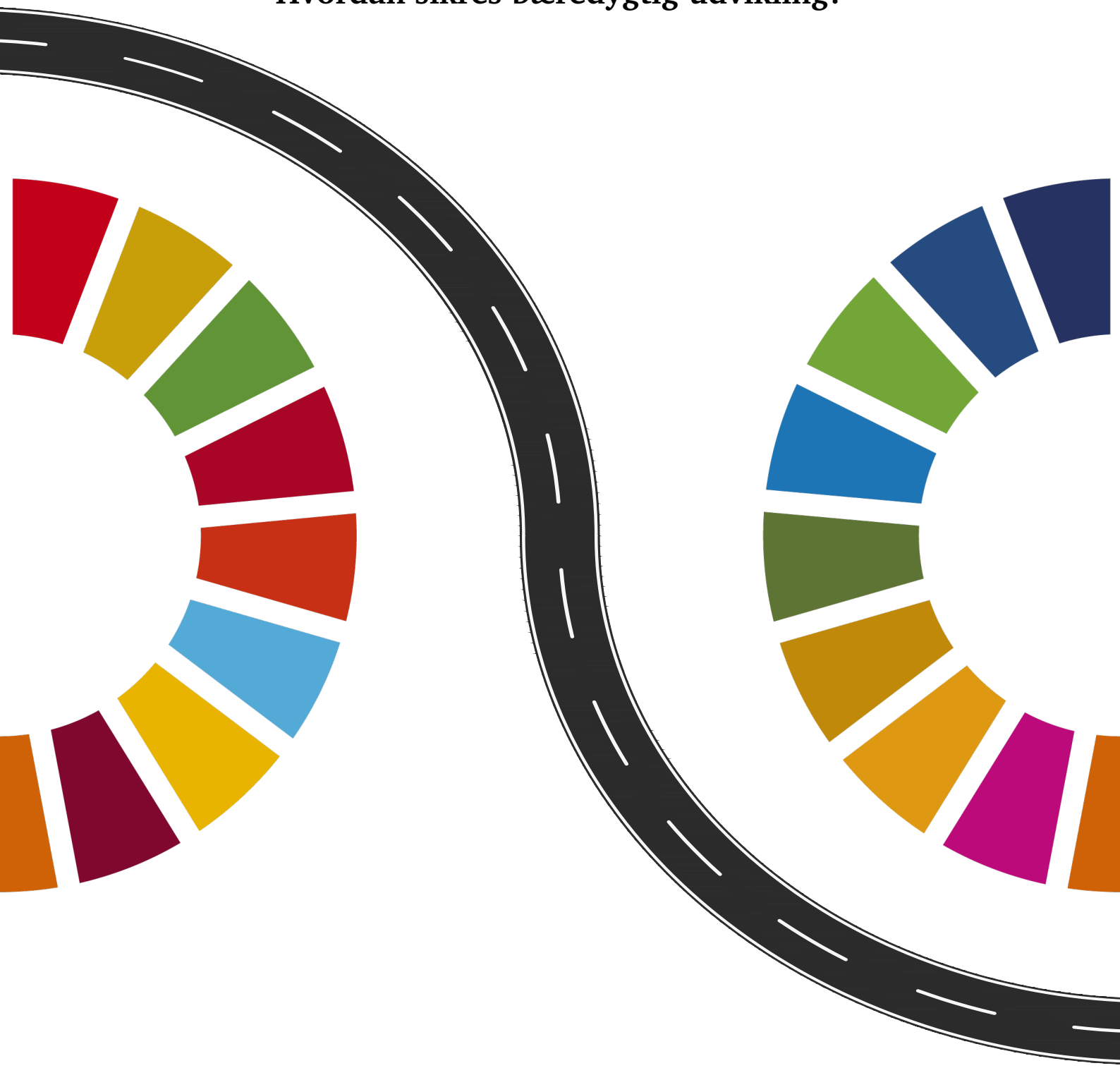
Grøn omstilling i infrastrukturen

Hvordan sikres bæredygtig udvikling?



Idunn Høyland Espeli
Andreas Koldbro Mørch

Veje og trafik
Kandidatspeciale

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet
BUILD - Institut for Byggeri, By og Miljø
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Ø
https://www.build.aau.dk/

Titel:
Grøn omstilling i infrastrukturen
- hvordan sikres bæredygtig udvikling?

Engelsk titel:
Green transition in infrastructure
- how to ensure sustainable development?

Projekt:
Kandidatspeciale

Projektperiode:
1. februar - 9. juni 2022

Forfattere:
Idunn Høyland Espeli
Andreas Koldbro Mørch

Vejleder:
Erik Kjems

Sidetal: 123
Afsluttet: 9. juni 2022

Synopsis:

Kandidatspecialet undersøger hvordan bæredygtighed indgår i infrastrukturprojekter i Danmark i dag, samt hvilke udfordringer der skal løses, for at sikre en grøn omstilling af branchen i fremtiden.

Specialet indledes med en redegørelse af begrebet bæredygtig udvikling, først fra et globalt perspektiv, så et nationalt og endeligt i relation til infrastruktur. Det findes, at den gængse opfattelse bygger på en holistisk tilgang, for at opnå en bæredygtig udvikling, hvor den miljømæssige, økonomisk og sociale dimension indgår.

Litteratursøgning, samt interviewundersøgelse af relevante aktører i branchen, danner grundlag for at identificere potentialer for at sikre bæredygtig infrastruktur i fremtiden. Det konkluderes, at myndigheder og bygherrer har størst påvirkningsmulighed og er centrale, for at sikre den grønne omstilling. Her teknologi, innovation og samarbejde mellem aktørene også vigtig. Anvendelse af værktøjer og metoder, som vurderer alle tre dimensioner af bæredygtighed er væsentlige, for at sikre at bæredygtig infrastruktur behandles bredere end det nuværende fokus, som er på reduktion af drivhusgasudledning.

Forord

Dette kandidatspeciale er udarbejdet af Andreas Koldbro Mørch og Idunn Høyland Espeli i foråret 2022, som afsluttende projekt på kandidatuddannelsen Veje og trafik på Aalborg Universitet. Specialet er krediteret med 30 ECTS.

Vores motivation for at skrive dette speciale omkring bæredygtighed i infrastruktur, var indledningsvis at blive klogere på begrebet og hvordan det skal forstås i relation til infrastruktur. I løbet af vores studietid på AAU, er der kommet et stort fokus på bæredygtighed i samfundet, som ikke mindst er kommet til udtryk igennem FN's 17 verdensmål for bæredygtig udvikling. De 17 verdensmål er blevet nævnt løbende i vores uddannelse, med fokus rettet mod transport og mobilitet, hvorfor vi ønskede at fordybe os i bæredygtighed fra et infrastrukturperspektiv. I løbet af specialeperioden, har vi kunne mærke hvor meget som rører sig ud i branchen og hvor brændende aktuelt temaet er. Vi håber og ønsker, at specialet kan bidrage med ny viden og fokus på en bæredygtig udvikling i branchen.

Vi ønsker at takke alle respondenterne, som stillede op til interviews. Interviewene har været vigtige for at forstå hvordan branchen arbejder med, og forholder sig bæredygtighed. Ligeledes skal der rettes en tak til vores vejleder Erik Kjems for god vejledning og input gennem specialet.

Læsevejledning

Rapporten er inddelt i fem dele. Tilhørende rapporten, findes også et appendiks som ikke offentliggøres af hensyn til anonymitet. Appendikset indeholder interviewguides, samt transskription af interviewene, som kun er tilgængelig for vejleder og censor.

Det anvendte referencestil i rapporten er APA 7th Edition, der i teksten kan henvises på to formater; enten ved en henvisning i parentes som (Efternavn, år) eller (Udgiver, år), eller ved en narrativ henvisning hvor forfatternavn/udgiver indgår i teksten som en del af sætningen og årstal følger i parentes, som "Forfatter (år) skriver at.." Placeres henvisningen efter et afsnit, efter punktum, henfører den til hele afsnittet. Placeres en henvisning i slutningen af en sætning, før punktum, henfører den til pågældende sætning. I nogle afsnit, præsenteres de anvendte kilder indledningsvis, hvis de anvendes til hele afsnittet. Ved brug af direkte citater fra litteratur, er sidetal for citatet angivet.

Referencelisten er i alfabetisk orden efter efternavn eller udgiverens navn, herefter sorteres efter publikationsår. Hvis der er udkommet flere publikationer fra samme forfatter eller udgiver det pågældende år, vil det være tilføjet et bogstav efter årstallet for at kunne skelne mellem disse. Hjemmesider hvor der ikke er angivet en udgivelses- eller opdateringsdato dateres med u.å.

I rapporten refereres der til figurer og tabeller, som er nummereret efter kapitelnummeret. Figurer eller tabeller der er modificerede, enten ved oversættelse eller grafisk modifikation fra den oprindelige kilde markeres med *Modificeret* i figur- eller tabelteksten. Kildereferencer angives i den tilhørende figur- eller tabeltekst.

Forsidebilledets reference er (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.d).

Resumè

Danmark er gennem Klimaloven og internationale aftaler, forpligtet til at reducere de nationale drivhusgasudledninger; i 2030 med 70 % i forhold til 1990, og senest i 2050 skal der opnås klimaneutralitet. I følge FN's Klimapanels seneste rapport, er det muligt at halvere emissionerne inden 2030, men dette kræver øjeblikkelige og omfattende tiltag i alle sektorer. Ligeledes mener Klimarådet at det kræver yderligere tiltag i Danmark, hvis de ambitiøse nationale klimamål skal opnås.

Specialets formål er at undersøge, hvordan bæredygtighed skal forstås i relation til infrastruktur, samt hvordan en bæredygtig infrastruktur skal sikres i Danmark, for at fremme en grøn omstilling i infrastrukturbranchen. Litteratursøgning og interviewundersøgelse anvendes som metoder for at besvare problemformuleringen.

Indledningsvis redegøres for hvordan begrebet, bæredygtig udvikling, skal forstås i dag. Der etableres et historisk tilbageblik fra et global og nationalt perspektiv, for at opnå en forståelse af bæredygtig udvikling, som dernæst sættes i relation til infrastruktur. Gennem litteratursøgning og semistrukturerde interviews af relevante aktører i branchen, findes at det er relevant, at have en holistisk tilgang til bæredygtig udvikling, som inkluderer alle tre dimensioner; miljømæssig, økonomisk og social bæredygtighed.

Interviewundersøgelsen og litteratursøgning understøtter at det nuværende bæredygtighedsfokus i infrastruktur, hovedsageligt er rettet mod reduktion af drivhusgasudledninger, hvor der findes potentialer for at reducere udledningerne både i planlægning og projektering, samt ved anlæg, drift og vedligehold af infrastruktur. Endvidere identificeres udfordringer og barrierer for at sikre en bæredygtig infrastruktur i fremtiden. Derudover viser analysen, at det er vigtigt at skabe et øget fokus på alle tre dimensioner af bæredygtighed, samt betragte bæredygtighed ud fra et livscyklusperspektiv.

Resultaterne viser, at myndigheder og bygherrer er centrale for at fremme den grønne omstilling i branchen, da de har størst påvirkningsmulighed, for at sikre bæredygtig udvikling i infrastruktur. Yderligere vurderes der at være potentialer ved anvendelse af værktøjer, metoder og certificeringsordninger, som vurderer infrastrukturens bæredygtighed ud fra en holistisk perspektiv, hvor alle tre dimensioner indgår.

Tidlig involvering, samarbejde mellem aktører og krav fra myndigheder identificeres som mulige virkemidler, for at udnytte potentialet for en bæredygtig infrastruktur. Samtidig kræver den grønne omstilling ny viden, teknologi og innovation i branchen for at understøtte udviklingen.

Summary

As a result of the Danish Climate Law and various international agreements, Denmark is obliged to mitigate national greenhouse gas emissions; before 2030, emission levels must be reduced by 70 % compared to 1990, and net-zero emissions must be achieved no later than 2050. According to their most recent report, the Intergovernmental Panel on Climate Change claims that a halving of emissions is possible before 2030. This, however, would require immediate and comprehensive actions within all sectors. Likewise, the Danish Council on Climate Change asserts that the implementation of further measures is a necessity in order to accomplish these ambitious national climate goals.

The purpose of this master's thesis is to assess how sustainability is to be understood, particularly in relation to infrastructure, as well as how sustainable infrastructure must be established in Denmark in order to realize a green transition within the industry. Both a literature review and interviews are utilized in dealing with this question.

Initially, the concept of sustainable development is defined in a contemporary context. Subsequently, a historical retrospect is conducted, from both a national and international perspective, in order to fully comprehend sustainable development. The findings are compared to infrastructure, specifically. Based on the literature review and semi-structured interviews of relevant actors within the industry, a holistic approach to sustainable development is considered relevant, including all three dimensions, i.e., environmental, economic, and social sustainability.

Both methods support the present focus on sustainability in infrastructure projects by reducing greenhouse gas emissions. Here, potentials emerge in connection with all phases, including planning and design, as well as construction, operation, and maintenance. Furthermore, challenges and barriers are identified concerning sustainable infrastructure in the future. The analysis emphasizes the significance of focusing on the three dimensions of sustainability altogether, in addition to considering sustainability from a lifecycle perspective.

Results show that both authorities and builders are particularly responsible for advocating the green transition within the industry, as they have considerable influence on the extent of sustainability regarding infrastructure projects. In addition, the application of various tools, methods, and certification schemes holds potential for assessing sustainability from a holistic perspective, including all three dimensions.

