratmeter? Der er også tendenser, der peger i modsat retning; at det bliver attraktivt at bo småt og bruge mindre. Der er behov for en grundlæggende ændring af forbrugernes – både den private og den professionelle bygherres – mindset for at rykke ved vores måde at indrette os på. Her kan der fx skabes økonomiske incitamenter til at påvirke udviklingen.

Nogle bygherrer ønsker at gå i en retning, der belaster klodens økosystemer mindre. Men det er ikke nemt at overskue konsekvenserne ved de forskellige valg, der skal træffes i en ofte lang beslutningsproces. Byggeriets parter igennem hele værdikæden har derfor behov for viden og værktøjer, der kan give dem et beslutningsgrundlag og den nødvendige støtte, når der skal træffes beslutninger.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor ansvarligt forbrug:

- Vidensopbygning der kan øge incitamenter mod mere ansvarligt forbrug. Den viden kan bl.a. udmøntes i lovgivningen.
- Vidensopbygning og udvikling af værktøjer til at sikre varig adfærdsændring.
- Vidensopbygning samt afprøvning af nye boformer fx tiny houses, hvor resourceforbrug pr. person er lavt.
- Vidensopbygning omkring fleksibel arealanvendelse fx afprøvning af kulturhuse og kontorbygninger med multifunktionalitet og stor belægningsgrad.
- Udvikling og anvendelse af dokumentationsmetoder fx livscyklusvurderinger (LCA), social-LCA og totaløkonomiske analyser (LCC) som afsæt til at stille krav.



## BYGGEPROCESSER , FORRETNINGSMODELLER OG DIGITALISERING

Byggeprocesserne er i dag baseret på økonomi som den afgørende parameter. Det betyder, at det til hver en tid er pris og tid, der er udslagsgivende for design, projektering, udførelse og drift. Denne tilgang til byggeriet er ikke fordrende for den grønne omstilling af det byggede miljø.

Tørre- og hærdetider for byggematerialer er en afgørende faktor for det produktive byggeri. Det kan spænde ben for bedre løsninger rent miljømæssigt. Fx kan mængden af cement i beton reduceres, men krav om hurtig forskalling vægter højere. Det er som oftest økonomisk fordelagtigt at øge omkostningerne til materialer for at kunne producere elementer og strukturer hurtigere i byggeprocessen. Der er behov for at synliggøre afledte konsekvenser ved de enkelte handlinger igennem byggeprocessen.

Samarbejdet på tværs af værdikæden er for fragmenteret, idet ansvar, kompetencer og roller er opdelt på den enkelte aktør. Det betyder, at det er svært at ændre eksisterende processer og metoder. Der er behov for, at værdikæderne i byggeriet er mere sammenhængende, og at viden deles på tværs af aktører igennem byggeprocessen. Der er behov for at synliggøre beslutningsprocesserne i de enkelte led i værdikæden, og hvilken konsekvens beslutningerne har for det færdige byggeri. Det skal belyse behovet for omhu og rette kompetencer i alle led men særligt i de indledende dele af processen. Samtidig er

måden vi arbejder på i byggeriet kendetegnet ved, at nye hold bliver sat hver gang et nyt projekt igangsættes med en lille grad af specialisering af produktet. Det betyder, at vi ikke i høj nok grad lærer og bliver bedre til at bygge. Der er behov for udvikling af samarbejds- og forretningsmodeller, så de enkelte aktører er mere produktorienteret, hvorved viden opbygges og skaber mulighed for øget bæredygtighed i projekterne. Udvikling af nye løsninger i byggeriet kan betyde større risiko, hvilket kan afholde bygherrer og investorer i at investere. Der er behov for at udvikle forretningsmodeller der kan minimere og håndtere risikoen.

Det går fortsat trægt med digitalisering af byggeriet. Data, der kan bruges til at analysere og identificere de mest bæredygtige løsninger, hvad enten det drejer sig om overordnede koncepter, produktvalg, optimering af eksisterende løsninger og uhensigtsmæssigt forbrug, skal gøres tilgængelig. Data skal være FAIR – findable, accesible, interoperability and reusable. Informationen er relevant på tværs af værdikæden, og de enkelte aktører skal i højere grad digitalisere deres processer, så beslutninger baseres på data og dokumentation.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor Byggeprocesser, forretningsmodeller og digitalisering:

- Udvikling af samarbejdsmodeller på tværs af værdikæden samt produkt- og serviceorienterede forretningsmodeller, der arbejder mod fælles mål om at udvikle miljømæssigt bæredygtigt byggeri
- Udvikling af viden og værktøjer til beslutningsstøtte til de enkelte led i værdikæden.
- Udvikling af finansierings- og forretningsmodeller til afprøvning af nye og mere risikobetonede løsninger.
- Udvikling af standardiserede dataformater og digitale processer, så data kan deles og anvendes på tværs af værdikæden.
- Udvikling af databaserede løsninger der bl.a. anvender kunstig intelligens til at integrere erfaringer fra eksisterende løsninger igennem byggeriets levetid.
- Udvikling af digitale strategier på organisationsniveau samt opbygning af digitale kompetencer i hele værdikæden.

## BYGGMATERIALER

Der er en stærk tradition i Danmark med udvikling af materialer og byggevarer. Særligt ved nye lovgivnings- eller markedskrav ses, at industrien rykker sig. I forbindelse med den grønne omstilling af det byggede miljø, vil der være behov for øgede krav til materialer og byggevarer. Og det gælder både i forhold til det miljømæssige aftryk, men den sociale bæredygtighed både i lokal og global kontekst herunder arbejdsforhold bør i stigende grad også få en betydning.

Materialer bliver ikke betragtet som en begrænset ressource set fra et miljømæssigt perspektiv, og værdisætningen omfatter ikke de miljømæssige og sociale omkostninger forbundet med at udvinde ressourcer. Dette betyder, at materialer anvendes i for store mængder. Den grønne omstilling indebærer, at materialer skal anvendes effektivt, og hvor de giver størst værdi. Det er på tværs af sektorer, på tværs af hele det byggede miljø og i bygningerne.

Det miljømæssige aftryk fra byggematerialer er for stort, hvilket bl.a. skal løses ved at både de traditionelle materialer og nye materialer i fremtiden indeholder en større grad af genbrugt, genanvendt og biobaseret materiale. Udover fokus på klimaaftryk og forbrug af jomfruelige ressourcer, skal der udvikles løsninger uden brug af skadelige stoffer og kemi. Biobaserede materialer er en af nøglerne til at reducere byggeriets klimaaftryk. Men det byggede miljø er ikke den eneste sektor, der kig-

ger mod denne ressource. Der er derfor behov for en forståelse for, hvad den store efterspørgsel har af betydning for den globale produktion af biobaserede materialer, arealanvendelse, økosystemer og biodiversitet. Derudover er der behov for en fortsat vidensudbygning hhv. i hvordan de biobaserede bygningsdele sikres mod fugt, råd og skimmel uden brug af uhenigtsmæssig kemi, og hvordan de brandtekniske egenskaber opretholdes.

**” VI SKAL UNDGÅ SUBOPTIMERINGER, BÅDE INDEN FOR OG PÅ TVÆRS AF SEKTORER. ET EKSEMPEL ER HÅNDTERING AF BETONAFFALD, HVOR HOVEDPARTEN I DAG NEDKNUSES OG ANVENDES SOM BÆRELAG I VEJE, HVOR DET ERSTATTER JOMFRUELIGE RESSOURCER SOM SAND OG GRUS. HVIS DENNE BETON I STEDET ØNSKES GENANVENDT SOM TILSLAG I BETON ELLER GENBRUGT, SKAL MAN HUSKE AT INDREGNE NYE MATERIALER TIL BÆRELAG, NÅR DET ENDELIGE MILJØREGNSKAB GØRES OP. ”**

**– THILDE FRUERGAARD ASTRUP, SENIOR KONSULENT, TEKNOLOGISK INSTITUT**

Der er behov for at udvikle metoder og værktøjer til dokumentation, der skal sikre, at materialeudviklingen peger i den rigtige retning i forhold til den grønne omstilling samtidig med, at den sociale dimension både lokalt og globalt ikke kompromiteres. Afprøvning af nye materialer kan

være risikofyldt, og der er behov for at udvikle modeller for test og dokumentation, der kan minimere risikoen. Materialers liv er langt og gennemgår i den samlede livscyklus mange processer og forskellige ejere. Digitale materialepas for både nye og eksisterende materialer baseret på internationale standarder skal sikre, at materialedata er tilgængelige og kan udveksles og anvendes på tværs af digitale platforme.

Byggekomponenter er blevet mere og mere komplekse – de skal løse flere funktioner samtidig med, at de er svære at adskille. Fremtidens bygninger og bygningsdele skal designes, så de enkelte dele kan adskilles. Dette øger muligheden for vedligehold og udskiftning af delkomponenter, samtidig med at materialerne kan genbruges eller genanvendes efter endt levetid.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor byggematerialer:

- Udvikling af både traditionelle og nye materialer baseret på restprodukter og biobaserede materialer til reduceret miljøaftryk samt sikring af sociale forhold igennem materialernes levetid.
- Udvikling af metoder, der baserer sig på konsekvens-LCA frem for attributiv-LCA for at afdække afledte miljømæssige konsekvenser fx ved brug af cirkulære materialer.
- Udvikling af metoder og værktøjer til minimering af risiko samt dokumentation af miljømæssig, økonomisk og social bæredygtighed på materiale- og produktniveau.
- Udvikling af viden, metoder og forretningsmodeller til genbrug og genanvendelse af materialer
- Udvikling af metoder og konkrete løsninger indenfor forberedelse til genbrug og design for adskillelse, så materialer og bygningsdele kan genbruges og genanvendes efter endt levetid.
- Udvikling og implementering af materialepas for at sikre materialedata og sporbarhed, samt udvikling af nye digitale teknologier og metoder fx 3D-print af beton med optimerede blandinger, så cementforbrug og klima-aftryk reduceres

## RENOVERING OG TRANSFORMATION

Vi har brug for et paradigmeskift i forhold til renovering og transformation. Typisk har byggebranchen været dygtige til at renovere og bevare byggeri med særlig arkitektur eller historisk værdi. Fremadrettet bør alt byggeri som udgangspunkt være bevaringsværdigt alene grundet materialernes ressourcemæssige værdi. Dette mentale skift skal ske i alle led i værdikæden men først hos bygherre og dennes rådgiver.

En stor del af den eksisterende bygningsmasse er endnu ikke renoveret til nutidens standard indenfor energieffektivitet og indeklima. Det skal være nemmere at gennemføre dybe renoveringer så den eksisterende bygningsmasse fremstår energieffektiv og med godt indeklima.

Renoverings- og transformationsprocesser kan af mange grunde være mere krævende end byggeprocessen for nybyggeri – det handler om eksisterende brugere, lovgivning og det eksisterende byggeri som designmæssigt benspænd. Til forskel fra nybyggeriet, der i høj grad er industrialiseret og præfabrikeret, er der behov for, at processerne i renoverings- og transformationsprojekter gøres mere effektive til gavn for brugerne og projektøkonomi.

I forbindelse med større renoveringer og transformationer skal den eksisterende konstruktion analyseres for bl.a. skadelige stoffer, fugt, brandsikkerhed samt styrke og holdbarhed. Der er behov for at udvikle

standardiserede løsninger, så bygherrer tidligt i processen får klarhed over den eksisterende bygnings muligheder. Som en del af renoveringen bør der være fokus på at genbruge de bygningsdele, der har den største indlejrede værdi – helt oplagt skal der hermed være fokus på den bærende konstruktion, der typisk har det største resourceaftryk. Reality capture-teknologier (som fx laser scanning og fotogrammetri) kan hjælpe med at skabe digitale modeller af eksisterende bygninger, så indlejret værdi, mængdemængder og bygningsdata identificeres og dokumenteres nemmere.

***”DEN BÆRENDE KONSTRUKTION UDGØR OP TIL 70 % AF KLIMABELASTNINGEN FOR EN NY BYGNING. DERFOR HAR DET SÅ STOR EFFEKT, NÅR VI GENBRUGER EN BÆRENDE KONSTRUKTION VED RENOVERING.”***

***– TOVE LADING, LEKTOR OG STUDIELEDER FOR MASTER I BÆREDYGTIGT BYGGERI PÅ DTU***

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor renovering og transformation:

- Vidensopbygning og formidling af renoverings- og transformationsløsninger, der viser god arkitektur og funktionalitet samtidig med at det miljømæssige aftryk reduceres.
- Udvikling af metoder, og testregimer til genbrug af bærende konstruktioner og bygningsdele herunder udvikling af modeller til at bestemme bæreevne på baggrund af viden vedr. forudgående brug.
- Udvikling af metoder og forretningsmodeller til genbrug af konstruktioner, der ikke er designet til genbrug
- Udvikling af industrialiserede renoveringsprocesser og komponentproduktion til mere smidige renoveringsprocesser for både bygherrer, brugere og andre led i værdikæden
- Udvikling af standardiserede løsninger og metoder til analyse af eksisterende bygningers indhold af skadelige stoffer, brandforhold samt styrke- og fugtforhold.

## NYBYGGERI OG HOLDBARE LØSNINGER

Omfanget af nybyggeri skal i fremtiden reduceres, men vi vil fortsat have behov for at opføre nyt byggeri. En miljømæssig bæredygtig bygning vil ofte være en bygning med lang levetid. Der kan dog være mange både arkitektoniske og byggetekniske grunde til, at en bygning ikke holder. Derudover ses også, at et forandret klima med store mængder regn samt tørke har en betydning for bygningsdelenes og byggeriets levetid.

Vi skal reducere det samlede behov for kvadratmeter. Ét af virkemidlerne er at anvende bygningerne mere effektivt. Der er behov for vidensopbygning og vidensdeling om, hvordan dette kan gøres i praksis. Analyse af hvilke funktioner, der med fordel kan deles samt udvikling af forretningsmodeller. Et andet virkemiddel er, at bygninger opføres fleksibelt, så nye brugere relativt enkelt kan ændre indretningen, så den tilpasses de nye ændrede behov.

Fremtidens bygninger skal designes med mennesket i centrum, og det er derfor også naturligt at de materialer, som bygninger designes med, er grønne løsninger, som samtidig skaber æstetisk kvalitet og et godt indeklima. Samtidig skal der kigges på adfærd i bygningerne, og de skal derfor også designes så funktionen understøtter de fysiske behov.

Klimaforandringerne med stigende havvand og grundvand og øgede mængder nedbør, giver ligeledes anledning til at ud-

vikle nye boformer og -typologier, der tilpasser sig de øgede vandmængder. Dette kan fx være i form af flydende boliger, flytbare boliger, boliger på pælefundamenter eller boliger der tåler oversvømmelse i ny og næ. Samtidig har klimaforandringerne bragt en værdidiskussion vedrørende bosætning med sig. Hidtil har bosætning tæt på vandet være attraktivt og forbundet med høj værdi, men klimaforandringerne rokker ved vores værdier, hvor bosætning tæt på vandet i dag, ofte er forbundet med risiko for oversvømmelse.

Den bærende konstruktion står for en markant del af miljøbelastningen for et byggeri, afhængig af bygningskonstruktion og materialer. Der bør derfor være et særligt fokus på tiltag og indsatser, der minimerer belastningen fra de bærende konstruktioner herunder øget genbrug. Udvikling af minimalkonstruktioner, hvor avancerede strukturer og rette materialer kan skabe konstruktioner, der opretholder nødvendig styrke og funktionalitet, kan være en af løsningerne til reducere materialeforbruget.

Hybridkonstruktioner er bygningskonstruktioner, der kombinerer forskellige materialer og teknikker for at opnå de ønskede egenskaber. Konstruktionerne kan fx kombinere materialer som beton, stål, træ, glas, kompositter og polymerer. Formålet med hybridkonstruktioner er at reducere den samlede materialemængde og udnytte kombinationen af materialernes egen-



skaber, så de anvendes, hvor de gør mest gavn.

Bliver en bygning, en renovering eller en ombygning ikke projekteret, vedligeholdt og udført korrekt, kan der opstå fugtproblemer, som kan give skimmelsvampevækst, og i nogle tilfælde risiko for fx trænedbrydende svampe. Dette har en betydning for bygningsdelenes levetid samtidig med, at brugere udsættes for dårligt og sundhedsskadeligt indeklima. Nye digitale løsninger såsom digitale tvillinger og sensorer kan være med til at følge byggeriets tilstand indenfor en række parametre, hvorved potentielle skader kan opdages rettidigt.

Forbruget af ressourcer er ikke en væsentlig faktor i forbindelse med dimensionering og udvikling af bygningsdele i dag. Det er fortsat afgørende, at sikkerheden er i top både hvad angår statik, brand og fugt. Men der er behov for en ny tilgang, så materialeforbrug kan optimeres.

Anvendelsen af kunstig intelligens inden for design af bygninger forventes at automatisere og optimere designprocessen ved at bruge avancerede algoritmer til at genere flere designvariationer og evaluere dem ud fra bygningsfunktionalitets- og bæredygtighedskriterier, som derfor bidrager til mere effektive og bæredygtige løsninger.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor nybyggeri og holdbare løsninger:

- Udvikling af metoder og værktøjer til at undersøge livet i bygningerne inkl. efterfølgende evaluering for at dokumentere evt. udfordringer og/eller gode løsninger.
- Udvikling af design og procesværktøjer, der implementerer cirkulære ressourcer og bygningsdele bl.a. redskaber der udnytter AI-teknologi
- Vidensopbygning med fokus på materialeforbrug og sikkerhed i forbindelse dimensionering af bygningsdele og udvikling af bærende konstruktioner herunder hybridkonstruktioner, minikonstruktioner eller genbrug
- Udvikling af metoder og løsninger til multifunktionelle og fleksible bygninger
- Udvikling af konkrete løsninger til design for adskillelse, som håndterer øget tidsforbrug under produktion, byggeperiodens varighed og arkitekternes designfrihed
- Vidensopbygning og udvikling af langtidsholdbare, fugtsikre materialer og bygningsdele i forbindelse med projektering, udførelse og vedligehold af byggeriet i fremtidens klima herunder brug af hygrotermiske simuleringer af fugt- og temperaturforhold



- Vidensopbygning og metoder herunder kvalitetskontrol til dokumentation af ressourceforbrug i forbindelse med fejl og spild af byggevarer på byggepladsen
- Vidensopbygning og metoder til industrialisering af processer på byggepladsen
- Vidensopbygning og metoder til digitalisering af byggepladser (fx digitale tvillinger, sensorer, robotter og droner til monitorering) som skaber værdi for den grønne omstilling
- Vidensopbygning og adfærdsdesign til reduktion af miljøeffekter på byggepladsen herunder indretning, systemer til affaldssortering og elektrificering af maskinpark
- Udvikling af metoder og løsninger til effektiv ressourcekortlægning og selektiv nedrivning fx digitale løsninger til håndtering af data og robotter til gennemførelse af selektiv nedrivning
- Metoder til virkningsfuld overførelse af teori til praksis på byggepladsen

## DRIFT OG SMARTE BYGNINGER

Bygninger skal grundlæggende være designet og projekteret, så indeklimaet i bygningerne er tilfredsstillende – både hvad angår temperatur, luftkvalitet, fugtforhold og lys. Hidtil har der i danske bygninger kun været lille behov for køling, men med fremtidens temperaturstigninger forventes et øget behov for køling. Indeklimaet skal forsynes så energi- og ressourceeffektivt som muligt – bl.a. kan kunstig intelligens udnyttes til overvågning af indeklima og energiforbrug, og systemet kan dermed generere besked om unormalt forbrug til både systemet og brugerne.

Bygninger kan anvendes som buffere i energisystemet, så spidsbelastningssituationer i energinettet kan udlignes. Der er behov for mere viden om, hvordan bygninger kan fungere som integrerede buffere i energisystemet, og hvad der skal til for, at det realiseres. Det handler om simuleringmetoder, kontrolsystemer til styring og overvågning af eksisterende systemer samt incitamentsstruktur. Men der er også behov for at kigge på lovgivningen, som fx spænder ben for udnyttelse af spildvarmen i fjernvarmenettet.

Byggeriet er i gang med at implementere digitale teknologier og redskaber til i højere grad at sikre rettidigt vedligehold. Der er brug for øget udvikling og vidensoverførsel, så mulighederne nyttiggøres også som en del af byggeriets drift. Dette vil resultere i færre skader, der udvikler sig u hensigtsmæssigt, hvilket vil have en po-

sitiv effekt på ressourceforbrug og økonomiske omkostninger.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor drift og smarte bygninger:

- Udvikling og implementering af digitale løsninger som fx IoT-sensorer og overvågningssystemer så indeklimaet opretholdes med et så lille energi- og ressourceforbrug som muligt
- Udvikling af smarte dynamiske facader som via digitale og databaserede løsninger giver optimeret lysindfald, afskærmning, opvarmning, køling og ventilation - alt efter hvad der er brug for.
- Udvikling af bæredygtige løsninger til køling af byggeriet
- Gennemgang af incitamentsstruktur i bl.a. eksisterende lovgivning for at identificere utilsigtede konsekvenser for brug af bygninger som bufferenheder
- Vidensopbygning samt udvikling og implementering af digitale teknologier som AI, sensorer og digitale tvillinger til driftsovervågning, simulering og optimering af bygningens og bygningsdelens performance samt forudsigelig og rettidig vedligeholdelse

## LOVGIVNING

Lovgivningen skal bidrage til at branchen træffer de rette valg igennem byggeprocessen og igennem værdikæden. Forsknings- og vidensinstitutionernes rolle er her at lave det forberedende vidensgrundlag til at udvikle ny lovgivning.

Byggeriet er underlagt bygningsreglementet i forbindelse med opførelse af nyt byggeri og renovering, og her stilles bl.a. krav til energieffektivitet, statik og brand. I januar 2023 blev der indført klimakrav for nybyggeriet i bygningsreglementet. Kravene skal skærpes de kommende år og samtidig dække bredere. Det er godt med fokus på materialernes indlejrede miljøaftryk, men denne indikator kan potentielt have den uheldige konsekvens, at det samlede areal øges, og dermed det samlede klimaftryk. Der er behov for mere viden om, hvordan forskellige indikatorer kan påvirke udviklingen mod miljømæssigt bæredygtige bygninger, der også tager højde for andre parametre såsom ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet.

Derudover er der behov for at få et større vidensgrundlag om regulering af brand, så der ikke spændes unødigt ben for brug af biobaserede eller genbrugte materialer. Vi skal være bedre til at udnytte den eksisterende bygningsmasse og dermed reducere behovet for nybyggeri. Det skal understøttes i lovgivningen ved fx at stille større krav til nedrivningstilladelserne.