Early involvement of contractors, cooperation between actors, and requirements from authorities have been identified as viable aspects in utilizing the potential for sustainable infrastructure. Although, a green transition calls for additional knowledge, technology, and innovation within the industry.

Forkortelser

Forklaring af forkortelser som bruges gennem rapporten.

CBD – The Convention on Biological Diversity / Konventionen om biologisk mangfoldighed

CCS – Carbon Capture and Storage / Karbonfangst- og lagring

COP – Conference of the Parties / Klimatopmøde

CO2e – CO2 ækvivalenter

CSR – Corporate Social Responsibility / Virksomhedernes sociale ansvar

DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

EPD – Environmental Product Declarations / Miljøvaredeklarationer

HVO – Hydrotreated Vegetable Oil

IUCN – International Union for Conservation of Nature

IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Service / FN's Naturpanel

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change / FN's Klimapanel

LCA – Life Cycle Assessment / livscyklusvurdering

LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forest

MDG – Millenium Development Goals / Tusindårmål

SDG – Sustainable Development Goals / FN's Verdensmål for bæredygtig udvikling

UDEP – United Nations Development Programme

UNCED – United Nations Conference on Environment and Development

UNEP – United Nations Environment Programme

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

VVM – Vurdering af Virkning på Miljøet, som også kaldes Miljøkonsekvensvurdering (MKV)

WCED – World Commission on Environment and Development

WMO – World Meteorological Organization

WWF – World Wildlife Fund / Verdensnaturfonden

Indholdsfortegnelse

Introduktion

1 Indledning

1.1 Problembeskrivelse . . . 4

1.2 Struktur og opbygning . . . 6

1.3 Afgrænsning . . . 7

2 Metodebeskrivelse

2.1 Litteratursøgning . . . 8

2.1.1 Inklusionskriterier . . . 8

2.1.2 Selektionsproces . . . 9

2.2 Interviewundersøgelse . . . 10

2.3 Metodekritik . . . 12

2.3.1 Litteratursøgning . . . 12

2.3.2 Interviewundersøgelse . . . 13

Bæredygtig udvikling

3 Bæredygtig udvikling - et globalt perspektiv

3.1 Historisk tilbageblik og tidslinje for begrebet . . . 17

3.2 Opsummering af tidslinjen . . . 24

3.3 Modeller for bæredygtig udvikling . . . 25

3.3.1 Økonomisk bæredygtighed . . . 25

3.3.2 Social bæredygtighed . . . 26

3.3.3 Miljømæssig bæredygtighed . . . 26

3.3.4 Varianter af modellen . . . 26

3.4 Kritik og kendetegn . . . 29

3.5 Opsummering . . . 30

4 Bæredygtighed i Danmark

4.1 1960-70'erne: Forurening og miljøproblemer . . . 31

4.2 1980'erne: Miljøplaner og Brundtlandrapporten . . . 31

4.3 1990'erne - nu: Fra handlingsplaner til klimalov . . . 31

4.4 Opsummering . . . 37

5 Danmarks drivhusgasudledninger

5.1 Klimamålsætninger . . . 39

5.2 Opgørelser og principper for indberetning . . . 40

5.2.1 UNFCCC-opgørelsen . . . 41

5.2.2 Energistyrelsens opgørelse . . . 42

5.2.3 Danmarks Statistiks opgørelse . . . 43

5.2.4 Sammenligning af opgørelser . . . 44

5.3 Historisk udledning . . . 45

5.4 Fremtidige udledninger . . . 46

Bæredygtig transport og infrastruktur

6 Bæredygtig transport

7 Bæredygtig infrastruktur

7.1 Udledninger fra infrastruktur . . . 54

7.1.1 Udledninger fra infrastruktur i Danmark . . . 54

7.1.2 Udledninger fra infrastruktur i Norge og Sverige . . . 55

7.1.3 Direkte og indirekte udledninger . . . 55

7.1.4 Udledninger fra drift og vedligehold . . . 57

7.2 Potentialer og tiltag for bæredygtig infrastruktur . . . 57

7.2.1 Planlægnings- og projekteringsfasen . . . 58

7.2.2 Udbudsfasen . . . 58

7.2.3 Anlægsfasen . . . 58

7.2.4 Drifts- og vedligeholdsfasen . . . 59

7.2.5 Potentialer i krav fra myndigheder . . . 59

7.2.6 Potentialer i tidlig involvering . . . 61

7.3 Reduktionsmålsætninger inden for infrastruktur . . . 61

8 Metoder for kvantificering af bæredygtighed

8.1 Livscyklusvurdering, LCA . . . 63

8.1.1 Miljøvaredeklarationer, EPD . . . 64

8.2 LCA-værktøjer . . . 66

8.2.1 InfraLCA . . . 67
8.2.2 LCAbyg . . . 67
8.3 Certificeringssystemer . . . 67
8.3.1 CEEQUAL . . . 68
8.3.2 DGNB . . . 75
8.4 Beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter . . . 76
8.4.1 Samfundsøkonomisk analyse . . . 76
8.4.2 Miljøkonsekvensvurdering . . . 79

Resultater og sammenfatning

9 Resultater af interviewundersøgelse

9.1 Beskrivelse af bæredygtighed . . . 82
9.2 Arbejdet med bæredygtighed . . . 83
9.2.1 Udviklingen af arbejdet med bæredygtighed . . . 83
9.2.2 Bæredygtighedsstrategier og -målsætninger . . . 85
9.2.3 Branchens arbejde med bæredygtighed . . . 86
9.2.4 Værktøjer . . . 89
9.2.5 Certificeringsordninger . . . 91
9.3 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed . . . 91

10 Sammenfatning og diskussion af resultater

10.1 Beskrivelse af bæredygtighed . . . 94
10.2 Potentialet ved bæredygtighed i infrastrukturprojekter . . . 97
10.3 Arbejdet med bæredygtighed . . . 99
10.4 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed . . . 104

Afslutning

11 Konklusion

12 Perspektivering

Introduktion

1 Indledning

1.1 Problembeskrivelse

1.2 Struktur og opbygning

1.3 Afgrænsning

2 Metodebeskrivelse

2.1 Litteratursøgning

2.2 Interviewundersøgelse

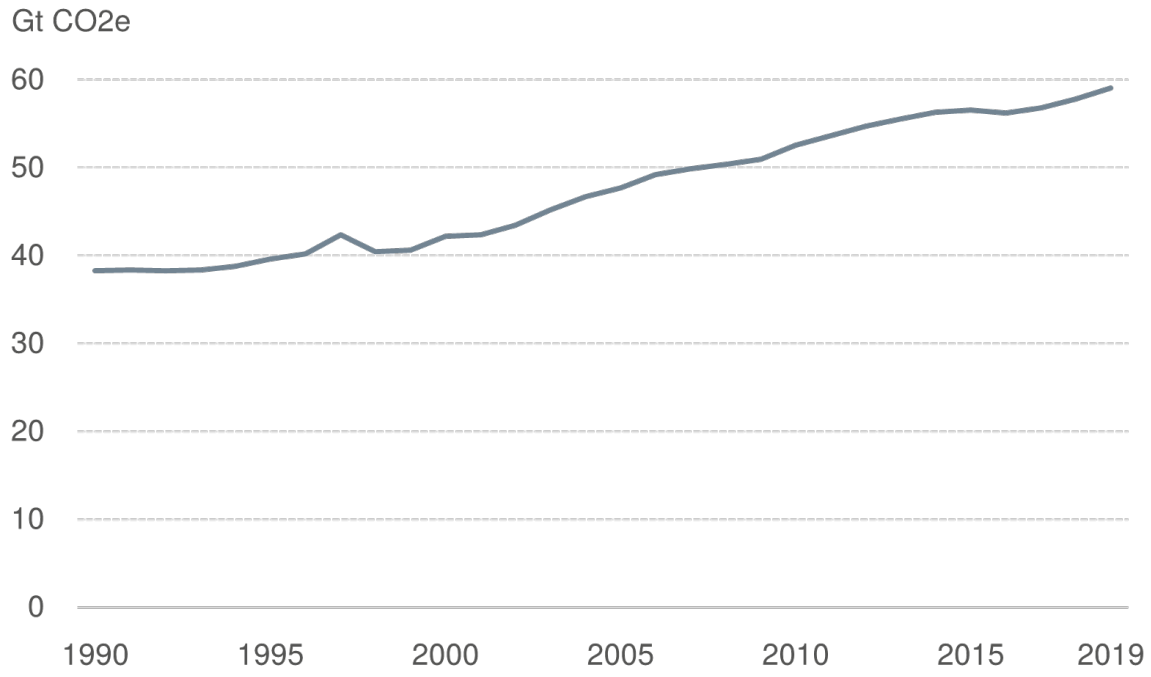
2.3 Metodekritik

1 Indledning

Den grønne omstilling er helt central i vores samfund, både nationalt og globalt. Fokus på at realisere grøn omstilling og sikre bæredygtig udvikling er væsentlig for vores fremtid og for generationerne som kommer efter. Global opvarmning er en af de mest omtalte klimaændringer, som skyldes menneskeskabte udledninger af drivhusgasser. Reduktion af klimagasser er i fokus i den grønne omstilling.

Den seneste rapport fra FN's Klimapanel slår fast, at de globale drivhusgasudledninger fortsat vil stige og at vi skal handle hurtigt. I følge rapporten, må der ske øjeblikkelige og omfattende reduktioner i drivhusgasudledningen, hvis målsætningen om at begrænse den globale opvarmningen til 1,5 °C fra Parisaftalen skal opnås. De næste år er kritiske, da de globale udledningerne senest må toppe i 2025, og skal reduceres med 43 % inden 2030.

Figur 1.1 viser hvordan de globale drivhusgasudledninger er steget i perioden 1990-2019.



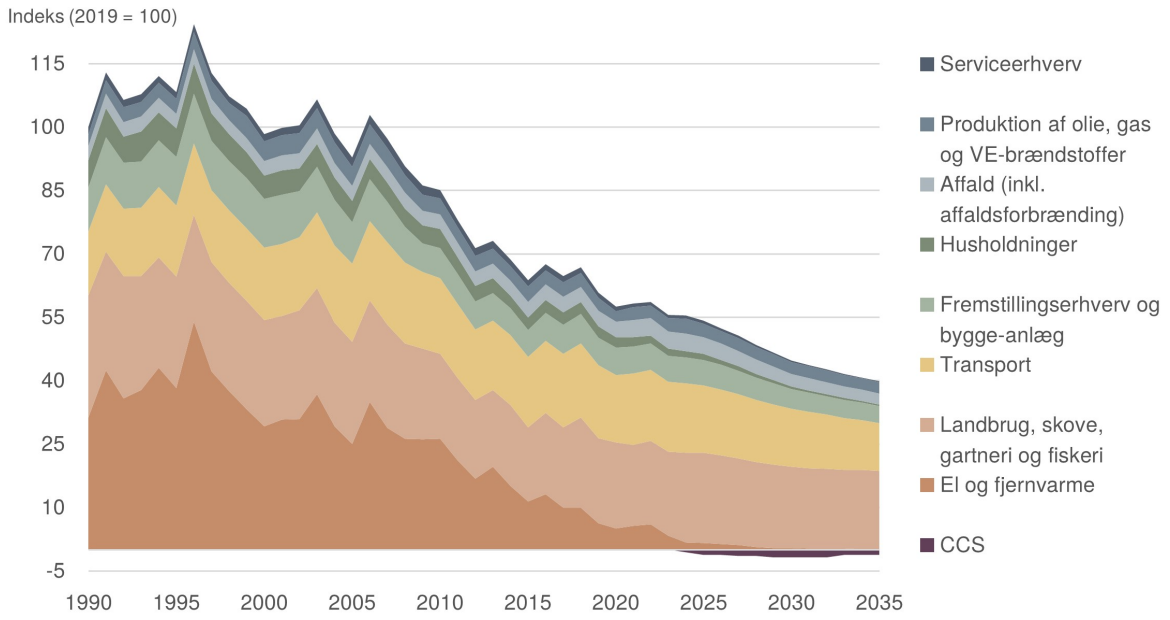
Figur 1.1: Globale drivhusgasudledninger i perioden 1990-2019. *Modificeret.* (IPCC, 2022b)

Samtidig fremhæver rapporten optimisme; det er muligt at nå 1,5 gradersmålet og det vil være muligt at halvere emissionerne i alle sektorer inden 2030, men dette kræver omfattende og øjeblikkelige tiltag som omstilling af energiproduktion, industri, transport, forbrug og genbrug, samt fangst og lagring af CO2. (IPCC, 2022c; UN, 2022b; IPCC, 2022a)

FN's 17 verdensmål, som illusteret på figur 1.2 har siden 2015 været væsentlige for det globale arbejde mod bæredygtig udvikling. Frem mod 2030, er verdenmålene vigtige pejlemærker for fattigdom, fred, retfærdighed og miljø hvor også klimaforandringer indgår. (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.b)

Figur 1.2: FN's 17 Verdensmål for bæredygtig udvikling. (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.d)

I Danmark arbejdes der også mod at sikre den grønne omstilling, og Danmark har igennem EU forpligtet sig til Parisaftalen om at begrænse den globale temperaturstigning til under 2 °C, og arbejde mod at holde den under 1,5 °C. Klimaloven fra 2020 har klare og bindende mål for reduktion af drivhusgasudledninger i Danmark. Målsætningen for 2030, er at reducere CO2-udledningerne med 70 % sammenlignet med 1990-niveauet, og Danmark skal senest i 205 være klimaneutrale. På figur 1.3 fremgår det at Danmarks drivhusgasudledninger i perioden fra 1990-2020 er blevet reduceret med 43 %. (Energistyrelsen, 2021c)



Figur 1.3: Samlede drivhusgasudledninger i Danmark i perioden 1990-2035, fordelt på sektorer. *Modificeret.* (Energistyrelsen, 2022a)

I el- og fjernvarmesektoren har der været en væsentlig reduktion af drivhusgasudledninger. Reduktionen skyldes omlægning af sektoren, som i dag næsten udelukkende fremstilles ved brug af vedvarende energikilder. (Energistyrelsen, 2022b) Samtidig fremgår det at transport- og landbrugssektorerne stadig udgør betydelige andele af den samlede udledning, hver omkring 1/3.