Miljøbeskyttelsesloven og affaldsbekendtgørelsen, der regulerer håndtering af byggeaffald forventes i 2024 at blive opdateret, så der kommer en bekendtgørelse til håndtering af affald fra byggeriet. I den forbindelse kommer der skærpede krav til selektiv nedrivning, miljø- og ressourcekortlægning, så ressourcerne fra byggeriet kan anvendes så effektivt som muligt.

På næste side er der defineret en række udviklingsindsatser indenfor lovgivning:

- Udvikling af forberedende videngrundlag til lovgivning om at reducere klimaftrykket i forbindelse med opførelse af nyt byggeri og renovering af eksisterende byggeri.
- Udvikling af forberedende videngrundlag til lovgivning om at renovere og transformere frem for at bygge nyt.
- Udvikling af datagrundlaget til ny lovgivning, der kan fremme brug af bæredygtige materialer fx ved en prisstruktur der medtager alle miljømæssige og sociale omkostninger forbundet med produktionen.
- Udvikling af metoder, indikatorer og beslutningsstøtte til design og projektering af bygninger med lille eller ingen miljøbelastning – fx så miljøeffekten relaterer sig til funktionen i stedet for m<sup>2</sup>.
- Udvikling af viden og metoder til en holistisk tilgang til brandsikring fremfor minimumskrav på komponentniveau.
- Udvikling af lovgivning og det tekniske grundlag, så bygninger, der kan fungere som buffere i energisystemet, opfylder tekniske krav på både mikro- og makroniveau
- Udvikling og implementering af lovgivning om ressource- og miljøkortlægning og selektiv nedrivning.

**” SIKKERHEDEN I FORHOLD TIL BRAND SKAL SIKRES OGSÅ I FREMTIDENS BYGNINGER. I TAKT MED AT VI BYGGER PÅ EN ANDEN MÅDE BL.A. MED GENBRUGTE OG BIOBASEREDE MATERIALER, SKAL VI I STEDET FOR DAGENS TILGANG MED MINIMUMSKRAV TIL HVER ENKELT KOMPONENT HAVE EN MERE HELHEDSORIENTERET TILGANG TIL BRANDSIKRING AF BYGNINGEN. VI HAR BEHOV FOR AT OPBYGGE VIDEN OG UDVIKLE NYE METODER INDENFOR DETTE OMRÅDE.**

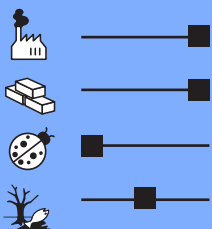
”

**– ANDERS DRAGSTED, HEAD OF BUILDING DESIGN, DBI**

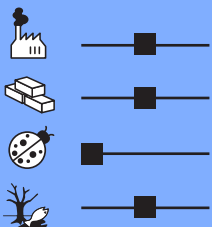
## INDSATSERNES PÅVIRKNINGER

I figuren herunder er effekterne fra de enkelte indsatsområder vurderet ud fra de fire indikatorer: drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet. Indsatsernes primære effekt er på drivhusgasudledninger og ressourceforbrug, men hovedområdet har også en betydning for toksiciteten, hvor valg af byggematerialer er afgørende. Bygninger har en indirekte påvirkning for biodiversiteten bl.a. idet et øget forbrug af biobaserede materialer også betyder et reduceret areal til natur og biodiversitet.

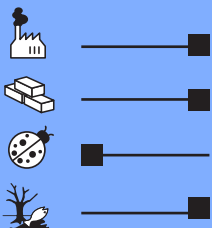
### ANSVARLIGT FORBURG



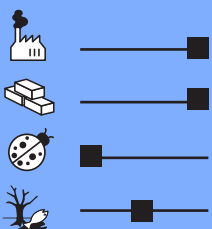
### BYGGEPROCESSOR, FORRETNINGSMODELLER & DIGITALIERING



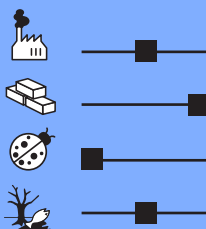
### BYGGEMATERIALER



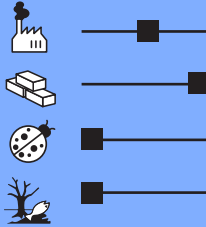
### RENOVERING & TRANSFORMATION



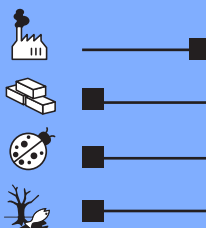
### NYBYGGERI & HOLDBARE LØSNINGER



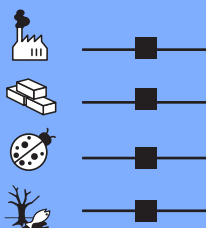
### UDFØRELSE & NEDRIVNING



### DRIFT & SMARTE BYGNIGNER



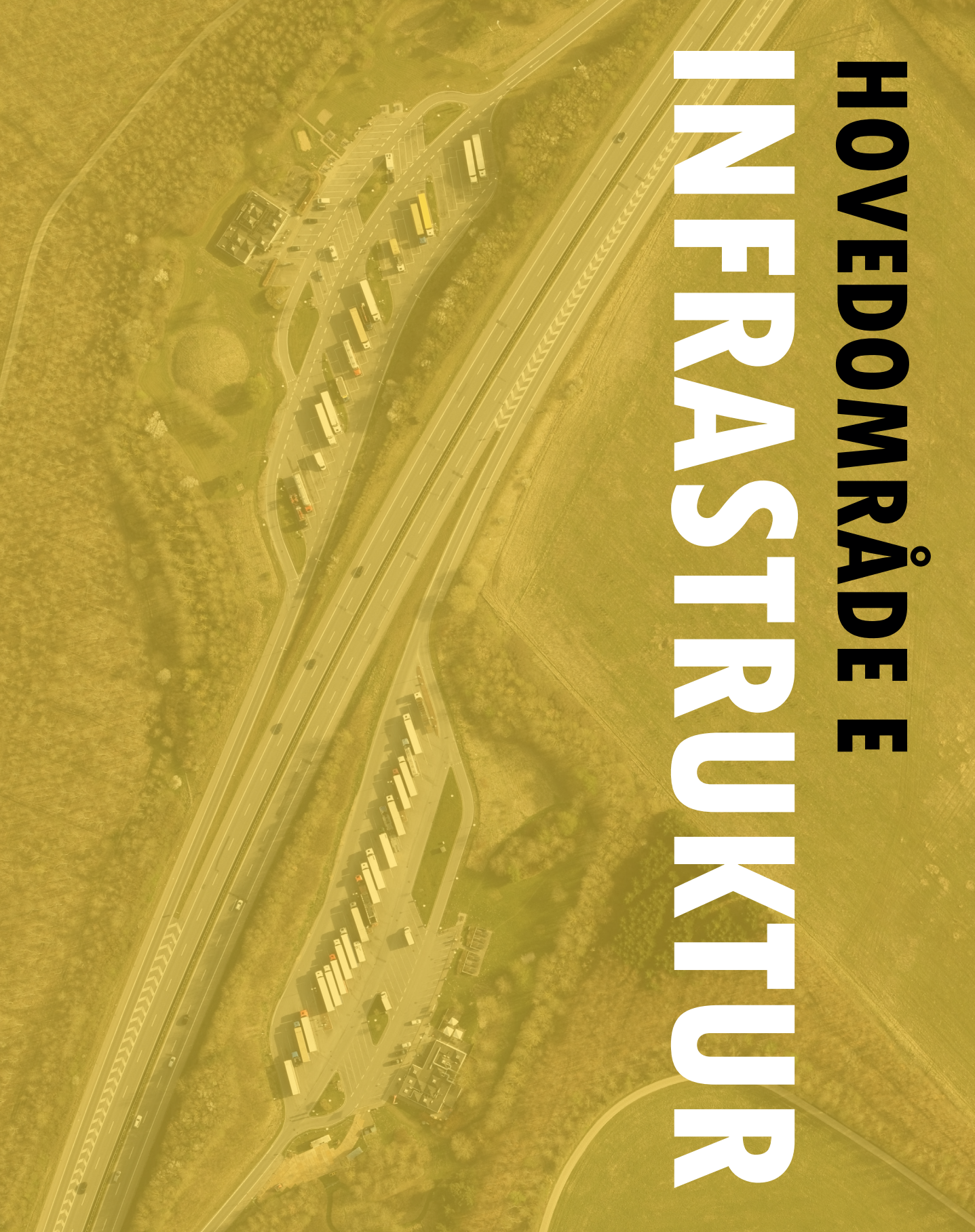
### LOVGIVNING





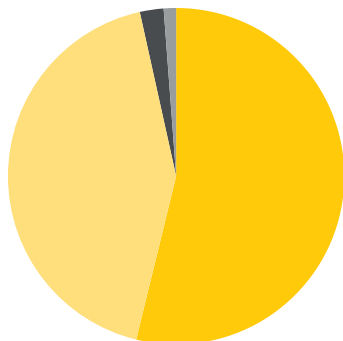
**HØVEDOMRÅDE E**

**INFRASTRUKTUR**



## FAKTA

### Areal til infrastruktur 2021:



- Befæstede veje: 1316 m<sup>2</sup>
- Ubefæstede veje: 995 m<sup>2</sup>
- Jernbaner: 57 m<sup>2</sup>
- Landingsbaner: 23 m<sup>2</sup>

### Infrastrukturplan:

Investeringerne på transportområdet i alt ca. 161 mia. kr., hvoraf ca. 64 mia. kr. går til veje, ca. 86 mia. kr. går til jernbaner, og ca. 11 mia. kr. går til en række puljer og øvrige initiative

### Råstofforbrug til udvalgte anlæg:

Ca. 33.800 m<sup>3</sup> pr. km anlæg af ny firesporet motorvej

Ca. 26.600 m<sup>3</sup> pr. km anlæg af ny motortrafikvej

Ca. 8.700 m<sup>3</sup> pr. km ny jernbane

### Antal broer og tunneler, som vejdirektoratet skal vedligeholde og drifte:

Ca. 2500

(Kilder: Danmarks Statistik 2023h; Infrastrukturplan 2035-2021; Johannesen, C. 2016; Vejdirektoratet. U.d.)

## HOVEDOMRÅDE C

# INFRASTRUKTUR

Hvilken infrastruktur vi har behov for, hænger nøje sammen med de øvrige hovedområder – og særligt arealanvendelse, byer og mobilitet. Hvordan vi bosætter os, har en betydning for transportbehovet, og trafiksystemer afgør i sidste ende, om der skal bygges en motorvej eller en ny jernbaneforbindelse. På samme måde kan en etableret infrastruktur være en hæmsko for anden udvikling - fx kan en etableret motorvej have stor betydning for bosætning i landområder eller mobilitetsadfærd i kollektiv transport og biodiversitet og natur.

Dette afsnit dækker over udviklingsindsatser og vidensbehov i forbindelse med bestilling, etablering og vedligehold af infrastruktur i Danmark. Infrastruktur favner de traditionelle anlæg som vejnet, broer, tunneler, jernbaner, havne, energiforsyning, vandforsyningssystemer, kloaksystemer og telekommunikationsnetværk. Men infrastrukturen skal også rumme nye funktioner og behov. Fx etablering af energiforsyning og ladeinfrastruktur, når mobiliteten skal elektrificeres eller kystsikring og andre klimatilpasningsprojekter grundet klimaforandringer med hyppigere skybrud og stormflod.

Infrastrukturprojekter er typisk store anlægsprojekter, der har lang levetid, og som er bundet af en omfattende økonomi. Når vi taler om grøn omstilling i forhold til infrastruktur, er levetid og bæreevne helt afgørende parametre både for forlængelse af

levetiden og materialeforbrug. Samtidig er det vigtigt i videst mulige omfang at levetidsforlænge eksisterende konstruktioner i stedet for at bygge nyt.

Materialer har hidtil været relativt billige. Det betyder, at konstruktioner ikke er blevet optimeret ud fra et hensyn om at begrænse forbruget af materialer. Der er behov for at ændre tilgang og metoder, så materiale- og klimaaftryk bliver en integreret del af beslutningsgrundlaget.



## INFRASTRUKTUR I 2050

Infrastrukturen i 2050 er optimeret efter tværgående analyser af de komplekse sammenhænge med arealanvendelse, byer og mobilitet, hvor det miljømæssige aftryk herunder klimaaftryk, ressourceforbrug og biodiversitet vurderes sammen med økonomi og sociale parametre. Ny teknologi har vundet indpas, så synergieffekter opnås bl.a. veje der generer strøm via kraftoverførsel fra biler og lasttransport og øget biodiversitet på tunnelelementer og broernes pyloner. Ladeinfrastrukturen er fuldt udbygget og energiforsyningen er optimeret ud fra lokale energiproduktioner og mulighed for lagring. Klimatilpasning er i videst muligt omfang naturbaserede løsninger til gavn for klimaaftryk, ressourceforbrug og biodiversitet.

De enkelte vej- og broanlæg baseres så vidt muligt på eksisterende konstruktioner, hvor levetid, bæreevne og nødvendigt vedligehold estimeres ved brug af modeller, hvor store mængder data på trafik, materialer, og konstruktion kombineres med konkrete test på fx materialer og samlinger.

I forbindelse med opførelse af nye konstruktioner og vedligehold af eksisterende konstruktioner anvendes automatiserede løsninger og robotter, så materialeforbrug kan reduceres og arbejdsmiljø forbedres.

# Bygherrer skal bane vejen for fremtidens infrastruktur

Af: Jens Holmboe, Direktør, Vejdirektoratet



Foto: Vejdirektoratet

Vejdirektoratet har ansvaret for statsvejene, der er kendetegnet ved det primære formål at få mennesker og gods nemt og sikkert frem med udgangspunkt i en bæredygtig udvikling.

En betydelig del af den grønne omstilling er naturligvis omstillingen fra fossile brændstoffer og at sikre, at det sker hurtigst muligt. Ligeledes skal vi sikre udvikling og fremme af mere miljøvenlige rejseformer såsom cykling, samkørsel og skift mellem transportformer. Men tilbage står også de fysiske arbejder, der udføres på vejene.

I modsætning til byggeri er infrastrukturområdet kendetegnet ved relativt få bygherrer. Dette giver nogle unikke muligheder – men også krav til bygherrerne. Derfor er arbejdet med den grønne omstilling en af de største udfordringer, vi har sammen med vores leverandører

og øvrige samarbejdspartnere. Der skal sættes ind på mange områder – reduktion af CO<sub>2</sub>-udledning, genbrug, teknologi- og materialeudvikling og bæredygtighedstankgangen skal implementeres bredt i alle de involverede organisationer. Men vi skal gøre det på en klog måde, så vi sætter ind der, hvor det har størst effekt.

For at vi kan nedbringe vores CO<sub>2</sub>-udledning og miljøbelastende forbrug, er vi nødt til at kende det nuværende niveau. At arbejde med dette og sikre systematisk dokumentation er nemmere sagt end gjort. Igennem de sidste par år har Vejdirektoratet haft fokus på at sikre, at vores leverandører har EPD'er (miljøvaredeklarationer) for de materialer og processer, som indgår i vores projekter. Vi har også valgt at udvikle et værktøj, der kan udregne miljø- og klimapåvirkningen af infrastrukturprojekter kaldet InfraLCA (Infrastruktur Life Cycle Assessment). Systemet dækker helt fra ide-fasen til den endelige opgørelse af et givent projekts udledning og er i dag et fælles værktøj for Vejdirektoratet og Bane-Danmark men kan gratis bruges af alle infrastrukturejere. Fremadrettet vil vi stadig skulle udvikle og opdatere data i InfraLCA, således at de nyeste erfaringer og materialeoplysninger er tilgængelige.

Men det at måle og veje ændrer nødvendigvis i sig selv ikke noget. Vi skal også handle på at nedbringe vores klima- og miljøbelastning.

For det første arbejder Vejdirektoratet med, hvordan vi kan forbruge færre eller

alternative materialer og genbruge mere. I den forbindelse har vi flere projekter i gang f.eks. designoptimering af broer, genbrug af asfalt, ændret sammensætning af beton og genbrug af jord.

For det andet skal vi reducere CO<sub>2</sub>-udledning fra de processer og materialer, vi bruger. Der er overordnet to måder, vi som bygherre kan sikre grøn omstilling ifm. vores udbud – specifikke krav og opstilling af incitament. Vejdirektoratet har nu i mange udbud stillet krav til leverandørerne om bl.a. inkludering af EPD'er på deres produkter og i nogle tilfælde maksimumskrav til CO<sub>2</sub>-udledningen. Omfanget af denne type krav vil stige.

Det næste skridt er at indbygge incitament i Vejdirektoratets udbud. Det kan være vanskeligere end blot at sætte nogle specifikke krav, men vi går så småt i gang med det. F.eks. kan nævnes asfaltområdet, hvor vi i 2024 forsøger os med en ny tildelingsmodel, hvor leverandøren får en økonomisk gevinst ift., hvor stor en CO<sub>2</sub>-reduktion de kan levere.

Vi dog kun lige kommet i gang med den grønne opstilling på mange områder - og det er et langt sejt træk! Vores udfordring vil være, at vi skal sætte endnu mere tempo på udvikling af nye metoder, processer og materialer. Samtidig skal vi sikre, at vi ikke ude i fremtiden står med utilsigtede problemer med levetiden og den øvrige funktionalitet.

Derfor er der brug for, at vi som bygherrer, entreprenører, materialeproducenter samt forsknings- og udviklingsinstitutioner arbejder tæt sammen. En succesfuld gennemførelse af Infrastrukturplanen og det daglige vedligehold af vejene forudsætter – men giver også mulighed for - at det kan ske. Så lad os klø på med en af vores generations største udfordringer.

## UDVIKLINGSINDSATSER OG VIDENSBEHOV

Den grønne omstilling af infrastrukturen omfatter en vidensudbygning og udvikling indenfor en lang række fagområder. En stor del af temaer og indsatser fra hovedområdet "Bygninger" er også relevante under infrastruktur.

Hovedområdet "infrastruktur" er inddelt i følgende indsatsområder:

- Ansvarlige bygherrer
- Byggeprocesser, forretningsmodeller og digitalisering
- Anlægsdesign
- Levetidsforlængelse af eksisterende konstruktioner
- Holdbare løsninger
- Materialer
- Udførelse
- Drift

## ANSVARLIGE BYGHERRER

Planlægning af ny infrastruktur er komplekst, idet det har stor betydning for udviklingen indenfor en lang række områder. Når infrastrukturen planlægges, er det derfor afgørende, at der er metoder og redskaber til rådighed, der kan nedbryde kompleksiteten og synliggøre konsekvenserne ved de enkelte løsninger, og der er behov for, at der er et tæt bindeled over til den strategiske planlægning på statsligt niveau, som kan bidrage til et koordineret og strategisk beslutningsgrundlag.

Infrastrukturprojekter er oftest store, enkeltstående projekter, der har markante aftryk på miljø, økonomi og sociale forhold. Der er behov for, at de miljømæssige og sociale effekter bliver en del af beslutningsgrundlaget til infrastrukturprojekter. Den gængse risikovurdering, hvor økonomi og konsekvens sammenholdes, skal kobles med en miljømæssig risikovurdering, der bl.a. indebærer klimaaftryk, ressourceforbrug og biodiversitet samt en vurdering af sociale forhold. Der er behov for at udvikle værktøjer til at analysere både miljøeffekter, totaløkonomi og sociale forhold over hele anlæggets livscyklus, der skal anvendes til at kvalificere kravspecifikationerne.

Fremtidens infrastruktur skal også håndtere fremtidens klimaforandringer. Der er behov for vidensopbygning på kommunalt og regionalt plan for at sikre de rigtige planer. Derudover er der behov for redskaber til at kunne arbejde på tværs af kommuneskel.



Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor ansvarligt indkøb:

- Udvikling af metoder og beslutningsstøtteværktøjer, der skal synliggøre langsigtede konsekvenser for bl.a. arealanvendelse, mobilitet og bosætning ved de enkelte infrastrukturløsninger og dermed understøtte koordinerede og strategiske projekter
- Udvikling af udbudsformer der giver mulighed for detaljeret analyse og beregning i de indledende faser af infrastrukturprojekter
- Udvikling af viden der kan danne baggrund for at stille specifikke miljøkrav i kravspecifikationerne.
- Udvikling af dokumentationsmetoder som afsæt til at stille krav i udbudsmaterialer herunder livscyklusvurderinger (LCA), social-LCA og totaløkonomiske analyser (LCC).
- Udvikling af metoder og praksis til at sikre test og forsøg samt erfaringsopsamling både på eksisterende og ny infrastruktur
- Udvikling af klimaplanlægningsstrategier herunder adaptiv planlægning, der kan håndtere fremtidens klimaforandringer

## BYGGEPROCESSOR, FORRETNINGS-MODELLER OG DIGITALISERING

I infrastrukturprojekter er der få bygherrer og mange leverandører. Det betyder, at bygherrerne har en særlig rolle i at sikre udvikling og vidensopbygning som en del af de enkelte projekter, så fremtidens løsninger kan identificeres.

Der er behov for forskellige faglige kompetencer, der skal bringes i spil i alle led af værdikæden. Nye kompetencer skal bidrage til at sikre det rette beslutningsgrundlag – fx biologer til optimering af biodiversiteten. I den forbindelse er der behov for både at udvikle nye samarbejdsmodeller, der sikrer tværfagligheden samt nye forretningsmodeller, så nye løsninger kan afprøves.

Data kan bruges til at analysere og identificere de mest bæredygtige løsninger, hvad enten det drejer sig om overordnede koncepter, materialevalg eller optimering af eksisterende løsninger. Til at understøtte beslutningerne, er der meget data på fx trafik, vejr, materialetilstand der skal kombineres og nyttiggøres, så de rette beslutninger træffes igennem byggeriets levetid. Datagrundlaget skal bruges til alt fra projektering af et klimatilpasningsanlæg til renovering af en motorvejsbro. Informationen er relevant på tværs af værdikæden, og de enkelte aktører skal i højere grad digitalisere deres processer, så beslutninger baseres på data og dokumentation. Der er desuden behov for at arbejde med standardisering for, hvordan data på materialer, byggekomponenter og processer

dokumenteres og lagres til fremtid brug.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor byggeprocesser, forretningsmodeller og digitalisering:

- Test og forsøg som en del af konkrete anlægsprojekter til identificering af fremtidens løsninger
- Udvikling af samarbejdsmodeller på tværs af værdikæden, der arbejder mod fælles mål om at udvikle miljømæssigt bæredygtig infrastruktur
- Udvikling af finansierings- og forretningsmodeller til afprøvning af nye løsninger, der skal bidrage til den grønne omstilling
- Udvikling af værktøjer til beslutningsstøtte til de enkelte led i værdikæden
- Udvikling af metoder og forretningsmodeller til genanvendelse af materialer og genbrug af konstruktioner
- Udvikling af databaserede løsninger til at integrere erfaringer fra eksisterende løsninger igennem anlæggets levetid - planlægning, projektering, produktion, montage, idriftsættelse, drift, renowering og endt levetid.