I Energistyrelsens nyeste rapport "Klimastatus og -fremskrivning 2022" anslås det, at udledningsmålsætningen for 2030 ikke kan nås med den nuværende politik. I 2030 forventes udledningerne blot at være reduceret med 57 %, modsat målsætningen om 70 %, hvis der ikke vedtages ny klimapolitik. (Energistyrelsen, 2022b)

I følge Kadefors et al. (2019) er der en bred enighed, om at emissionerne fra infrastruktur må reduceres signifikant for at nå globale, såvel som nationale klimamålsætninger. Sidste år præsenterede Regeringen en ny handlingsplan for transport og infrastruktur, "Danmark fremad - Infrastrukturplan 2035". Planen lægger grundlaget for investeringer i transport og infrastruktur frem mod 2035, og blev præsenteres som værende CO2-neutral. I aftalen står det blandt andet at:

> *Forslagene skal bl.a. mindske problemerne med kø, styrke den kollektive trafik og skabe forudsætningerne for en omstilling til grønne transportformer. I modsætning til tidligere infrastrukturplaner er Infrastrukturplan 2035 i sig selv CO2-neutral.* (Finansministeriet, 2021b)

Infrastrukturplan 2035 indbefatter investeringer i transportinfrastruktur for mere end 160 mia. kroner. Heriblandt en investering på omkring 64. mia. kr til anlæg og udbygning af nye veje (Finansministeriet, 2021a).

I januar 2022 afslørede fagbladet Ingeniøren, at infrastrukturplanen var blevet 'vasket grøn', ved at undlade at oplyse CO2-udledning fra anlægsarbejdet. Ved gennemgang af 36 af de 48 anlægsprojekter i infrastrukturplanen, viser Ingeniørens beregning at projekterne vil medføre en udledning på mindst 1,64 mio. ton CO2 i anlægfasen. Efterspillet af Ingeniørens afsløring bliver at Benny Engelbrecht trækker sig som Transportminister. (Lindqvist & Andersen, 2022b,a; Trolle, 2022)

Set i lyset af Ingeniørens afsløring kan der stilles spørgsmålstegn ved om Infrastrukturplan 2035 er CO2-neutral som først præsenteret, samt hvorvidt planen bidrager til en grøn omstilling af infrastruktur i Danmark, og hvordan den sikrer bæredygtig udvikling.

1.1 Problembeskrivelse

I overstående indledning er der redegjort for at den grønne omstilling er væsentlig for en bæredygtig fremtid, både globalt og nationalt. For at mindske den globale opvarmning og opnå målsætningerne i Parisaftalen skal drivhusgasudledninger reduceres. Det er samtidig beskrevet at målsætningerne i Danmarks klimalov ikke vil opnås med den nuværende politik, og at en grøn omstilling af infrastruktur skal indgå i dette.

På baggrund af dette og med henblik på at undersøge hvordan bæredygtighed behandles og inddrages i transportinfrastruktur, er følgende problemformulering udarbejdet:

> *Hvordan indgår bæredygtighed i infrastrukturprojekter, og hvilke udfordringer skal løses for at sikre en grøn omstilling i branchen?*

Specialets formål er at undersøge hvordan bæredygtighed indgår i infrastrukturprojekter i Danmark. Gennem litteratursøgning undersøges hvilke forhold og aspekter, der er af betydning for bæredygtig udvikling og bæredygtighed i transportinfrastruktur. Branchens arbejde og fokus på bæredygtighed i infrastrukturprojekter, herunder i planlægning, anlæg og drift, undersøges ved interviews af relevante aktører.

For at besvare problemformuleringen er følgende underspørgsmål opstillet:

Hvad definerer bæredygtig udvikling og hvordan skal det forstås i relation til infrastruktur?
I dette underspørgsmål udarbejdes der gennem litteratursøgning et historisk tilbageblik over begrebet bæredygtig udvikling, med henblik på at få en forståelse af hvad begrebet dækker over i dag. Endvidere undersøges hvordan det globale fokus på bæredygtighed har fået afsæt i Danmark og hvordan bæredygtighed skal forståes i en infrastrukturfaglig kontekst. Gennem interviewundersøgelse ønskes der at belyse hvordan branchens aktører forstår bæredygtighed.

Hvilket potentiale er der for reducering af drivhusgasudledning i infrastrukturprojekter?
Dette underspørgsmål har til formål, at undersøge CO2-udledningerne fra infrastrukturssektoren i dag, og dermed hvilke potentialer der er for reduktion af udledninger i fremtiden. Gennem undersøgelse af Danmarks opgørelse for drivhusgasudledninger, ønskes der at fastlægge hvor stor andel af udledningerne som stammer fra infrastrukturen. Gennem litteratursøgning ønskes der endvidere at undersøge hvilke faser af infrastrukturens livscyklus, hvor udledningerne kommer fra, med henblik på at identificere hvor reduktionspotentialerne er størst.

Hvordan arbejder aktører i branchen med bæredygtighed i infrastrukturprojekter i dag?
Dette underspørgsmål har til formål at undersøge hvilke relevante værktøjer som anvendes for at vurdere infrastrukturprojekters bæredygtighed i dag. Endvidere vil der gennem semistrukturerede interviews af relevante aktører i branchen undersøges hvordan aktørene arbejder og forholder sig til bæredygtighed.

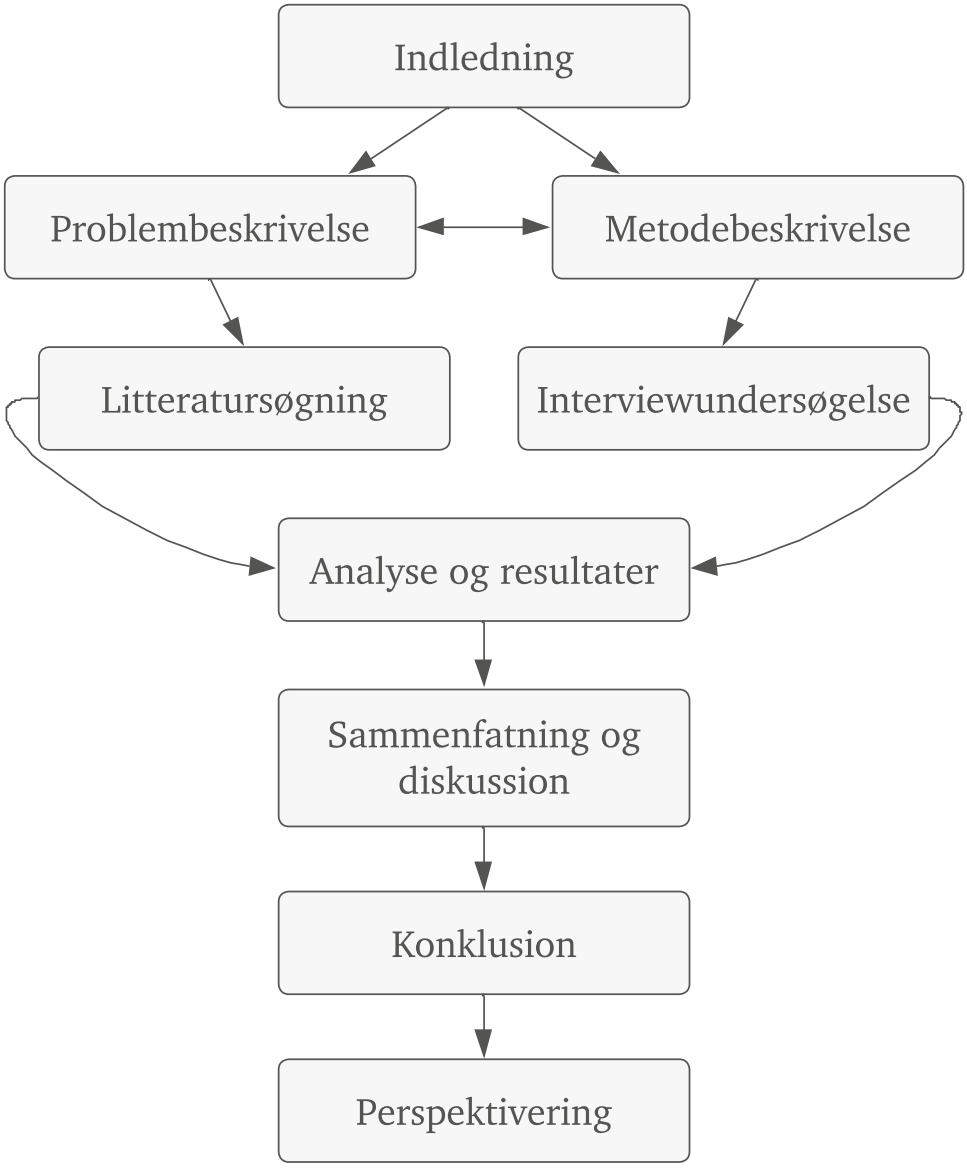
I interviewundersøgelsen ønskes der også, at belyse om arbejdet inden for bæredygtighed i infrastruktur i gennem de seneste år er blevet ændret, samt hvilke aktører som driver udviklingen inden for bæredygtighed.

Hvordan sikres en bæredygtig udvikling i infrastrukturprojekter i fremtiden?
I det sidste underspørgsmål ønskes der at analysere hvordan bæredygtighed i infrastruktur skal sikres i fremtiden, for at opnå en grøn omstilling i branchen. Gennem interviews og litteratursøgning ønskes der at identificere, hvilke udfordringer der findes i dag, med henblik på at vurdere hvilke metoder og værktøjer, som kan anvendes til at læse dette, og sikre en bæredygtig omstilling af branchen.

Endeligt undersøges det, om det er relevant at perspektivere til byggeriet, for hvordan en lignende omstilling i infrastruktur kan foregå. I byggeriet har der igennem de seneste år været skærpede krav til energiforbrug, anvendelse af bæredygtighedscertificeringsordningen DGNB samt et kommende krav til CO2 udledning ved anlæg og anvendelse af LCA-beregninger. Kan der trækkes paralleller til udviklingen i byggeriet, for hvordan der kan sikres mere bæredygtig infrastruktur i fremtiden.

1.2 Struktur og opbygning

Specialet er inddeles, som det fremgår af indholdsfortegnelsen, i fem hoveddele. I den første del introduceres projektet, med indledning og problembeskrivelse, samt metodebeskrivelse, hvor anvendte metoder præsenteres. I del to, undersøges bæredygtig udvikling som begreb, først i et globalt og derefter et dansk perspektiv. Endvidere præsenteres Danmarks drivhusgasudledninger med en redegørelse for forskellige opgørelsesprincipper. I den tredje del, præsenteres hvordan bæredygtighed skal forstås i relation til transport og infrastruktur, samt en redegørelse for hvilke projektfaser drivhusgasudledninger i infrastruktur stammer fra. Endvidere præsenteres metoder og værktøjer, der anvendes for at vurdere og kvantificere bæredygtighed i infrastruktur. Fjerde del indeholder resultater fra interviewundersøgelsen, samt en sammenfatning og diskussion af resultater fra interviews og litteratursøgning. Endelig afsluttes rapporten med en konklusion og perspektivering i den femte del. På figur 1.4 fremgår et procesdiagram over projektets opbygning og struktur.



Figur 1.4: Procesdiagram over projektets opbygning og struktur.

1.3 Afgrænsning

Specialet vil fokusere på infrastrukturanlæg til transport. Dette skal forstås som den fysiske infrastruktur, der er relevant for veje og jernbaner. Der afgrænses derfor fra anden infrastruktur, som el- og vandforsyning, samt kommunikationsinfrastruktur. Ved gennemgang af begrebet bæredygtig udvikling og bæredygtighed, afgrænses til perioden efter anden verdenskrig.

Der afgrænses fra at undersøge den grønne omstilling ved et transport- og mobilitetsorienteret perspektiv, hvilket betyder der ikke fokuseres på transportmiddelvalg og tiltag for at fremme miljøvenlige transportformer. Endvidere fokuserer specialet på metoder, værktøjer og processer for at opnå bæredygtighed inden for infrastruktur. Dermed afgrænses fra at undersøge bæredygtige materialer, materiel og produkter, som kan bidrage til en grøn omstilling af infrastruktur.

Specialet fokuserer på beslutningsgrundlaget i den samfundsøkonomiske analyse, og beskriver kun kort miljøkonsekvensvurderinger, hvilket betyder at indholdet i denne ikke vil analyseres yderligere. Grundet specialets omfang afgrænses fra at gennemføre interviews af alle relevante aktører i branchen. Det er valgt at interviewe en dansk og en udenlandsk bygherre, en rådgiver, en entreprenør, samt en forsker fra byggeriet.

2 Metodebeskrivelse

I specialet er der anvendt flere metoder for at indhente viden og empiri, som vil præsenteres i dette afsnit. Resultaterne fra litteratursøgningen og interviewundersøgelsen danner baggrund for besvarelse af problemformuleringen, og de tilhørende underspørgsmål.