## ANLÆGSDESIGN

Traditionelt er anlægsløsninger optimeret med fokus på økonomi. I nogen grad er klimaaftryk optimeret på komponentniveau i delsystemer. Som en del af designfasen af et givent infrastrukturprojekt bør der være fokus på også at optimere efter miljøeffekter og sociale forhold.

Idet infrastrukturprojekter er omsiggribende, er det en omfattende analyse af linjeføringer, systemer, delsystemer og komponenter. Ved at anvende parametriske modellering og computerbaseret design bliver det imidlertid muligt at analysere et bredt spektrum af løsningsforslag. Dette åbner op for en helhedsoptimering, hvor miljøeffekter og sociale forhold igennem anlæggets livscyklus kan indgå som parameter i løsningsdesignet.

Fremtidens vejr bliver mere ekstremt. Infrastrukturprojekter har typisk en lang levetid, så det er afgørende, at designet er robust overfor fremtidens klimaforhold. I den forbindelse er der behov for både udvikling af nye løsninger men også metoder til risikohåndtering.

Klimatilpasningsprojekter er anlægsprojekter i sig selv. Men idet klassiske anlægsprojekter ofte er omfangsrige, er der en mulighed for at samtænke med klimatilpasning. Tilsvarende er der mulighed for at kombinere både infrastruktur- og klimatilpasningsprojekter med et mål om at forbedre biodiversiteten.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor anlægsdesign:

- Udvikling af parametrisk modellering og computerbaseret design til vurdering af miljø, økonomi og sociale forhold over anlæggets levetid
- Udvikling af nye konstruktions- og beregningsmetoder, hvor forbrug af jomfruelige materialer reduceres – fx minimalkonstruktioner eller genanvendelse
- Udvikling af klimarobuste løsninger, der kan sikre anlæg i fremtidens både tørrere og fugtigere klima
- Udvikling af design-simuleringsredskaber til risikohåndtering og risikostyring for fremtidigt vejr og klimahændelser til design af de enkelte anlægsprojekter
- Udvikling af tekniske og naturbaserede klimatilpasningsløsninger, der kan forhindre negative konsekvenser af fremtidens klimahændelser
- Udvikling af design- og planlægningsredskaber, der samtænker anlæg, klimatilpasning og naturprojekter

***”VI HAR BEHOV FOR BEDRE SANDSYNLIGHEDSBASEREDE BEREGNINGSMODELLER, SOM KOMBINERER AKTUELLE FORHOLD FRA FX MATERIALETEST, TRAFIK- OG VEJRMÅLINGER MED MATERIALEVIDEN OG SOM INDDRAGER DE MILJØMÆSSIGE KONSEKVENSER VED FORSKELLIGE LØSNINGSSCENARIER. VI HAR BRUG FOR VÆRKTØJER, DER KAN OPSTILLE ØKONOMI OG MILJØMÆSSIG BÆREDYGTIGHED OVERFOR HINANDEN. ”***

## **LEVETIDSFORLÆNGELSE AF EKSISTERENDE KONSTRUKTIONER**

I forhold til grøn omstilling af infrastruktur er det afgørende, at vi i videst mulige omfang forlænger levetiden for eksisterende konstruktioner. Fx estimerer Vejdirektoratet at op imod 600 broer har potentiale for alkaliskreaktioner, som kan resultere i revnedannelse og nedbrydning af betonen.

Ved levetidsforlængelse er bestemmelse af bæreevne en vigtig disciplin, som vi gør allerede i dag, men vi skal blive bedre til at gøre det mere præcist og baseret på tilgængelige data om bl.a. trafikmålinger og materialeprøver. Analyserne, der skal give viden om økonomiske og miljømæssige forhold, skal danne beslutningsgrundlag til at træffe beslutninger, om en given infrastruktur skal forstærkes, rives ned eller om kapaciteten skal reguleres.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor levetidsforlængelse af eksisterende konstruktioner:

- Udvikling af præcise modeller til beregning af kapacitet af eksisterende konstruktioner, så vi kan beholde konstruktioner i drift uden unødigt forstærkning eller nedrivning.
- Udvikling af probabilistiske modeller og metoder til eksisterende konstruktioner, hvor data fra fx materialeprøver og trafikmålinger kombineres til at vurdere konstruktionens bæreevne, levetid og miljømæssige aftryk.

## HOLDBARE LØSNINGER

En afgørende faktor for både den økonomiske og miljømæssige bæredygtighed af store infrastrukturprojekter som veje, broer og tunneler er levetid og holdbarhed. Der stilles derfor store krav til minimumslevetiden, holdbarhed og bæreevne.

De primære materialer er beton, stål, asfalt og jord, sand og grus. Beton, der er én af hovedbestanddelene i infrastrukturprojekter, har nogle enestående egenskaber, når det gælder holdbarhed og statik. Samtidig er miljøeffekterne fra produktionen af beton ikke til at komme udenom. Der skal udvikles viden og løsninger, så betonens egenskaber udnyttes, og det anvendes, hvor der er behov for det.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor holdbare løsninger:

- Videreudvikling af levetidsmodeller til forskellige anvendelser der anvender data til optimerede simuleringer
- Vidensopbygning med fokus på materialeforbrug og sikkerhed i forbindelse med dimensionering af bygningsdele herunder dæklagstykkelse, minimal- og hybridkonstruktioner
- Vidensopbygning af materialernes holdbarhed ved forskellige materialsammensætninger
- Test, fuldskalaafprøvning og dokumentation af nye løsninger

## MATERIALER

Traditionelle infrastrukturprojekter som veje, broer og tunneler består af beton, asfalt, stål, sand, jord, grus og affald fra byggeindustrien. Det er dels materialer med stort klimaaftryk men det er også baseret på mineralske råstoffer, der ikke regenereres. Der er behov for at udvikle de traditionelle men også nye materialer til infrastrukturprojekter, så klimaaftryk og forbruget af jomfruelige ressourcer minimeres. Når nye materialer bringes i spil, er der derudover brug for standardisering af bl.a. dokumentation af styrkeforhold.

I forbindelse med udvikling af nye materialer og komponenter er økonomien en væsentlig parameter. I den sammenhæng skal den fulde omkostning af et materiales miljø- og sociale konsekvenser igennem livscyklussen medtages.

Fremtidens materialer og komponenter til infrastruktur skal kunne løse flere problemstillinger. Der er derfor behov for at udvikle løsninger, der udløser størst mulig synergi i forbindelse med et infrastrukturprojekt. Det kan fx være permeable belægninger, til nedsivning af regnvand eller komponenter, der kan øge biodiversiteten.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor materialer:

- Udvikling af traditionelle materialer, der reducerer klimaaftryk og ressourceforbrug balanceret med lang holdbarhed
- Udvikling nye materialer baseret på restprodukter og biogene materialer, der kan anvendes i infrastrukturprojekter
- Udvikling af løsninger så materialer til infrastruktur kan genanvendes med højest mulige materialemæssige værdi
- Udvikling af standardiserede metoder og værktøjer til dokumentation af funktionalitet samt miljømæssige, økonomiske og sociale forhold på materiale- og produktniveau
- Udvikling af multifunktionelle belægninger og komponenter – bl.a. permeable løsninger, så regnvand kan ledes udenom kloaksystemet

***"I KLIMATILPASNINGS- OG KYSTSIKRINGSPROJEKTER HAR VI ANVENDT TRADITIONEL BETON I MANGE ÅR. DER ER BEHOV FOR AT VI UDVIKLER NYE NATURBASEREDE LØSNINGER OG MATERIALER, MEN OGSÅ UDVIKLING AF DE TRADITIONELLE MATERIALER, SÅ DE FÅR FLERE EGENSKABER – FX PERMEABLE BELÆGNINGER ELLER BROPILLER UNDER VAND, HVOR SNEGLE OG ANDRE ARTER TRIVES. "***

***– ULRIK HINDSBERGER, TEKNOLOGISK INSTITUT***

## UDFØRELSE OG DRIFT

Tid er som oftest en afgørende faktor i forbindelse med udførelsen af infrastrukturprojekter, der endnu i høj grad baseret på menneskelig arbejdskraft. Sammenlignet med indkøbsprisen for materialer er omkostninger forbundet med forsinkelser og arbejdskraft store. Det betyder, at der kan være et uforholdsmæssigt stort materialeforbruget. Dette kan både være i forbindelse med fejl og spild, men også tørretider på beton kan have betydning.

Der er et stort potentiale i øget digitalisering i forbindelse med udførelse af infrastrukturprojekter, hvilket kan have en betydning for både materialeforbrug men også arbejdsmiljø. Eksempler på en automatiseret produktion kan være robotgravemaskiner eller 3D-print af betonkonstruktioner.

Optimeret drift og vedligehold er afgørende for restlevetiden og dermed også for anlæggets økonomiske og miljømæssige bæredygtighed. Der er behov for at udvikle nye og digitale redskaber til dels at overvåge anlæggets tilstand dels at udføre løbende drift og større vedligeholdsarbejder. Virkningsfuld monitorering vil desuden have den effekt, at design og projektering kan udføres uden de samme indbyggede usikkerheder, hvorved konstruktioner kan designes mindre konservative.

Der er defineret følgende udviklingsindsatser indenfor udførelse og drift:

- Vidensopbygning og metoder til dokumentation af ressourceforbrug i forbindelse med fejl og spild af byggevarer på byggepladsen
- Vidensopbygning og praksis til reduktion af miljøeffekter på byggepladser herunder indretning af affaldshåndtering og omstilling af maskinpark til ikke fossile drivmidler
- Udvikling af digitale, automatiserede procesværktøjer og robotter til optimeret udførelse til gavn for tid- og ressourceforbrug fx ved brug af digital produktion og digital tvilling
- Videreudvikling af levetidsmodeller til forskellige anvendelser der bl.a. anvender løbende monitorering, data på brug og belastning samt kunstig intelligens til optimerede simuleringer
- Videreudvikling af metoder og teknologier til tilstandsvurdering og optimeret drift, der bl.a. anvender data og kunstig intelligens herunder monitorering af skader og vedligeholdelsesbehov

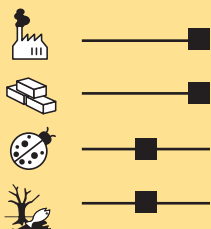
**"SET UD FRA ET KLIMAMÆSSIGT PERSPEKTIV ER DET FORDELAGTIGT AT REDUCERE MÆNGDEN AF CEMENT I BETON. DET ER TEKNISK MULIGT AT REDUCERE ANDELEN AF CEMENT, MEN KRAV OM HURTIG AFFORSKALLING, SÅ FORMENE KAN GENBRUGES HURTIGERE, OVERSKYGGER. DETTE SKYLDES, AT DET ER ØKONOMISK FORDELAGTIGT AT ØGE OMKOSTNINGERNE TIL CEMENT FOR AT KUNNE PRODUCERE ELEMENTER OG STRUKTURER HURTIGERE. "**

## INDSATSERNES PÅVIRKNINGER

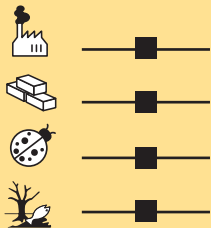
I figuren herunder er effekterne fra de enkelte indsatsområder vurderet ud fra de fire indikatorer: drivhusgasudledninger, ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet. Resultatet er en simpel vurdering, og det er ikke udtryk for en dybdegående analyse af indsatsernes miljøeffekter.

Indsatsernes primære effekt er på drivhusgasudledninger og ressourceforbrug, hvor valg af design og materialer er afgørende. Hovedområdet har også en betydning for både biodiversitet og toksicitet, hvor fx de naturbaserede løsninger til klimasikringsprojekter kan have stor betydning for biodiversiteten.

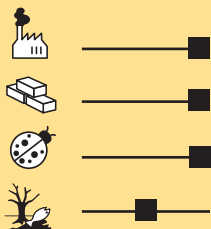
### ANSVARLIGE BYGHERRER



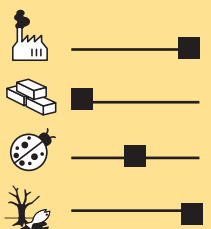
### BYGGEPROCESSOR, FORRETNINGSMODELLER & DIGITALIERING



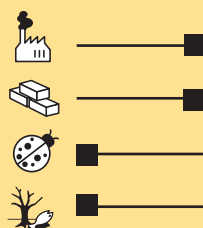
### ANLÆGSDESIGN



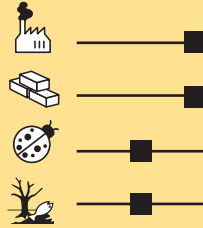
### HOLDBARE LØSNINGER



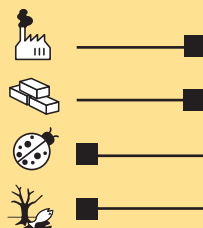
### LEVETIDSFORLÆNGELSE AF EKSISTERENDE KONTSTRUKTIONER



### MATERIALER



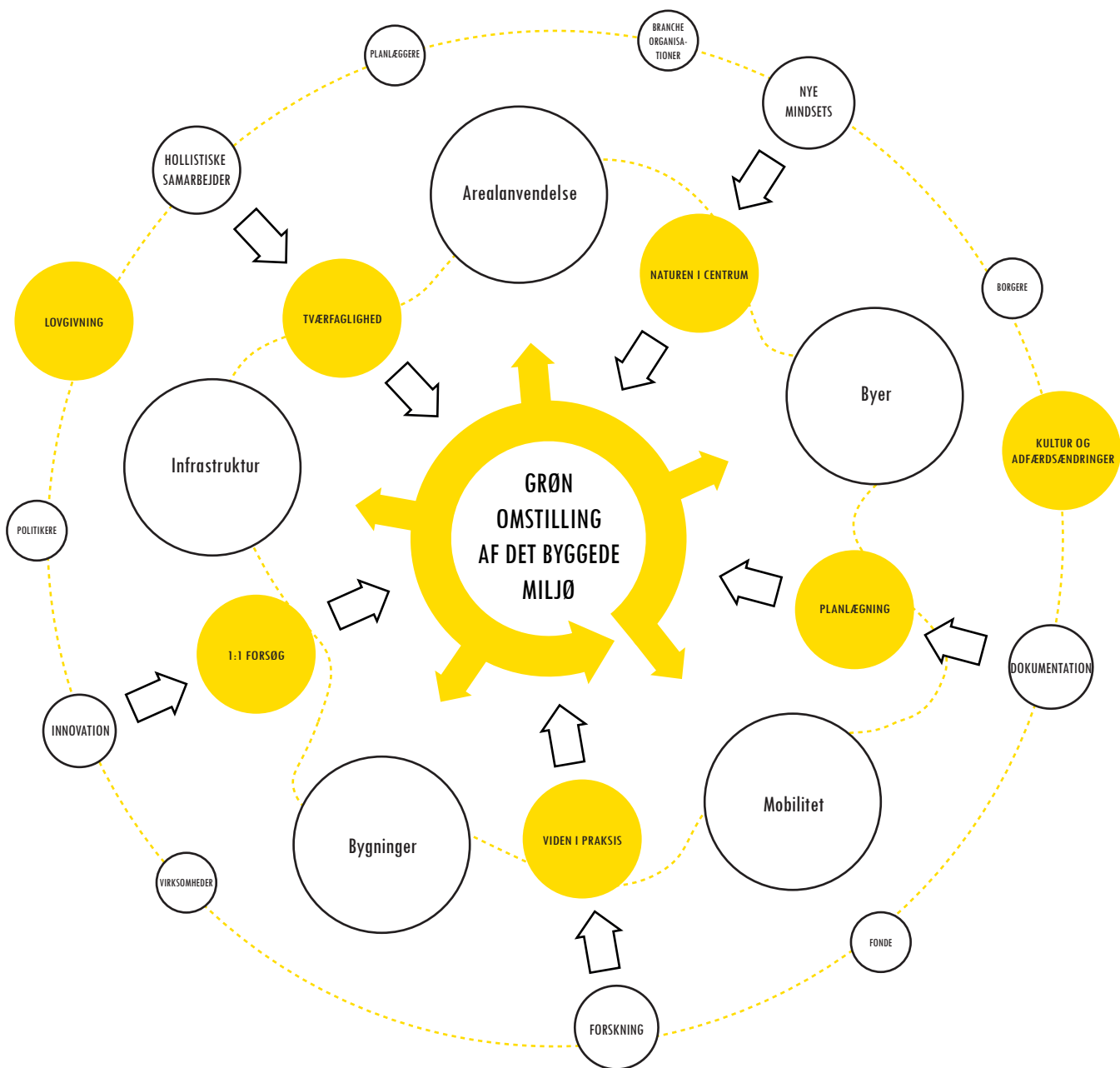
### UDFØRELSE OG DRIFT







**ANVISNINGER**



I det foregående er 35 indsatsområder og 160 udviklingsindsatser for de 5 hovedområder - arealanvendelse, byer, mobilitet, bygninger og infrastruktur - beskrevet. Det er tydeligt, at det byggede miljø dækker bredt, og at det har en afgørende rolle i den grønne omstilling. Det er også tydeligt, at der ikke er én indsats alene, der kan gennemføre omstillingen, og vi kan ikke bare tage en ting ad gangen, da tiden ikke er til det. Der er en række indsatser, der skal igangsættes parallelt, samtidig med at forskellige indsatser er afhængige af hinanden. Samtidig er der behov for fleksible løsninger, så de kan tilpasse sig nye udfordringer. Der er brug for ny viden, nye kompetencer, udvikling af værktøjer og metoder og et skarpt fokus på kultur og adfærd. Men der er også behov for politisk fokus, regulering og krav til at understøtte omstillingen.

Hvis vi skal overholde Parisaftalen og holde os under temperaturændringer på 1,5C, er der behov for at prioritere indsatsen. Vi skal derfor sørge for at få igangsat de indsatser, hvor der er størst effekt på den korte bane. Hvis vi kun optimerer på en 50 årig horisont, vil det måske være for sent. Dette står lidt i kontrast til det byggede miljø, hvor der netop planlægges og tages beslutninger på baggrund af meget lange levetider.

Vi har behov for at få etableret en plan (eller et roadmap), der analyserer effekten af de forskellige indsatsområder og indsatser

over tid og desuden giver input til, hvordan indsatserne påvirker og afhængige af hinanden. Er det byggestop, arealanvendelse med fokus på natur og biodiversitet eller incitamentter der begrænser ineffektiv personmobilitet, der potentielt har størst betydning for den grønne omstilling?

Der er identificeret faglige områder, der er repræsenteret i flere af hovedområderne. Det er her vigtigt at være opmærksom på, at den viden, som tilvejebringes indenfor et område, også kan udnyttes i andre områder. De tværfaglige områder dækker over cirkulær økonomi, lovgivning, klimatilpasning, digitalisering og dokumentation af miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed.

I nærværende arbejde er der opnået indsigter om tværgående temaer og tendenser, som vi ikke nødvendigvis ville være opmærksom på, hvis vi havde set på de enkelte områder isoleret set. De enkelte temaer peger i forskellig grad hver især ned i de forskellige hovedområder. I det følgende fremhæves en række anbefalinger, som favner temaer og tendenser på tværs af indsatsområder, som bør være afsat for det fremadrettede arbejde med den grønne omstilling af det byggede miljø.

## NATUREN I CENTRUM

I nyere tid har natursynet været præget af en menneske-centreret opfattelse, hvor mennesket er hævet over naturen. Forbruget har ikke været begrænset af, hvilke miljømæssige konsekvenser det kunne have. Ressourcer har generelt har været betragtet som en ubegrænset ressource. Men den grønne omstilling rokker ved vores natursyn.

Den antropocæne tidsalder er kendetegnet ved, at mennesket påvirker jorden fundamentalt med store konsekvenser for de økologiske processer. For at den grønne omstilling skal lykkes, er der behov for en øget naturforståelse, hvor menneskets behov ikke er hævet over naturens økosystemer. Det er en fundamental men nødvendig omstilling af vores mindset, hvor vi i fremtiden ikke længere kan argumentere med, at naturhensynet ikke kan betale sig. Det betyder konkret, at miljøeffekterne fra vores handlinger ikke må overstige jordens muligheder for genopretning på den korte bane.

Natursynet er gennemgående i indsatserne, og særligt indikatorerne ressourcer, biodiversitet og toksicitet peger på, hvor naturgenopretning er en del af indsatsen. Som eksempler på indsatser kan nævnes:

### **AREALANVENDELSE:**

Videnopbygning om naturgenopretning, -forvaltning og -beskyttelse, herunder naturlige og dynamiske processer

### **BYER:**

Vidensopbygning om forøgelse af biodiversitet i byerne

### **BYGNINGER:**

Genbrug, genanvendelse og udnyttelse af biobaserede materialer

### **INFRASTRUKTUR:**

Udvikling af design- og planlægningsredskaber, der samtænker anlæg, klimatilpasning og naturprojekter

## DET STORE PERSPEKTIV

Det byggede miljø favner en stor del af de aktiviteter, der foregår i samfundet og ved at betragte det byggede miljø samlet, er der en bedre mulighed for at løse konkrete udfordringer et sted uden at skabe nye problemer et andet sted. Der er behov for, at vi bliver bedre til at se udfordringer og løsninger i et større perspektiv, både når ny viden udvikles, men også når den skal bringes i spil i praksis. Der er behov for en mere holistisk tænkning, når fx areal udlægges til naturområder, når nye landsby-samfund planlægges, når ny infrastruktur skal etableres, og når materialer til byggeriet skal vælges.

Nye metoder og værktøjer, der kan belyse effekter på klima, ressourceforbrug, biodiversitet og toksicitet på tværs af faglige discipliner, sektorer og organisatoriske enheder skal bringes i spil. En national strategi, der tager højde for nationalgeografiske forskelle, vil være et redskab, der kan bidrage til en bedre prioritering af indsatsen fx omkring klimatilpasning, udvikling af mobiliteten eller arealanvendelsen i det åbne landskab.