2.1 Litteratursøgning

For at svare på problemformuleringen og tilhørende underspørgsmål er der udarbejdet en systematisk litteratursøgning i databaserne Transport Research International Documentation (TRID), Scopus og ScienceDirect. Der anvendes boolske operatorer, som *AND* og *OR*, samt trunkering til søgningerne. Der er anvendt følgende nøgleord i litteratursøgningen:

- Transport Infrastructure
- Construct
- CO2, Carbon Dioxide
- LCA, Life Cycle Assessment
- GHG, Green House Gas
- Environmental Sustainability
- Carbon Emission, Zero-Carbon, Decarbonization, Carbon Reduction

I alt er der fundet 321 antal kilder. En oversigt over antallet af kilder der er fundet for hver søgning og i hver database kan ses i tabel 2.1.

Tabel 2.1: Oversigt over søgninger og antal hits.

Søgninger	TRID	Scopus	ScienceDirect
"transport infrastructure" *AND* construct* *AND* (co2 *OR* "carbon dioxide")	48	42	2
"transport infrastructure" *AND* construct* *AND* (lca *OR* "life cycle assessment")	22	27	2
"transport infrastructure" *AND* (ghg *OR* "green house gas*")	30	42	19
"transport infrastructure" *AND* (co2 *OR* "carbon dioxide") *AND* (lca *OR* "life cycle assessment")	11	7	0
"transport infrastructure" *AND* construct* *AND* "environmental sustainability"	12	10	0
"transport infrastructure" *AND* construct* *AND* ("carbon emission*" *OR* "zero-carbon" *OR* decarbonization *OR* "carbon reduction*")	22	22	3

2.1.1 Inklusionskriterier

For kun at inkludere relevant litteratur anvendes inklusionskriterer, der er et værktøj til at screene kilder og vurdere relevans. De anvendte inklusionskriterier fremgår herunder:

- Dato: 2000-nu;
- Sprog: Engelsk, Dansk eller Norsk;

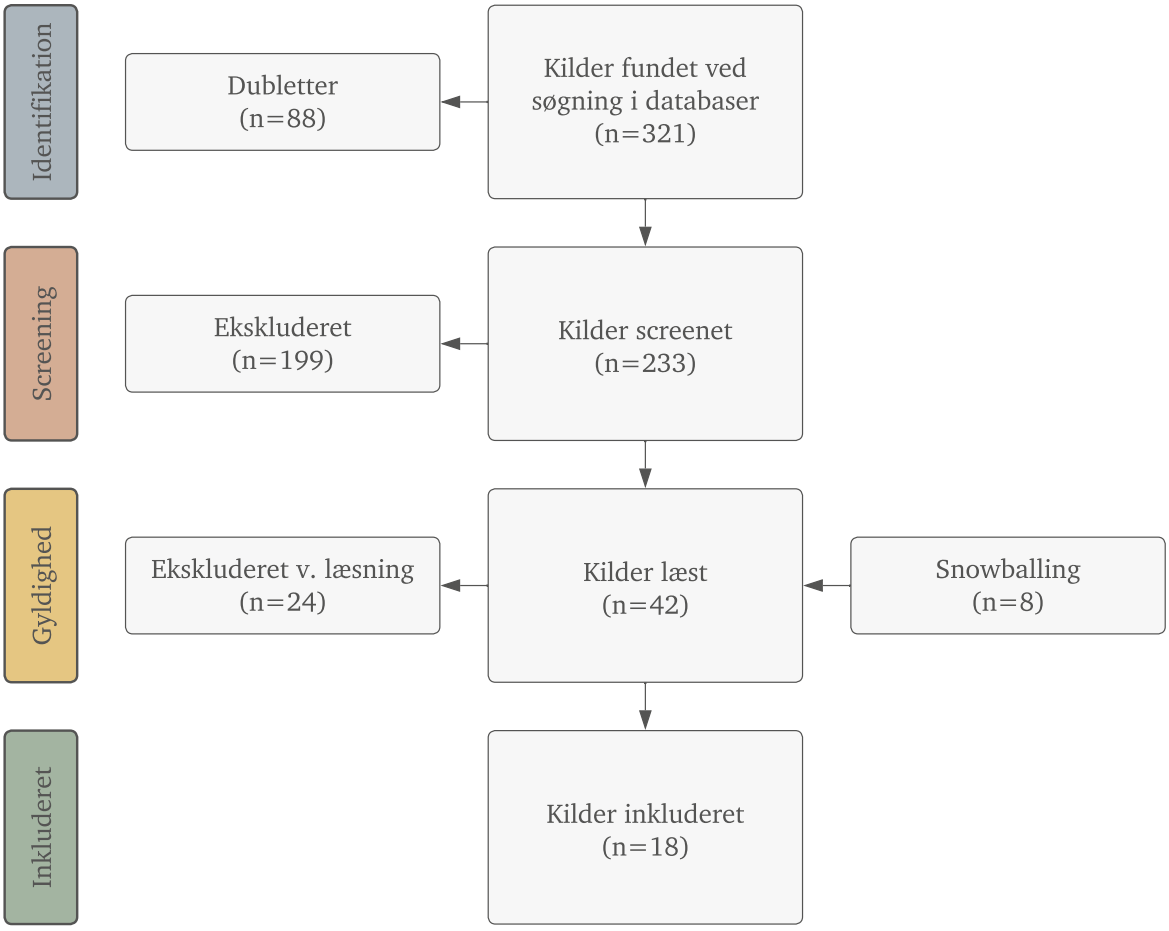
- Ingen dubletter;
- Tilgængelig fuldtekst;
- Omhandler: Drivhusgasudledning, Bæredygtighed, Bæredygtig udvikling, Infrastruktur, LCA

Inklusionskriterierne omkring dato og sprog er inkluderet i søgningerne på databaserne.

2.1.2 Selektionsproces

Inden kilderne screenes fjernes dubletter. De resterende kilder screenes ved at læse titel og resume, og ud fra inklusionskriterierne vurderes det, hvor vidt kilden skal ekskluderes. De kilder som ikke ekskluderes læses, hvor de mest relevante kilder inkluderes. Der anvendes også Snowballing, hvor nøgleartikler fra læste kilder findes, læses og inkluderes, hvis de findes relevante.

Figur 2.1 giver et overblik over selektionsprocessen, hvor antallet af kilder der er inkluderet og ekskluderet i hver proces fremgår.



Figur 2.1: Oversigt over selektionsproces.

Der er også udarbejdet en ustruktureret litteratursøgning, hvor kilder anvendt i rapporten, som ikke findes i databaserne er fundet. Dette kan eksempelvis være kilder fra FN, Danmarks Statistik, Trafik og Veje, TØI eller Vejdirektoratet. Endvidere er der også deltaget i flere webinarer, for at tilegne ny viden inden for bæredygtighed i infrastruktur.

2.2 Interviewundersøgelse

Med henblik på at undersøge hvordan forskellige aktører i branchen beskriver bæredygtighed, hvordan det inddrages i projekter og hvilke ressourcer som anvendes til dette, er der udarbejdet semistrukturerede interviews. Der er taget udgangspunkt i Tanggaard & Brinkmann (2015) for at udføre interviewene.

Semistrukturerede interviews er en kvalitativ forskningsmetode, som kan bruges for at opnå viden om forhold som er vanskelige at kvantificere. Anvendelse af semistrukturerede interviews har bidraget til at opnå viden omkring branchens opfattelse, arbejde og holdninger til emnet.

Der er gennemført interviews med branchens forskellige aktører, herunder en rådgivende ingeniører, en entreprenører, Vejdirektoratet, Nye Veier og en forsker fra byggeriet. Det er gennemført fem interviews med tilsammen syv respondenter. Der findes flere forskellige fremgangsmåder i en interviewundersøgelse, hvor der i denne undersøgelse er anvendt det semistrukturerede interview. Et semistruktureret interview kan inddeles i fire trin: forberedelse, gennemførelse, transskription og analysering, som vil beskrives i det følgende.

Trin 1 – Forberedelse
Det første trin i interviewprocessen, omhandler opbygning af viden omkring emnet. Dette er gjort gennem en litteratursøgning, hvor der er opnået viden om begrebet bæredygtighed, samt hvordan bæredygtighed skal forstås i relation til infrastruktur. Derefter er interviewets tema bestemt, hvor dele af specialets problemstilling, præsenteret i afsnit 1.1, ønskes undersøgt.

Videre er udarbejdet en interviewguide med forskningsspørgsmål og interviewspørgsmål, med tilhørende opfølgningsspørgsmål. Strukturen i interviewguiden med forskningsspørgsmål og tilhørende interviewspørgsmål, har til formål at skabe gode interviewspørgsmål da et forskningspørgsmål i større grad søger en "*forklaring* på bestemte fænomener, processer og sammenhænge" hvorimod interviewspørgsmålene "søger konkrete *beskrivelser* af disse" (Tanggaard & Brinkmann, 2015, s.40).

De tilhørende opfølgningsspørgsmål, er med til at sikre, at forskningsspørgsmålet bliver besvaret. Interviewguidens struktur og opdeling kan ses i tabel 2.2. I tabellen fremgår eksempler på forskningsspørgsmål med fed tekst, interviewspørgsmål med normal tekst og opfølgende spørgsmål med kursiv tekst.

Fælles for alle interviewguides er at de indledes med faktarelaterede spørgsmål, for at kortlægge respondenten. Dernæst stilles substansspørgsmål, der bidrager med at indsamle viden, til at besvare problemstillingen. Afslutningsvis har der været fokus på at stille yderligere afklarende spørgsmål, for at sikre at forskningsspørgsmålene er besvaret, samt har respondenten fået mulighed for at komme med en afsluttende kommentar.

Spørgsmålene i interviewguiden er formuleret med det formål at skabe en positiv interaktion, som kan holde dialogen i gang og motivere respondenterne til at åbne sig op.

En del af forberedelsen af interviewprocessen har bestået i udvælgelsen af respondenter. Der er foretaget en strategisk udvælgelse, hvor der ved forarbejde og i samarbejde med vejleder, har været fokus på at identificere relevante og interessante respondenter. Antallet af respondenter og interviews var indledningsvis ikke bestemt, men blev besluttet undervejs i processen, under hensyntagen til at problemstillingen blev besvaret tilstrækkeligt.

Tabel 2.2: Eksempel fra interviewguiden

Er der forskel på beskrivelsen af bæredygtighed, afhængig af hvilken rolle man har i branchen?	
Kan du fortælle lidt om dig selv, både generelt og i en faglig kontekst?	*Hvad er dit navn og alder?* *Hvilke uddannelse har du?* *Hvor arbejder du nu, og i hvilken stilling og rolle.*
Hvordan vil du beskrive bæredygtighed?	*Anvendes de tre dimensioner af bæredygtighed?* *Hvordan beskriver du bæredygtighed i relation til infrastruktur?* *Hvad er din holdning til bæredygtighed?*
Hvordan vil arbejdet med bæredygtighed være anderledes i fremtiden sammenlignet med i dag?	
Hvordan forventer du at arbejdet med bæredygtighed i infrastrukturprojekter vil ændre sig i fremtiden?	*Skal bæredygtighed indgå i alle projekter?* *Kommer der strengere krav til hvordan bæredygtighed skal inddrages?* *Bliver bæredygtighed i højere grad et tildelingskriterie?* *Hvordan synes du bæredygtighed bør indgå i projekter i fremtiden?*
Hvordan føler entreprenøren sig forberedt til det fremtidige arbejde med bæredygtighed?	*Hvis der på et tidspunkt kommer krav til eftervisning af udledning af drivhusgasser, er I klar til at håndtere den opgave?*

Bygherrerne er repræsenteret af Vejdirektoratet og Nye Veier fra Norge. Arkil og Rambøll repræsenterer henholdsvis entreprenøren og den rådgivende ingeniør. Forskeren fra byggeriet, kommer fra Sektionen for Bæredygtighed, Energi og Indeklima ved Institut for Byggeri, By og Miljø på Aalborg Universitet.

Som udgangspunkt er interviewene afholdt med en respondent, men Entreprenøren og Rådgiveren ønskede at have to respondenter deltagende. Alle interviews, undtaget med forskeren, er afholdt online via Microsoft Teams. Interviewet med forskeren blev afholdt fysisk. Alle interviews er lydoptaget, for senere transskribering, kondensering og analysering. En oversigt over respondenterne og interviewplatform fremgår af tabel 2.3.

Tabel 2.3: Information om respondenterne i interviewet.

Aktør	**Uddannelse**	**Stilling**	**Alder**	**Interviewplatform**
Nye Veier	Cand. Scient. Marinebiolog	Seniorrådgiver, ydre miljø	46	MS Teams
Entreprenør	Akademiingeniør, konstruktion og geoteknik	Projektdirektør	60	MS Teams
	Diplomingeniør	Projektchef	60	
Rådgivende ingeniør	Civilingeniør, By og trafikplanlægning	Afdelingsleder	47	MS Teams
	Civilingeniør	Senioringeniør, bæredygtighed	36	
Vejdirektoratet	Cand. Scient. geografi, geofysik og geoinformatik	Specialkonsulent	38	MS Teams
Forsker, byggeriet	Civilingeniør og ph.d.	Sektionsleder	47	Fysisk møde

Der er udvalgt et antal respondenter, som er vurderet hensigtsmæssig til at besvare problemstillingen. Det har været fokus på at gennemføre et antal, som var muligt i forhold til specialets rammer og varighed, men fokus på at analyser skal være sammenhængende og gennemarbejdede.

Inden overgangen til trin to, er en interviewguide afprøvet ved et pilotinterview, for at afprøve spørgsmålene og interviewmetoden.

Trin 2 – Gennemførelse
Andet trin af interviewprocessen er gennemførelsen af interviewet. Forud for gennemførelsen af interviewet, er respondenten blevet tilsendt interviewspørgsmålerne på forhånd, med henblik på at give tryghed og mulighed for at forberede sig til interviewet.

Inden åbningsfasen af interviewguiden er respondenten blevet takket for at stille op, fået en præsentation af specialets tema og problemstilling, samt en introduktion af interviewmetoden. Derefter er respondenten blevet informeret om hvordan materiale skal bruges og præsenteres i rapporten. Det er oplyst hvordan oplysninger vil behandles, herunder anonymitet og eventuelle direkte citater. Endvidere har respondenterne fået tilbudt at få transskribering tilsendt hvis de ønsker at læse det igennem.

Trin 3 – Transskription
Efter gennemførsel af interviewene, er optagelsen blevet brugt til at transskribere interviewet. Transskriptionen har været en tidskrævende proces som er blevet gennemført så tæt som muligt efter gennemførelsen af interviewet.

Trin 4 – Analysering
Efter interviewene er transskriberet, er den indsamlede data analyseret. Analyseprocessen er gennemført som en meningskondensering som bygger på forskningsspørgsmålerne. Derefter er de forskellige hovedemner fra interviewene kategoriseret, for at tydeliggøre hvilke emner de forskellige respondenterne har berørt, samt med henblik på at kunne præsentere resultaterne og senere diskussion. Gennem resultat- og diskussionsafsnittet præsenteres aktørenes holdninger, synspunkter, opfattelser og arbejde. Her er der valgt at præsentere data ved brug af aktørens navn, fremfor respondentens navn eller virksomhedens navn. Eksempemvis skrives der Entreprenøren fremfor Arkil. Dette er et bevidst valg, for at nemmere kunne sammenligne data mellem aktørene.

2.3 Metodekritik

I dette afsnit vil de anvendte metodes validitet, kritik og pålidelighed præsenteres.

2.3.1 Litteratursøgning

Litteratursøgningen blev foretaget tidligt i projekt, inden begrebet bæredygtig udvikling og relationen til infrastruktur blev undersøgt. Endvidere er der undervejs i projektet opnået ny viden, som har givet andre perspektiver på bæredygtig udvikling og dens relation til infrastruktur. Hvis litteratursøgningen var foretaget senere i processen, havde det givet anledning til ændrede nøgleord, søgninger og inklusionskriterer. Dette gør eksempelvis at nøgleord som EPD, udbudsform, entrepriseform og biodiversitet, samt social bæredygtighed ikke er inkluderet i litteratursøgningen.

2.3.2 Interviewundersøgelse

Interviews er en kvalitativ forskningsmetode, som vil have lavere grad af generaliserbarhed sammenlignet med en kvantitativ tilgang. For at øge resultaternes pålidelighed ville det være fordelagtigt at gennemføre flere interviews med flere respondenter, for at kunne sammenligne flere aktørers svar og dermed øge pålideligheden af resultaterne. Endvidere er det vigtigt at forstå at der ikke findes en fast definition af bæredygtighed, og at beskrivelser heraf ofte vil være holdningspræget og varieret. Ved at interviewe flere respondenter, ville det også være muligt at belyse flere sider af emnet og reducere denne fejlkilde.

Det er valgt ikke at interviewe flere aktører grundet projektets størrelse og omfang. Kommuner er i Danmark en stor bygherre, der havde bidraget med andre perspektiver på arbejdet med bæredygtighed. Ligeledes er der er stort potentiale i at sikre en bæredygtig udvikling i kommuners infrastrukturprojekter. Sund & Bælt Holding A/S og Femern A/S er ikke interviewet, på trods af at de er bygherre på nogle af de største infrastrukturprojekter i Danmark. Interview af en asfaltproducent havde bidraget med et perspektiv omkring innovation af nye materialer og incitament heraf, samt udarbejdelse af EPD'er. Det er valgt kun at interviewe udenlandske aktører fra Norge, dog havde det været relevant at interviewe aktører fra Sverige og Finland, da de også har et stort fokus på bæredygtighed i infrastrukturprojekter og sammenlignelige forhold med Danmark. Endeligt havde det også været relevant at interviewe en ekspert inden for VVM-undersøgelser i infrastrukturprojekter, for at bidrage med viden omkring hvordan ikke-prissatte miljøkonsekvenser håndteres i infrastrukturprojekter.

Videre bliver der i interviews med to respondenter ikke adskilt på respondentniveau i resultatafsnittet. Dette kan være en ulempe, da de to respondenter præsenteres som én. Ved indsamling af kvalitativ data, er det fordelagtig at have flere respondenter for at belyse flere holdninger. Ved at adskille respondenterne ville det være muligt at præsentere flere holdninger og synspunkter til emnet. Af denne grund kan der også findes sproglig variation i de tilhørende resultater.

En anden fejkilde i interviewene er spørgsmålene som stilles. Her kan en dårlig formulering og måden spørgsmålene stilles, være medvirkende til misforståelser mellem respondent og interviewer, eller gøre at spørgsmålet opfattes utilsigtet og derved påvirke besvarelsen. Endvidere er fire af interviewene gennemført digitalt, hvilket påvirker den ikke-verbale kommunikation mellem respondent og interviewer, herunder kropssprog.

Bæredygtig udvikling

3 Bæredygtig udvikling - et globalt perspektiv

3.1 Historisk tilbageblik og tidslinje for begrebet

3.2 Opsummering af tidslinjen

3.3 Modeller for bæredygtig udvikling

3.4 Kritik og kendetegn

3.5 Opsummering

4 Bæredygtighed i Danmark

4.1 1960-70'erne: Forurening og miljøproblemer

4.2 1980'erne: Miljøplaner og Brundtlandrapporten

4.3 1990'erne - nu: Fra handlingsplaner til klimalov

4.4 Opsummering

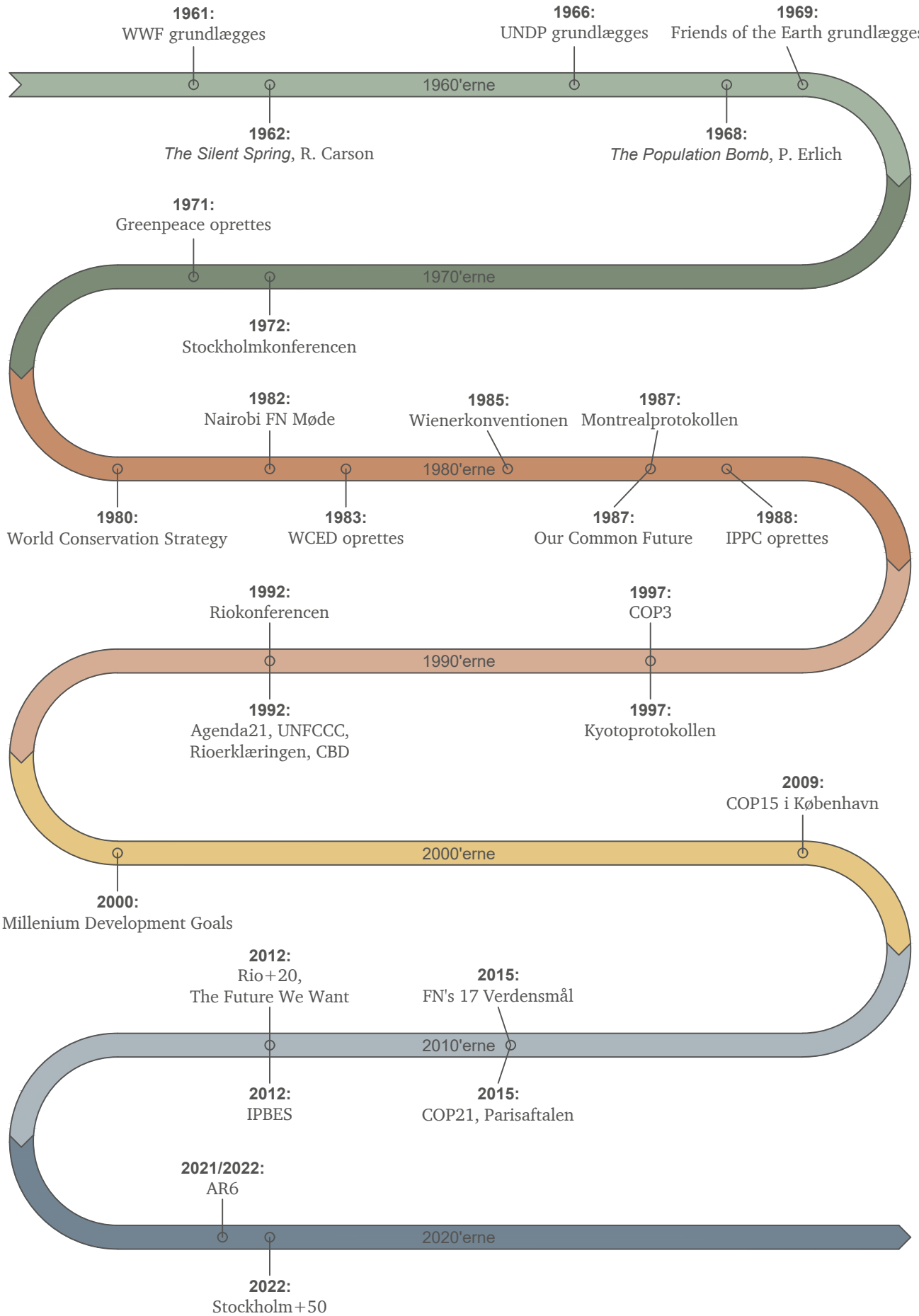
5 Danmarks drivhusgasudledninger

5.1 Klimamålsætninger

5.2 Opgørelser og principper for indberetning

5.3 Historisk udledning

5.4 Fremtidige udledninger


1961:
WWF grundlægges
1966:
UNDP grundlægges
1969:
Friends of the Earth grundlægges
1960'erne
1962:
The Silent Spring, R. Carson
1968:
The Population Bomb, P. Erlich
1971:
Greenpeace oprettes
1970'erne
1972:
Stockholmkonferencen
1982:
Nairobi FN Møde
1985:
Wienerkonventionen
1987:
Montrealprotokollen
1980'erne
1980:
World Conservation Strategy
1983:
WCED oprettes
1987:
Our Common Future
1988:
IPPC oprettes
1992:
Riokonferencen
1997:
COP3
1990'erne
1992:
Agenda21, UNFCCC,
Rioerklæringen, CBD
1997:
Kyotoprotokollen
2009:
COP15 i København
2000'erne
2000:
Millenium Development Goals
2012:
Rio+20,
The Future We Want
2015:
FN's 17 Verdensmål
2010'erne
2012:
IPBES
2015:
COP21, Parisaftalen
2021/2022:
AR6
2020'erne
2022:
Stockholm+50

3 Bæredygtig udvikling - et globalt perspektiv

Der findes flere interpretationer og definitioner af begrebet *bæredygtig udvikling* (Lafferty & Langhelle, 1999; Holden & Linnerud, 2007). For at skabe en forståelse af begrebets oprindelse og betydning, vil *bæredygtig udvikling* i dette kapitel undersøges fra forskellige vinkler. Indledningvis vil et historisk tilbageblik, hvor begivenheder og publikationer, som er væsentlig for begrebets udvikling, præsenteres fra et globalt perspektiv.

3.1 Historisk tilbageblik og tidslinje for begrebet

Fokus på bæredygtighed kan spores tilbage til 1950-60'erne, hvor industrialiserede lande begynder at blive opmærksom på industrialiseringens påvirkning på lokalmiljøet, blandt andet forurening, urbanisering og befolkningsvækst. I 1962 udkommer Rachel Carsons bog "Silent Spring", som retter fokus på faren ved brug af pecticider. Udgivelsen af Paul Ehrlichs bog "The population bomb" i 1968, retter også fokus på befolkningseksplosionen i verden og konsekvenserne heraf. (Holden & Linnerud, 2021; Gudmundsson et al., 2015)

I løbet af 60'erne grundlægges en række globale miljøorganisationer, heriblandt Verdensnaturfonden (WWF) og Friends of the Earth. Fremvæksten af miljøorganisationer og hele miljøbevægelsen er med at sætte miljøproblematikken på den politiske agenda, og er en vigtig start for *bæredygtig udvikling*. (Holden & Linnerud, 2021; Farbøl et al., 2018)

I 1966 bliver FN's Udviklingsprogram, United Nations Development Programme (UNDP) oprettet. UNDP arbejder med at fremme udvikling, reducere ulighed og udrydde fattigdom. (UNDP, 2016) I 1968 leverer FN en rapport med den tydelige advarsel, at hvis datidens tendenser fortsætter, kan livet på jorden være i fare. Rapporten opfordrede til indkaldelsen af FN's konference, *United Nations Conference on the Human Environment*, som er med at sætte miljøproblemerne på den internationale dagsorden. (UN, 1968; UNEP, u.å.)

På foregående side, ses en tidslinje for begivenheder og publikationer, som er væsentlige for begrebets oprindelse og udvikling til det, som i dag betegnes for *bæredygtig udvikling*.

1972 – Stockholmskonferencen

Som konsekvens af det øgede fokus på miljøproblemer i 1960'erne, afholder FN i 1972 Stockholmskonferencen, som for alvor er med at sætte miljøpåvirkningen på dagsorden globalt.