Udvikling af værktøjer og metoder til at synliggøre det store perspektiv er gennemgående i hovedområderne. Som eksempler på indsatser kan nævnes:

### **AREALANVENDELSE:**

Udvikling af strategiske planer som et planredskab i omstilling af det åbne land

### **MOBILITET:**

Udvikling af redskaber, metoder og tilgange, der understøtter samtænkning og helhedsorienteret mobilitetsudvikling mellem by og land fx etablering af centrale knudepunkter, som faciliterer multimodale transportsystemer.

### **BYGNINGER:**

Udvikling af metoder, der baserer sig på konsekvens-LCA frem for attributions-LCA for at afdække afledte miljømæssige konsekvenser i andre sektorer, fx ved brug af cirkulære materialer som træ.

### **INFRASTRUKTUR:**

Udvikling af metoder og beslutningsstøtteværktøjer, der skal synliggøre langsigtede konsekvenser for bl.a. arealanvendelse, mobilitet og bosætning ved de enkelte infrastrukturløsninger og dermed understøtte koordinerede og strategiske projekter

## TVÆRFAGLIGT SAMARBEJDE ER VEJEN FREM

Transformationen mod den grønne omstilling af det byggede miljø er omfangsrig, og der er behov for, at samtlige led i værdikæden bliver aktiveret. Det byggede miljø er kendetegnet ved at have mange led i værdikæden. Samtidig er der en stor faglig bredde i de forskellige led men også på tværs af værdikæden. Kompetencer på tværs af værdikæden favner arkitekter, ingeniører, biologer, byplanlæggere, geologer, landskabsarkitekter, sociologer, udførende indenfor alle håndværksdiscipliner, producenter, forskere, myndigheder og politikere.

Som led i udviklingen og udbredelse af nye løsninger, er samarbejdet mellem videninstitutioner, erhvervsliv og bygningsejere vigtigt, så konkrete løsninger udvikles med kommerialisering og praksis for øje.

I det byggede miljø er der tradition for at opdele arbejdet i de enkelte fagdiscipliner, og der er kun i mindre grad samarbejde på tværs af værdikæden og tværfaglige ressourcer udnyttes ikke godt nok. Derudover er samarbejdet på tværs af offentlige enheder ikke struktureret, og det er derfor besværligt i praksis. Det ses fx når der skal laves et naturprojekt eller et klimatilpassningsprojekt på tværs af flere kommuner.

Tværfagligt samarbejde er vejen frem, når det byggede miljø skal gennemføre en grøn omstilling. Dette skal ske på tværs af det geografiske, organisatoriske og faglig-

ge skel. Der bør derfor være fokus på at få kortlagt og synliggjort snitflader, samarbejdsprocesser og kompetencebehov i de enkelte led, hvilket skal bidrage til øget tværfagligt samarbejde i det byggede miljø. Derudover der behov for at inddrage interessenter, så synergier og ejerskab kan opnås i løsningerne.

Samtidig skal vi på tværs af nationer dele viden og arbejde sammen om at finde de rigtige løsninger på udfordringerne.

Der er fokus på samarbejdet i hovedområderne. Som eksempler på indsatser kan nævnes:

### **AREALANVENDELSE & BYER:**

Udforske og afsøge muligheder inden for borger og –interessentinddragelse, så samskabelse styrkes.

### **MOBILITET:**

Udvikling af samarbejdsmodeller, der sikrer vidensdeling mellem private aktører, videninstitutioner og beslutningstagere, med henblik på at facilitere og accelerere udbygningen af grønne mobilitets løsninger.

### **BYGNINGER:**

Udvikling af samarbejdsmodeller på tværs af værdikæden samt produkt- og serviceorienterede for-retningsmodeller, der arbejder mod fælles mål om at udvikle miljømæssigt bæredygtigt byggeri samt



## VIDEN SKAL BRINGES I SPIL

Der er knap 35.000 virksomheder, der arbejder med det byggede miljø, og de beskæftiger 193.000 mennesker. Der er få meget store virksomheder, og så er der rigtig mange små virksomheder med mindre end 10 medarbejdere. Der er stor variation i vidensniveauet indenfor de enkelte brancher, hvor der typisk er enkelte frontrunners, der udvikler og prøver nye løsninger. Når den grønne omstilling skal gennemføres, er der dog langt fra de få frontrunners, til de aktører der skal bruge den nye viden i praksis og dermed skabe forandringen på den større skala.

På tværs af aktører har vi allerede meget viden, men vi lykkedes ikke med at få den viden bragt i spil hos de aktører, der i praksis skaber forandringen. Viden er en økonomisk drivkraft, og mange aktører lever af at sælge viden. Der er behov for at udvikle modeller, hvor viden om nye løsninger og indsigter på tværs af sektorer flyder mere frit, og som fremmer samarbejde på tværs af kommunegrænser, sektorer og fagområder.

I nærværende publikation er der fremstillet indsatser med stort fokus på at opbygge viden. Den viden skal også bringes i spil – og det skal være et mål i sig selv. Som eksempler på indsatser kan nævnes:

### **AREALANVENDELSE:**

Opbygning af naturforståelse og naturdannelse i befolkningen gennem formidling og kommunikation

### **BYER:**

Opbygning af borgernes viden om klimaforandringer, oversvømmelsesrisiko og ansvar

### **BYGNINGER & INFRASTRUKTUR:**

Vidensopbygning og praksis til reduktion af miljøeffekter på byggepladser herunder indretning af affaldshåndtering og omstilling af maskinpark til ikke fossile drivmidler

## TEST SKAL GØRE OS KLOGERE

Som led i omstillingen er der behov for test og 1:1 afprøvning. Det handler om test af alt fra nye materialers fysiske egenskaber til effekten af nye konkrete redskaber i byplanlægningen. Der er forskellig grad af tradition for test, hvor det er en naturlig del af et nyt infrastrukturprojekt at teste nye løsninger, er det mindre udbredt, når nye elementer i byplanlægningen bringes i spil. Som en integreret del af test og afprøvning skal erfaringer og resultater fra testen opsamles. Mange indsatser og ændringer handler om adfærd. Tidsperspektivet af test og erfaringsopsamling er derfor vigtigt at tænke ind fra starten af projektet.

Derudover skal der i brancherne opbygges en kultur, hvor det også er naturligt at fejle. 1:1 afprøvning vil betyde at nogle forsøg vil slå fejl, men netop her er erfaringsopsamlingen vigtig, da den bidrager med ny viden til nye 1:1 afprøvninger af andre projekter. Dette er skal også gøre sig gældende i den store bymæssige omstilling.

Den opnåede viden fra test og afprøvning skal bringes i spil i relevante fora. Dette inkluderer også de dårlige erfaringer med en specifik løsning eller tilgang. Afprøvning og test er afgørende elementer i hovedområdernes indsatser. Herunder nævnes eksempler på indsatser:

### **AREALANVENDELSE:**

Udvikling og erfaringsopsamling af naturbaserede løsninger

### **BYER:**

Test og erfaringsopsamling i 1:1-skala, herunder midlertidighed i byrum, pilotprojekter mm.

### **MOBILITET:**

Implementering af 1:1 afprøvning af konkrete transportsystemer, samt evaluering heraf, til videre implementering i større skala.

### **BYGNINGER:**

Vidensopbygning samt afprøvning af nye boformer fx tiny houses, hvor der er fokus på lille ressourceforbrug pr. person er lavt.

### **INFRASTRUKTUR:**

Udvikling af metoder og praksis til at sikre test og forsøg samt erfaringsopsamling både på eksisterende og ny infrastruktur

## KULTUR OG ADFÆRD

Den grønne omstilling starter hos det enkelte individ, og de valg vi træffer. Det er både politikere, der kan udstikke lovgivning til gavn for den grønne omstilling, ledere i offentlige og private bygherreorganisationer, der kan påvirke udviklingen via udbud eller den enkelte medarbejder på byggepladsen, der kan vælge at sortere byggeaffaldet korrekt.

Der skal skabes et engagement om, at vi i samfundet skal ændre vores værdisæt, så det er i tråd med den grønne omstilling og ikke kun materiel værdi. Dette indebærer for eksempel kulturel og æstetisk værdi, miljømæssig og social værdi.

Hvis alle led i værdikæden skal aktiveres, er det ikke nok at dele viden og opbygge kompetencer. Der skal udvikles modeller og løsninger, som får de enkelte aktører til at flytte sig. Viden og erfaringer fra store projekter og rapporter skal omsættes til jordnær praksis. Det handler om mennesker, der skal ændre deres vaner og deres arbejdsgange.

Påvirkning af kultur og adfærd går igen som omdrejningspunkt i mange indsatser. Herunder nævnes eksempler på indsatser:

### **AREALANVENDELSE:**

Øget Opbygning af naturforståelse og naturdannelse i befolkningen gennem formidling og kommunikation.

### **BYER:**

Opbygning af borgernes viden om klimaforandringer, oversvømmelsesrisiko og ansvar.

### **MOBILITET:**

Videnopbygning af den adfærdsregulerende effekt ved brug af forskellige virkemidler med hensyn til valg af transportformer.

### **BYGNINGER:**

Vidensopbygning og adfærdsdesign til reduktion af miljøeffekter på byggepladsen herunder indretning, systemer til affaldssortering og elektrificering af maskinpark.

## LOVGIVNING

Det er en markant transformation, der skal til for at det byggede miljø får succes med den grønne omstilling. Der er nogle beslutninger, som er så store og svære, at de går ud over det enkelte individs ageren. Der er her behov for en politisk vilje, som udmønter sig i konkret lovgivning.

Regulering på europæisk og nationalt niveau er et afgørende værktøj til at påvirke udviklingen indenfor det byggede miljø. Det er særligt Planloven, Bygningsreglementet, Construction Product Regulation, EU-taksonomien, der påvirker udviklingen i dag.

Indsatserne beskrevet i nærværende publikation skal bidrage til en vidensopbygning, der giver direkte indspil til lovgivningen, så den er helhedsorienteret og netop bidrager til den bedste løsning samlet set. Vidensopbygningen kan fx belyse konsekvenserne ved at pege på områder, der ikke skal klimasikres. Eller indførelse af en personlig klimakvote. Hvad vil det betyde, hvis det via lovgivningen blev forbudt at rive en bygning ned, medmindre den er sundhedsskadelig og usikker. Hvilken lovgivning eller incitamentsstruktur kan begrænse antallet af biler med én passager?

Eksempler på indsatser, der understøtter lovgivningen, kan ses herunder:

### **AREALANVENDELSE:**

Evaluering og udvikling af nuværende lovgivnings så den understøtter den nødvendige grønne omstilling indenfor arealanvendelse.

### **BYER:**

Videnopbygning om kommunernes muligheder for regulering der fremmer klima, biodiversitet og ressourceforbrug i den fysiske planlægning.

### **MOBILITET:**

Udvikling af en national mobilitetsstrategi, som sikrer klare målsætninger for den grønne omstilling.