Under konferencen blev FN's miljøerklæring og handlingsplan, *Stockholm Declaration and Plan of Action*, vedtaget. Handlingsplanen opstiller principper for bevarelse og forbedring af det menneskelige miljø og anbefalinger til international miljøindsats. Videre blev FN's Miljøprogram, United Nations Environment Programme (UNEP) oprettet, og startdatoen for konferencen, 5. juni, er markeret som international miljøbeskyttelsesdag. (UN, u.å.d, 1972; Hunding, 2012)

1980 – World Conservation Strategy, WCS

I 1980 blev den globale bevaringsstrategi for natur og ressourcer, *World Conservation Strategy – Living Resource Conservation for Sustainable Development*, udgivet af International Union for Conservation of Nature (IUCN), WWF og UNEP. Strategiens formål var at fremme bæredygtig udvikling gennem identificering af effektive metoder og tiltag til bevarelse af ressourcer. IUCN et al. (1980) beskriver *bæredygtig udvikling*, som værende når social og økonomisk udvikling

sker samtidig med at de levende ressourcer bevares. Strategien er blandt de første som definerer *bæredygtig udvikling*:

> *Development is defined here as: the modification of the biosphere and the application of human, financial, living and non-living resources to satisfy human needs and improve the quality of human life. For development to be sustainable it must take account of social and ecological factors, as well as economic ones; of the living and non-living resource base; and of the long term as well as the short term advantages and disadvantages of alternative actions.* (IUCN et al., 1980, s.18)

Strategien repræsenterer et skifte, fra et ensidig fokus på miljø, til erkendelsen om et samspil mellem miljø, økonomi og menneskernes velfærd. Fokus på miljøproblemer udvides til et globalt perspektiv, i modsætning til tidligere, hvor fokus havde været på miljøet i de vestlige, industrialiserede lande. I rapporten nævnes også problemer som nedbrydning af ozonlaget, ørkenspredning og skovrydning, der i dag omtales som klimaforandringer. (Holden & Linnerud, 2021)

1982 – Nairobi FN Møde

I 1982, 10 år efter Stockholmskonferencen, arrangerer FN et møde i Nairobi for at følge op på tiltagene fra handlingsplanen fra Stockholmskonferencen. Erklæringen fra mødet i Nairobi slår fast, at på trods af øget bevidsthed omkring miljø og miljølovgivning, er handlingsplanen kun delvist blevet implementeret og resultatene ikke er tilfredsstillende. Miljøproblemerne forværres af fattigdom og nye forbrugsmønstre i udviklingslande. Økonomisk vækst bliver fremhævet som et væsentlig værktøj for at bekæmpe miljøforringelsen. (UN, 1982)

1985-87 – Wienerkonventionen og Montrealprotokollen

Wienerkonventionen blev underskrevet i 1985 og havde til formål at fastsætte principper og fremme international vidensdeling og samarbejde om beskyttelse af ozonlaget. Konventionen blev udarbejdet under UNEP, som følge af videnskabelige advarsler om farerne ved nedbrydning af ozonlaget og World Conservation Stategy fra 1980, der beskrev samme farer. Der var ikke krav til at parterne skulle lave foranstaltninger for at beskytte ozonlaget. (EUR-Lex, 2019b) Montrealprotokollen blev underskrevet i 1987 som tillæg til Wienerkonventionen og havde til formål at beskytte jordens ozonlag, ved at reducere produktion og forbrug af ozonnedbrydende kemikalier (EUR-Lex, 2019a). Montrealprotokollen, modsat Wienerkonventionen, forpligter parterne til at reducere ozonnedbrydende kemikalier, og bliver løbende revideret på baggrund af blandt andet ny forskning (Miljøstyrelsen, u.å.a). Montrealprotokollen er en af de mest vellykkede internationale aftaler i historien, som er ratificeret af alle FN's medlemslande, og har betydet at stort set alt produktion og forbrug af ozonnedbrydende kemikalier er stoppet (EUR-Lex, 2019a; Globalis, 2020e).

1987 – Brundtlandkommissionen

I 1983 dannes Verdenskommissionen for miljø og udvikling (WCED - World Commission on Environment and Development) af FN's generalsekretær. Kommissionens opgave var at foreslå strategier for at løse miljø og fattigdomsproblemer. Den tidligere norske statsminister, Gro Harlem Brundtland ledte kommissionen, som i 1987 udgiver rapporten "Our Common Future", der senere er blevet kendt som Brundtlandrapporten. Kommissionen var for alvor med at sætte *bæredygtig udvikling* på den globale dagsorden.

I Brundtlandrapporten blev begrebet *bæredygtig udvikling* defineret som:

> *En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.* (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.b) (WCED, 1987, s.43)

Denne definitionen af begrebet er den nok stadig mest kendte og anvendte i dag. Brundtlandrapporten slår fast, at fattigdomsbekæmpelse og miljøbeskyttelse er tæt knyttet sammen, samt at det er væsentligt at tænke på de fremtidige generationers behov. Rapporten understregede også vigtigheden af at opfatte *miljø* og *udvikling* som uadskillelige. *Miljøet*, er der hvor vi alle lever, og *udvikling* er hvad vi alle forsøger at opnå, for at forbedre vores livsvilkår inden for miljøets rammer. (WCED, 1987, s.9)

1988 – FN's Klimapanel

FN's Klimapanel (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) bliver oprettet i 1988 af UNEP og World Meteorological Organization (WMO) som opfølgning på Brundtlandrapporten. Formålet med FN's Klimapanel er at vurdere og sammenstille relevant videnskabelig litteratur inden for klimaforandringer. Hvert sjette-syvende år udgiver FN's Klimapanel en objektiv hovedrapport.

Hver hovedrapport består af tre delrapporter og en sammenfattende rapport. De tre delrapporter udarbejdes af tre arbejdsgrupper. Den første arbejdsgruppe vurderer naturvidenskabelige aspekter af klimasystemet og klimaforandringer. Den anden arbejdsgruppe vurderer sårbarheder over for klimaforandringer i de socio-økomomiske og naturlige systemer. Endvidere vurderes påvirkninger samt muligheder for tilpasning til igangværende og kommende ændringer i klimaet. Den tredje arbejdsgruppe vurderer potentialer for at begrænse udledning af drivhusgasser og andre tiltag for at forhindre klimaforandring.(Christensen & Mernild, 2021)

Den første hovedrapport blev udgivet i 1990, og i 2021/22 blev den sjette hovedrapport udgivet. Udover hovedrapporterne har FN's Klimapanel også udgivet flere specialrapporter om emner, der er efterspurgt af medlemslandene. Udgivelserne fra FN's Klimapanel er listet under: (Christensen & Mernild, 2021)

- Hovedrapporter:
  - 1990 - The First IPCC Assessment Report (FAR)
  - 1995 - The Second Assessment Report (SAR)
  - 2001 - The Third Assessment Report (TAR)
  - 2007 - The Fourth Assessment Report (AR4)
  - 2013/14 - The Fifth Assessment Report (AR5)
  - 2021/22 - The Sixth Assessment Report (AR6)
- Specialrapporter:
  - 2018 - Global Warming of 1.5 °C
  - 2019 - Climate Change and Land
  - 2019 - The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

Udviklingen i rapporterne viser en tydelig tendens ved at klimaet ændres i et accelererende tempo, og at ændringerne er menneskeskabte. FN's Klimapanel blev i 2007 sammen med Al Gore, tildelt Nobels Fredspris for sin indsats for at oplyse og viderebringe viden om netop de menneskeskabte klimaforandringerne. (Det Norske Nobelinstitutt, u.å.)

1992 – Riokonferencen

I 1992, 20 år efter Stockholmskonferencen, bliver Riokonferencen, UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) afholdt, også kendt som Earth Summit. Der deltog 178 nationer hvilket var en hidtil uset global tilslutning. Riokonferencen var især vigtig for det videre arbejde mod bæredygtig udvikling, da to vigtige dokumenter, Rioerklæringen og Agenda 21, og to konventioner, Klimakonventionen og Konventionen om biologisk mangfoldighed, blev vedtaget ved konferencen. (Gudmundsson et al., 2015)

Rioerklæringen omfatter 27 principper for hvordan bæredygtig udvikling skal sikres. Det gøres klart i Princip 1 at mennesker er i centrum af den bæredygtige udvikling og har ret til et sundt og produktivt liv:

> Princip 1:
> *Human beings are at the centre of concerns for sustainable development. They are entitled to a healthy and productive life in harmony with nature.*

De resterende principper i Rioerklæringen omhandler social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed og beskriver hvordan de er afhængige af hinanden, og der skal tages hensyn til alle aspekter for at opnå bæredygtig udvikling. (UN, 1992)

Agenda 21 er en handlingsplan, udarbejdet som en guide for hvordan bæredygtig udvikling kan sikres i det 21. århundrede. Handlingsplanen kan anvendes globalt, nationalt og lokalt af blandt andet stater, kommuner og organisationer. (UN, u.å.a)

Rioerklæringen og Agenda 21 bygger videre på Brundtlandrapportens definition af bæredygtig udvikling, og reviderer den konventionelle tilgang til udvikling, som bestod af fire punkter: *fred og sikkerhed; økonomisk udvikling; social udvikling; og national ledelse som sikrer fred og udvikling*. Rioerklæringen og Agenda 21 krævede at miljømæssig bæredygtighed blev en integreret del af den konventionelle udviklingsmodel, for at sikre bæredygtig udvikling. (Gudmundsson et al., 2015)

Klimakonventionen, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) havde til formål at begrænse klimaforandringer og reducere den globale udledning af drivhusgasser. Aftalen satte ingen krav eller grænser for landes udledning af drivhusgasser, og foreslog ej heller metoder og mekanismer til reduceringen. Klimakonventionen er underskrevet af 195 lande, samt EU, og hvert år arrangeres klimatopmøder kaldet Conference of the Parties (COP). Klimakonventionen trådte i kraft i 1994 og det første COP-møde blev afholdt i Berlin i 1995. Princippet "fælles, men differentieret forpligtelser" blev indført i Klimakonventionen, hvilket betyder at rige, industrialiserede lande har et større ansvar for at reducere udledningen af drivhusgasser, da de historisk har udledt mest. (Globalis, 2020b; Fenger, 2021)

Konventionen om biologisk mangfoldighed, The Convention on Biological Diversity (CBD), har tre hovedmål, som er: (Globalis, 2020c)

- Bevarelse af biologisk mangfoldighed
- Fremme bæredygtig brug af ressourcer
- Retfærdig fordeling af genetiske ressourcer

I lighed med andre dokumenter og konventioner fra Riokonferencen, er Konventionen om biologisk mangfoldighed også af generel karakter, uden krav til de lande som har underskrevet

den. Landene forpligtelser sig til at implementere målene i lovgivningen, så de kan opnås nationalt. Konventionen afholder i lighed med Klimakonventionen partsmøder. Arbejdet med biologisk mangfoldighed har historisk set, ikke fået den samme opmærksomhed som arbejdet med klimaet. (Globalis, 2020c; Holden & Linnerud, 2021)

1997 – COP3 og Kyotoprotokollen

I 1997 bliver det tredje COP-møde afholdt i Kyoto i Japan. Mødet resulterede i Kyotoprotokollen, som var et tillæg til klimakonventionen underskrevet ved Riokonferencen i 1992. Kyotoprotokollen var den første globale aftale, der forpligtede parterne til at reducere drivhusgasudledninger. Aftalten trådte først i kraft i 2005, og er i dag ratificeret af 191 lande samt EU. (Globalis, 2020d)

Protokollen forpligter industrilande til at reducere deres drivhusgasudledning med 5% mellem 2008-2012 sammenlignet med 1990. For lande der var medlem af EU inden 2004, gælder det at drivhusgasudledningnen skal reduceres med 8% fremfor 5%. Flere udviklingslande har underskrevet protokollen, men kun industrilandene er forpligtet til at reducere deres drivhusgasudledning. (Globalis, 2020d; EUR-Lex, 2011)

Endvidere gjorde Kyotoprotokollen det muligt at handle med klimakvoter, hvilket udover handel med klimakvoter, også gjorde det muligt for industrilande at betale for udslipsreducerende foranstaltninger i andre lande, og derved få ret til at udlede mere internt. (Globalis, 2020d)

2000 – Millennium Development Goals

I 2000 bliver Årtusindemålerne eller Millenium Development Goals (MDG) offentliggjort, som følge af Millenium Summit i New York samme år. MDG er otte mål og 21 delmål omkring fattigdomsbekæmpelse, som FN's medlemslande aftalte at opnå inden 2015. Endvidere omhandlede Mål 7 at sikre miljømæssig bæredygtig udvikling, hvor tilhørende delmål blandt andet skulle sikre integration af principper for bæredygtig udvikling i landes politikker, og reducere tabet af miljøressourcer og biodiversitet. (UN, u.å.b, 2015; Globalis, u.å.) Alle målene er illustreret på figur 3.1.

Figur 3.1: Millenium Development Goals. (UN, u.å.e)

I Årtusindemålerne var fattigdomsbekæmpelse hovedfokus, men der var også fokus på andre sociale dimensioner som sundhed, uddannelse, ligestilling og samarbejde. Målene var som udgangspunkt mest relevante for udviklingslande og af den grund ikke universelle.

2009 - Klimatopmøde i København, COP15

I 2009 blev der afholdt Klimatopmøde i København, COP15. Der var knyttet store forventninger til mødet, med tanke på at opnå en bindende global klimaaftale, der skulle overtage i 2012, hvor Kyotoaftalen ophørte. Desværre mislykkes det, at indgå en ny klimaaftale. (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.a; Vistrup, 2021)

2012 – Rio+20

FN's tredje UNCED konference, Rio+20, blev afholdt i 2012, 20 år efter Riokonferencen. Det var en stor konference, hvor omkring 50.000 personer var tilstede, heriblandt statsledere, journalister, organisationer og bureaukrater.