### **BYGNINGER:**

Udvikling af det forberedende videngrundlag til lovgivning om at renovere og transformere frem for at bygge nyt





## REFERENCELISTE

Aalborg Universitet. (2017). *Prioritering af Danmarks areal i fremtiden*. København: Fonden Teknologirådet. Hentet fra: <https://www.ft.dk/samling/20161/almdel/eru/bilag/162/1742238.pdf>

Architecture 2030. (u.d.). *Why the build environment?* Sante Fe: Architecture 2030. Hentet fra: <https://www.architecture2030.org/why-the-built-environment/>

Azote for Stockholm Resilience Centre. (2023). *The evolution of the planetary boundaries framework*. Based on Richardson et al. 2023, Steffen et al. 2015, and Rockström et al. 2009. Hentet fra: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

Biodiversitetsrådet. (2022). *Fra tab til fremgang – beskyttet natur i Danmark i et internationalt perspektiv*. Aarhus: Biodiversitetsrådet. Hentet fra: <https://www.biodiversitetsraadet.dk/pdf/2022/12/Biodiversitetsraadet-2022-Fra-tab-til-fremgang-Final-hjemmeside.pdf>

Birgisdóttir, H., A., Branny, A., Clausen, C., Fanning, A., Fetzer, I., Francart, N., Grcheva, L., Heide, M., Lassen, E., Leonardsen, J., Moberg, F., Nørgaard, R., Pham, D., Rasmussen, K.K., Raworth, K., Ryberg, M. and Sahan, E. (2023). *Doughnut for Urban Development: A Manual*. Redigeret af Dani-Hill-Hansen and Kasper Guldager

Boding, J. T. (2023). *Nye huse er blevet næsten dobbelt så store på 60 år*. København: Boli-us. Hentet fra: <https://www.bolius.dk/nye-huse-er-blevet-naesten-dobbelt-saa-store-paa-60-aar-40954>

Circle Economy. (2023). *The circularity gap report – Closing the Circularity Gap in Denmark*. Amsterdam: Circle Economy. Hentet fra: <https://industriensfond.dk/wp-content/uploads/2023/08/web-version-20230824-cgr-denmark-engelsk.pdf>

CONCITO. (2023). *Byggeriets massive klimaaftryk skal ned hurtigt og effektivt*. København: CONCITO. Hentet fra: <https://concito.dk/nyheder/byggeriets-massive-klimaaftryk-skal-ned-hurtigt-effektivt>

CONCITO. (u.d.a). *Byer*. Hentet fra: <https://concito.dk/emne/byer>

CONCITO. (u.d.b). *Mobilitet*. Hentet fra: <https://concito.dk/emne/mobilitet>

Danmarks Naturfredningsforening. (u.d.). *Forurening af havet*. København: Danmarks Natur-



fredningsforening. Hentet fra: <https://www.dn.dk/vi-arbejder-for/vand/hav/forurening-af-havet/>

Danmark Statistik. (2020). *Lidt flere end to personer pr. bolig*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=30704>

Danmarks Statistik. (2023a). *Bestanden af transportmidler*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/transport/transportmidler/bestanden-af-transportmidler>

Danmarks Statistik. (2023b). *Bestanden af bygninger*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/erhvervsliv/byggeri-og-anlaeg/bestanden-af-bygninger>

Danmarks Statistik. (2023c). *BOL106: Boliger med CPR-tilmeldte personer (gennemsnit) efter område, enhed og anvendelse*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/bol106>

Danmarks Statistik. (2023d). *FAM44N: Familier 1. januar efter kommune, familietype, familjestørrelse og antal børn*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/Define.asp?Maintable=FAM44N&PLanguage=0>

Danmarks Statistik. (2023e). *BY2: Folketal 1. januar efter kommune, bystørrelse, alder og køn*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/BY2>

Danmarks Statistik. (2023f). *BIL54: Bestand af motorkøretøjer efter område, køretøjstype, brugerforhold og drivmiddel*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=2560>

Danmarks Statistik. (2023g). *BYGV88: Det samlede etageareal (korrigeret for forsinkelser) efter byggefase, anvendelse, bygherreforhold og sæsonkorrigeret*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabel&MainTable=BYGV88&PXSid=165612&tablestyle=&ST=SD&buttons=0>

Danmarks Statistik. (2023h). *AREALDK: Areal efter arealdække, område og enhed*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.statistikbanken.dk/arealdk>

Danmarks Statistik. (2021a). *Arealopgørelse*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/miljoe-og-energi/areal/arealopgoerelser>

Danmarks Statistik. (2021b). *Erhvervspendling*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/arbejde-og-indkomst/beskaeftigede/erhvervspendling>

Danmarks Statistik. (2021c). *Stor vækst i antal familier med flere biler*. København: Danmarks Statistik. Hentet fra: <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtmI?cid=29118>

Danmarks Tekniske Universitet. (2022). *TU årsrapport for Danmark 2022*. København: DTU. Hentet fra: <https://www.man.dtu.dk/myndighedsbetjening/transportvaneundersoegelsen-tu-udgivelser>

Danske Regioner. (u.d.). *Vandmiljøet undersøges*. København: Danske Regioner. Hentet fra: <https://www.jordforureninger.dk/nyhed/vandmiljoet-undersoeges/>

Dyrenes Beskyttelse & Danmarks Naturfredningsforening. (2022). *Sådan ligger landet 2022 – Tal om landbruget*. København: Danmarks Naturfredningsforening. Hentet fra: [https://www.dyrenesbeskyttelse.dk/sites/dyrenesbeskyttelse.dk/files/publikationer/S%C3%A5dan\\_ligger\\_landet/SLL\\_2022\\_Digital\\_2.pdf](https://www.dyrenesbeskyttelse.dk/sites/dyrenesbeskyttelse.dk/files/publikationer/S%C3%A5dan_ligger_landet/SLL_2022_Digital_2.pdf)

Energistyrelsen. (u.d.) *Byggeri og renovering*. Hentet fra: <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering>

Energistyrelsen. (2023). *Klimastatus og -fremskrivning 2023 (KF23): Transport*. København: Energistyrelsen. Hentet fra: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23\\_sektor-notat\\_4a\\_transport.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sektor-notat_4a_transport.pdf)

European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. Bruxelles: European Commission. Hentet fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0380>

Forbrugerrådet Tænk. (2023). *Danskerne og kollektiv transport*. København: Forbrugerrådet Tænk. Hentet fra: [https://passagerpulsens.taenk.dk/system/files/2023-11/Danskerne\\_og\\_kollektiv\\_transport\\_2023.pdf](https://passagerpulsens.taenk.dk/system/files/2023-11/Danskerne_og_kollektiv_transport_2023.pdf)

Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O.R., Elmeros, M., Wind, P., Johansson, L.S., Alnøe, A.B., Dahl, K., Nielsen, E.H., Pedersen, H.B., Sveegaard, S., Galatius A. & Teilmann, J. (2019). Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. *Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering*. Aarhus: Aarhus Universitet. Hentet fra: <https://dce2.au.dk/pub/SR340.pdf>

Gregersen, K. (2023). *Så mange bor der i din by*. København: Videncentret Bolius. Hentet fra: <https://www.bolius.dk/saa-mange-bor-der-i-din-by-46637>

Infrastrukturplan 2035. (2021). *Infrastrukturplan 2035*. Hentet fra: <https://www.trm.dk/media/rt1h51td/endelig-aftaletekst-infrastrukturplan-2035-final-a.pdf>

Johannesen, C. (2016). *Råstofbehov til store infrastrukturprojekter*. København: Vejdirekto-

ratet. Hentet fra: <https://noah.dk/sites/default/files/inline-files/Raastofbehov-til-store-projekter.pdf>

Lendager Group. (2022). *Upcycle byggematerialer – produkt, proces & performance*. Odense: Miljøstyrelsen. Hentet fra: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2022/06/978-87-7038-427-8.pdf>

Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022. (2022). *Klimaaf tale om grøn strøm og varme, Et grønnere og sikrere Danmark, Danmark kan mere II*. Hentet fra: <https://www.regeringen.dk/media/11470/klimaaf tale-om-groen-stroem-og-varme.pdf>

Landbrugsaf tale. (2021). *Af tale om grøn omstilling af dansk landbrug*. Hentet fra: [https://fm.dk/media/25302/af tale-om-groen-omstilling-af-dansk-landbrug\\_a.pdf](https://fm.dk/media/25302/af tale-om-groen-omstilling-af-dansk-landbrug_a.pdf)

Miljøministeriet. (2023). *Udledning af kvælstof til kystvand opdelt på kilder*. København: Miljøministeriet. Hentet fra: <https://www.ft.dk/samling/20222/almdel/MOF/bilag/121/2657955.pdf>

Miljø- og Fødevareministeriet. (2018). *Danmarks nationale skovprogram*. København: Miljø- og Fødevareministeriet. Hentet fra: [https://mst.dk/media/ymnadu11/danmarks\\_nationale\\_skovprogram\\_2018.pdf](https://mst.dk/media/ymnadu11/danmarks_nationale_skovprogram_2018.pdf)

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. Hard Ford: Chelsea Green Publishing.

Reduction Roadmap. (u.d.). *Reduction Roadmap*. Hentet fra: <https://reductionroadmap.dk/reduction-roadmap>

Regeringens klimapartnerskaber. (2019). *Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren*. Hentet fra: <https://www.ft.dk/samling/20191/almdel/KEF/bilag/393/2229190.pdf>

Teknologisk Institut og Videnscenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet. (2021). *Temaark - cirkulær økonomi i byggeriet*. København: Realdania. Hentet fra: <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/temaark---cirkulaer-oekonomi-i-byggeriet>

Toft, L.V. (2018). *Udviklingen i den gennemsnitlige boligstørrelse*. København: KL. Hentet fra: <https://www.kl.dk/media/qeenty0m/udviklingen-i-den-gennemsnitlige-boligstoerrelse.pdf>

Tozan, B., Olsen, C.O., Sørensen, C.G., Kragh, J., Rose, J., Aggerholm, S. og Birgisdóttir, H. (2023). *Klimapåvirkning ved nybyggeri: Analytisk grundlag til fastlæggelse af ny LCA baseret grænseværdi for bygningers klimapåvirkning fra 2025*. Aalborg: Aalborg Universitet. Hentet fra: [https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/611654176/2023\\_21\\_Klimap\\_virkning\\_fra\\_nybyggeri.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/611654176/2023_21_Klimap_virkning_fra_nybyggeri.pdf)

Vejdirektoratet. (2023a). *Trafikkens udvikling i tal*. København: Vejdirektoratet. Hentet fra: <https://www.vejdirektoratet.dk/side/trafikkens-udvikling-i-tal>

Vejdirektoratet. (2022). *Der er alt for mange solobilister i Danmark*. København: Vejdirektoratet. Hentet fra: <https://www.vejdirektoratet.dk/pressemeddelelse/2022/der-er-alt-mange-solobilister-i-danmark>

Vejdirektoratet. (u.d.). *Broer og vejtunneler i Danmark*. København: Vejdirektoratet. Hentet fra: <https://www.vejdirektoratet.dk/tema/broer-og-vejtunneler-i-danmark>

Videncentret Bolius og Realdania. (2023). *Danskerne i det byggede miljø – en spørgeske- maundersøgelse foretaget af Kantar Gallup for Videncentret Bolius og Realdania*. København: Videncentret Bolius og Realdania. Hentet fra: <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/danskerne-i-det-byggede-miljoe-2023>

Østergaard, N. (2012). *Aggressiv betonsygdom angriber 600 danske broer*. København: Ingeniøren. Hentet fra: <https://ing.dk/artikel/aggressiv-betonsygdom-angriber-600-danske-broer-0>

WBCSD. (2021). *Vision 2050 Time to transform – How business can lead the transformations the world needs*. Geneva: WBCSD. Hentet fra <https://www.wbcd.org/contentwbc/download/11765/177145/1>

**DARE** | THE DANISH NETWORK  
FOR ARCHITECTURE  
AND URBANISM  
RESEARCH



**ForskByg**  
- Forum for forskning & udvikling i byggeriet