Formålet med konferencen var at følge op på indsatsen om at fremme bæredygtig udvikling, som opstillet i Agenda 21, årtusindmålene og andre internationale forpligtelser.

Under konferencen lykkes det ikke at komme til enighed om en bindende aftale, hvorfor flere mener konferencen og slutresultatet i konferencerapporten "The Future We Want" var skuffende. Alligevel lykkedes det, at blive enige om at igangsætte en proces for at udvikle et nyt sæt med bæredygtighedsmål. Målene skulle konvergere med FN's agenda i tiden efter 2015 og bygge videre på MDG målene. (UNEP, u.å.; Holden & Linnerud, 2021)

2012 – FN's Naturpanel

FN's Naturpanel eller IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) blev oprettet af UNEP i 2012. Naturpanelet er oprettet efter en lignende model som FN's Klimapanel, men hvor forskning på biodiversitet, natur og økosystem står i fokus. Naturpanelet er en mellemstatlig organisation med over 100 medlemslande, med det formål at fremme samspil mellem forskning og forvaltning, for at hindre tab af biodiversitet og forringelse af økosystemet.

I 2019 udkom panelets første hovedrapport "The Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services", som fastslår fem hovedårsager til at biodiversiteten er truet:

1. Ændret arealbrug
2. Direkte udnyttelse af arter
3. Klimaændringer
4. Forurening
5. Spredning af fremmede og skadelige arter til nye områder

Rapporten understreger at alle hovedårsagerne er menneskeskabte, og at en gennemgribende forandring skal til for at bevare og genoprette naturen. (IPBES, 2019; Olerud & Halleraker, 2021; Globalis, 2020a; Holden & Linnerud, 2021)

2015 – Parisaftalen

Til klimatopmødet COP21 i Paris i 2015 blev Parisaftalen indgået mellem alle medlemslande i FN (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, u.å.). Aftalen, som erstatter Kyotoprotokollen, har til

formål at begrænse den globale opvarmning og skabe system og struktur i hvordan verden skal tilpasses til klimaændringer. Målsætningen er at holde temperaturstigningen på under 2 °C og helst under 1,5 °C. (Globalis, 2020f)

Parisaftalen arbejder med en femårig cyklus, hvor lande hvert femte år fra 2020 skal fremlægge nationale planer, om hvordan udledning af drivhusgasser reduceres. Planerne skal blive mere og mere ambitiøse, og skal også indholde planer for hvordan den stigende temperatur håndteres. (UNFCCC, u.å.) Endvidere skal lande fra og med 2023 hvert femte år fremlægge rapporter med en status for reducering af drivhusgasser (Globalis, 2020f).

2015 – FN's 17 verdensmål for bæredygtig udvikling

I 2015 udkommer de nye verdenmålene for bæredygtig udvikling, Sustainable Development Goals (SDGs). De 17 verdensmål kan ses på figur 3.2. Målene er universelle og gælder i perioden fra 2015-2030, og er videre konkretiseret i 169 delmål. (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.c)

Figur 3.2: FN's 17 verdensmål for bæredygtig udvikling. *Modificeret.* (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.d)

FN's 17 verdensmål kan inddeles i fire grupper; udvikling, retfærdighed, miljø og institution. Mål 1-7 kan betegnes som udviklingsmål, da de fokuserer på fattigdomsbekæmpelse og bedre levevilkår, samt bygger videre på MDG målene. Mål 8-11 er retfærdighedsmål, der omhandler at reducere ulighed og tilgang på uddannelse, sundhed og bolig. Mål 12-15 er miljømål, hvor der er fokus på klimaforandringer og beskyttelse af livet i havet og på land. De to sidste mål, 16-17, kan kaldes institutionsmål, da de omhandler at styrke institutioner og partnerskab for at nå de andre verdensmål. (Holden & Linnerud, 2021)

2022 – Stockholm+50

Den 2. - 3. juni 2022 afholdes igen FN's Miljøkonference UNEP, som har fået navnet Stockholm+50. Det markeres at det er 50 år siden, at den første konference med miljø som fokus, blev afholdt i Stockholm, og den kommende konference har fået temaet "*a healthy planet for the prosperity of all – our responsibility, our opportunity*". (UN, u.å.c)

Konferencens formål er at accelerere implementering af Parisaftalen, FN's 17 Verdensmål. Yderligere er der et fokus på den tredobbelt planetariske krise: klimaforandringer, tab af biodiversitet og natur samt forurening og affald. Stockholm+50 ble afsluttet med en opfordring fra konferencens generalsekretær: (UN, 2022a)

> "*We came to Stockholm 50 years after the UN Conference on the Human Environment knowing that something must change. Knowing that, if we do not change, the triple planetary crisis of climate change, nature and biodiversity loss, and pollution and waste, will only accelerate*" (UN, 2022a)

3.2 Opsummering af tidslinjen

I år er det 50 år siden Stockholmskonferencen var med at sætte miljøpåvirkningen på den internationale dagsorden. Til at begynde med, var der fokus på miljøet, naturen og bevaring af ressourcer. Fra at problemerne kun var relevante for de industrialiserede lande, udvides fokus til et globalt perspektiv, hvor udfordringerne bliver relevante for hele verden.

Udgivelsen af Brundtlandrapporten satte bæredygtig udvikling i et nyt perspektiv ved at slå fast, at fattigdomsbekæmpelse og miljøbeskyttelse er tæt knyttet sammen, samt at det er væsentlig at tænke på de fremtidige generationers behov. Brundtlandrapportens definition af bæredygtig udvikling er fundamental for nutidens forståelse af begrebet, da den beskriver sammenhænget mellem jorden, vores forhold til hinanden og fremtidige generationer.

Senere begynder klimaforandringer at fylde mere i debatten omkring bæredygtig udvikling. Klimaforandringer, som eksempelvis udledning af drivhusgasser, nedbrydning af ozonlaget og ørkenspredning kommer mere i fokus. Dette kommer til udtryk gennem Montrealprotokollen, FN's Klimapanel, Klimakonventionen, Kyotoprotokollen og Parisaftalen, som alle har klimaforandringer som det primære fokus.

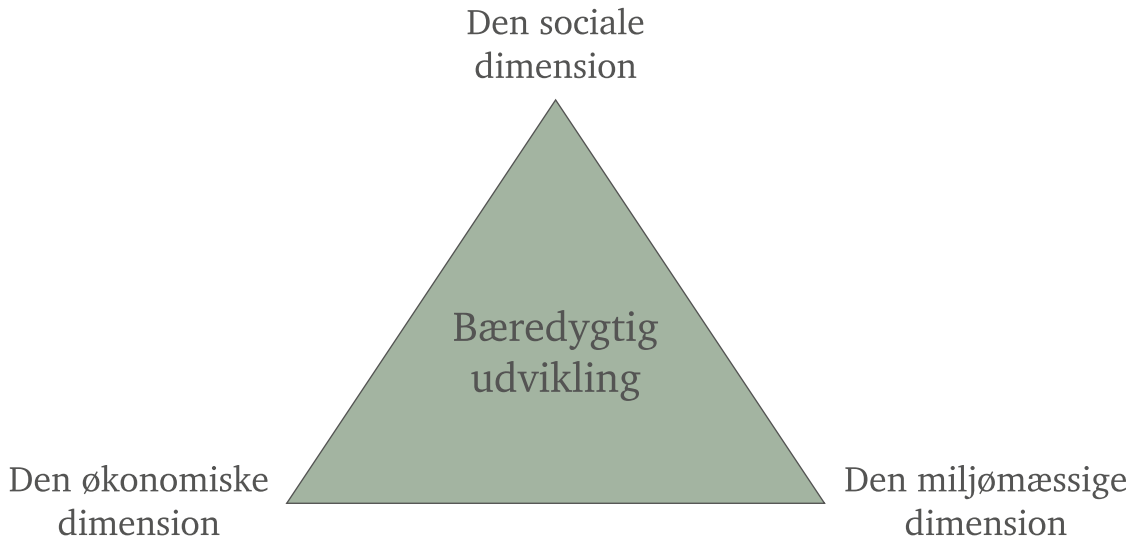
Først i 2000, næsten tre årtier efter Stockholmskonferencen, udkommer de første udviklingmål for verdenssamfundet. De første otte verdensmål, Millenium Development Goals, havde primært fokus på fattigdomsbekæmpelse, men et af målene havde fokus på miljømæssig bæredygtig udvikling.

De seneste år er naturproblemer begyndt at komme i fokus igen, som blandt andet ses igennem oprettelsen af FN's Naturpanel i 2012. Verdenssamfundet har igennem Parisaftalen kommet til enighed om at begrænse den globale opvarmning og klimaændringerne, hvor det er sat konkrete målsætninger for reduktionen af drivhusgasser. I dag er FN's 17 verdensmål med at definere det internationale arbejde med bæredygtig udvikling frem mod 2030, hvorfor målene er væsentlige for nutidens fortolkning og forståelse af selve begrebet *bæredygtig udvikling*.

Den historiske gennemgang af både begivenheder og publikationer viser, at der findes flere definitioner af begrebet *bæredygtig udvikling*, og at der ikke er en politisk eller videnskabelig enighed om en fast definition (Holden & Linnerud, 2007). Samtidig viser tidslinjen at der har været en udvikling i opfattelsen og forståelsen af *bæredygtig udvikling*. Arbejdet med at sikre en *bæredygtig udvikling* foregår i dag, i stor grad i internationale forum, hvor lande, organisationer og forskere bidrager med ny viden omkring emnet.

3.3 Modeller for bæredygtig udvikling

Der findes flere modeller for at beskrive de forskellige elementer som indgår i begrebet *bæredygtig udvikling*. I dette speciale vil der tages udgangspunkt i den dominerende model for bæredygtig udvikling, hvor der indgår tre dimensioner; social-, miljømæssig- og økonomisk bæredygtighed. En bæredygtig udvikling, kræver, at der tages højde for alle dimensionerne på samme tid, som illustreres på figur 3.3. (Globalis, u.å.)

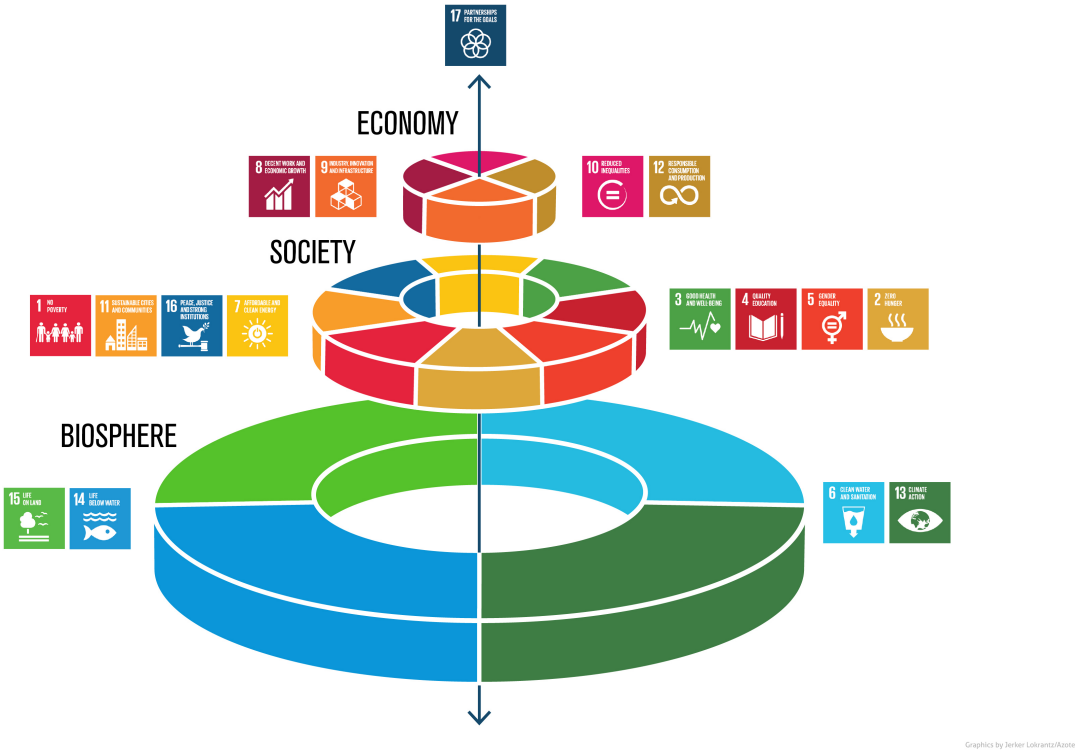


Figur 3.3: Tre-søjlemodel for bæredygtig udvikling, med tre dimensioner. *Modificeret.* (Holden & Linnerud, 2021)

Tre-søjlemodellen har været central i FN's arbejde med bæredygtig udvikling siden Riokonferencen i 1992. Holden & Linnerud (2021) De tre dimensioner er opstået fra FN's fortolkning af Brundtlandrapporten, hvor der identificeres tre elementer for den bæredygtige udvikling; social inklusion, miljøbeskyttelse og økonomisk vækst. Disse tre dimensioner er senere blevet kendt som; social-, miljømæssig- og økonomisk bæredygtighed. FN's 17 verdensmål for bæredygtig udvikling er også tydelig bygget på en forståelse af en bæredygtig udvikling, hvor disse tre dimensioner indgår. Figur 3.4 viser sammenhænget mellem FN's 17 verdensmål og de tre dimensioner af bæredygtig udvikling. For at opnå en forståelse af hvad der indgår i de forskellige dimensioner, vil disse kort præsenteres.

3.3.1 Økonomisk bæredygtighed

Den økonomiske dimension af bæredygtig udvikling omhandler at sikre økonomisk tryghed for mennesker og samfundet. Dette kan blandt andet opnås gennem en mere retfærdig fordeling mellem rige og fattige, for at sikre større lighed i verdenssamfundet. Økonomisk vækst kan være vigtig for udvikling, især for fattige lande. Udfordringen ligger dog i, at gøre økonomisk vækst bæredygtig og grønt, sådan at menneskers behov sikres, samtidig som at jordens ressourcer ikke ødelægges. (Globalis, u.å.; Richardson, 2021)



Figur 3.4: Sammenhæng mellem FN's 17 verdensmål og de tre dimensioner af bæredygtig udvikling. *Modificeret.* (Stockholm Resilience Centre, 2016)

3.3.2 Social bæredygtighed

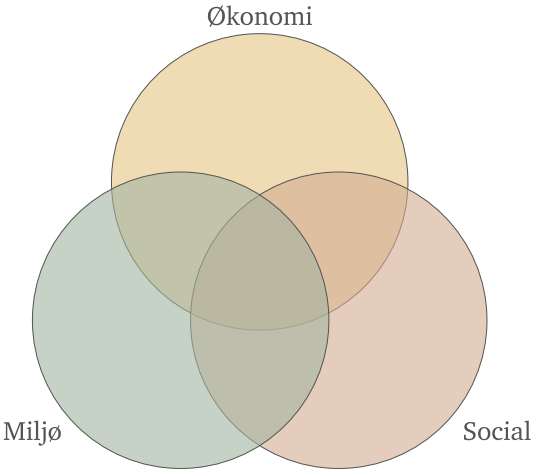
Den sociale dimension af bæredygtig udvikling omhandler at sikre, at alle mennesker får et godt og retfærdig grundlag for et anstændig liv. Her er menneskerettigheder et vigtig udgangspunkt, hvor opfyldelse af menneskelige behov, samt muligheden for at påvirke egne liv og samfundet de lever i har stor betydning. Endvidere er mulighed for uddannelse, ligestilling, anstændige arbejdsforhold, kulturmangfoldighed og et velfungerende sundhedssystem vigtige betingelser for at opnå social bæredygtighed, der i hovedtræk omhandler menneskers forhold til hinanden. Yderligere er det vigtigt at nutidens behov, ikke forringer muligheden for at opfylde fremtidige generationers behov. (FN-sambandet, u.å.; Richardson, 2021)

3.3.3 Miljømæssig bæredygtighed

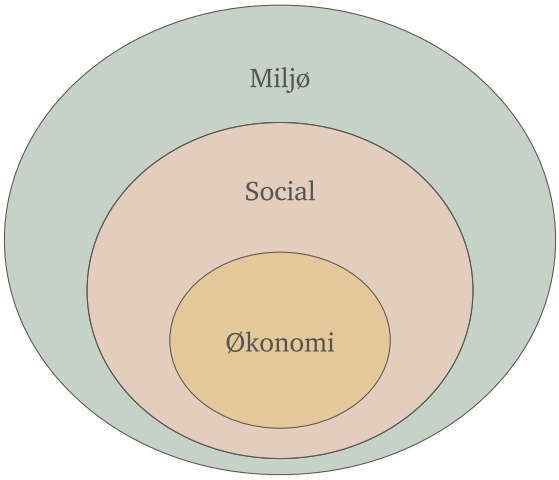
Den miljømæssige dimensionen af bæredygtig udvikling omhandler at varetage natur og klima, som en genanvendelig ressource. Udledning af drivhusgasser forstærker drivhuseffekten, som fører til global opvarmning og klimaforandringer. Havet og luften opvarmes, økosystemerne og biodiversitet påvirkes, samt bliver der mere ekstremvejr og flere naturkatastrofer. Den rige del af verden har bidraget mest til udledning af drivhusgasser, mens konsekvenserne af klimaændringerne er hårdest for de fattige lande. (Globalis, u.å.; FN-sambandet, u.å.)

3.3.4 Varianter af modellen

Der findes forskellige varianter af tre-søjlemodellen for bæredygtig udvikling. De forskellige modeller bidrager til en forståelse af hvordan begrebet kan beskrives og tolkes. To kendte varianter er overlapsmodellen og rangeringsmodellen som kan ses på figur 3.5 og 3.6.



Figur 3.5: Overlapsmodel for bæredygtig udvikling. *Modificeret.* (Holden & Linnerud, 2021; Gudmundsson et al., 2015)



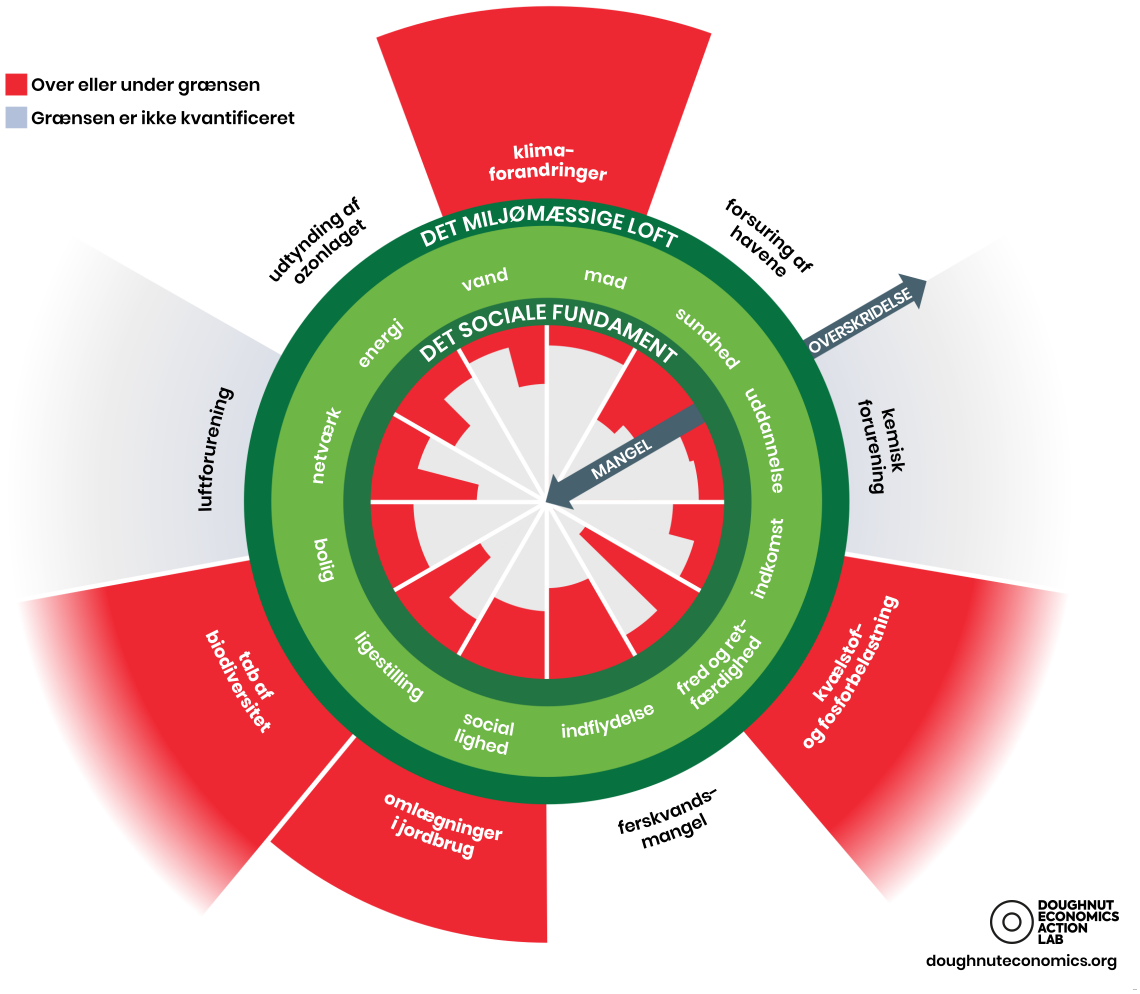
Figur 3.6: Rangeringsmodel for bæredygtig udvikling. *Modificeret.* (Holden & Linnerud, 2021; Gudmundsson et al., 2015)

De to modeller fremstiller visuelt hvordan bæredygtig udvikling og de tre dimensioner skal forståes i samspil med hinanden. Figur 3.5, viser overlapsmodellen, med bæredygtig udvikling i centrum, hvor dimensionerne miljø, social og økonomisk bæredygtighed overlapper hinanden.

Figur 3.6, viser rangeringsmodellen, der tydelig viser samspillet mellem de tre dimensioner, hvor den økonomiske dimension eksisterer inden for den sociale dimension, og både den sociale og økonomiske bæredygtighed ikke må overskride den miljømæssige dimension. Der er i denne model en tydelig begrænsning af den økonomiske og sociale dimension, som skal foregå inden for miljøets rammer, for at sikre en bæredygtig udvikling. (Gudmundsson et al., 2015; Holden & Linnerud, 2021)

Figur 3.6 er også en visuel fremstilling af stærk bæredygtighed, hvor udviklingen ikke må medføre tab af ressourcer eller miljømæssige tab. Modsat vil en svag bæredygtighed, være hvor omkostningerne for miljøet tilsidesættes, hvis den økonomiske vækst er tilstede. Stærk bæredygtighed kendetegnes ved at naturens kapital anses som uerstattelig og at den skal bevares. Svag bæredygtighed omhandler at al kapital skal holdes konstant, og at naturkapitalen kan reduceres hvis det kompenseres ved at øge den menneskelige kapital. (Gudmundsson et al., 2015; Holden & Linnerud, 2021)

I forbindelse med Rio+20 i 2012 blev Doughnutmodellen præsenteret af økonomien Kate Raworth. Doughnutmodellen bygger på den økonomiske teori, Doughnut Economy, som omhandler grænser for økonomisk vækst, hvor det er vigtigt at overholde grænserne for det miljømæssige loft og det sociale fundament. En dansk oversættelse af modellen kan ses på figur 3.7. Ved overholdelse af grænserne, vil menneskehedens grundlæggende behov opfyldes, samtidig med planeten ikke ødelægges for de næste generationer.



Figur 3.7: The Doughnut of social and planetary boundaries. (Raworth, 2017)

Doughnutmodellen definerer et socialt fundament med 12 behov, som sikrer at menneskers grundlæggende behov opfyldes. Hvis en eller flere af disse behov ikke er tilgængelig, vil der opstå en mangel, som indikerer at betingelserne for social bæredygtighed ikke er opfyldt. De 12 grundlæggende behov, indgår også i FN's 17 verdensmål. Videre har modellen et miljømæssigt loft, som defineres af ni planetære grænser. Menneskeheden må ikke overskride det miljømæssige loft, som ødelægger planten og vil medføre at betingelsen for miljømæssig bæredygtighed ikke opfyldes. De røde yderområder, markerer de planetære grænser som er overskredet. Det fremgår af figur 3.7 at blandt andet klimaforandringer og tab af biodiversitet er overskredet det miljømæssige loft.

Modsat overlapsmodellen og rangeringsmodellen præsenteret på figur 3.6 og 3.5, definerer doughnutmodellen et rum, med grænser for den menneskelige aktivitet fra gulv til loft. Modellen beskriver ikke en balance mellem de tre dimensioner for bæredygtig udvikling, men definerer grænser for sociale grundlæggende behov og planetære tålegrænse.

3.4 Kritik og kendetegn

På trods af at Brundtlandkommissionens definition af bæredygtig udvikling stadig er den mest anvendte, har den fået kritik for at være mangelfuld. Kritikken omhandler blandt andet at den ikke tydeliggør hvilke menneskelige behov der skal imødekommes, for at opnå bæredygtig udvikling. Ydermere er det ikke tydeligt, hvilke hensyn som skal tillægges mest vægt, hvis miljømæssig bæredygtighed står i konflikt med social og økonomisk bæredygtighed. (FN-sambandet, u.å.) Teorierne 'stærk bæredygtighed' og 'svag bæredygtighed' er med at tydeliggøre hvilke hensyn og dimensioner af bæredygtighed som skal vægtes højest.

I stedet for at fokusere på definitionen af bæredygtig udvikling, undersøger Høyer (2000) hvad der primært karakteriserer en *bæredygtig udvikling*. Høyer (2000) skriver at hovedkarakteristikken af bæredygtig udvikling kan inddeles i tre niveauer; 'Extra Prima', 'Prima' og 'Secunda'. Holden & Linnerud (2007) har videreudviklet karakteristikkerne, som kan ses i tabel 3.1.

Tabel 3.1: Niveauer og karakteristikker af bæredygtig udvikling. *Modificeret.* (Høyer, 2000; Holden & Linnerud, 2007)

Level	Characteristics
'Extra prima'	Safeguarding long-term ecological sustainability Satisfying basic needs Promoting inter- and intra-generational equity
'Prima'	Preserving nature's intrinsic value Endorsing long-term aspects Promoting causal-oriented protection of the environment Promoting public participation Satisfying aspirations for an improved quality of life
'Secunda' (examples; related to the first extra prima characteristics)	Reduction of today's total energy consumption in the rich countries Reduced emissions of greenhouse gases, especially carbon dioxide Reduction of today's consumption of non-renewable energy and material resources Pollution levels within the tolerance level of ecosystems Giving priority to technological development for efficient exploitation of natural resources

I følge Holden & Linnerud (2007) skal karakteristikkerne ved 'Extra Prima' udtrykke de vigtigste kendetegn ved en bæredygtig udvikling. Karakteristikkerne ved 'Prima' er mere detaljerede kendetegn på bæredygtig udvikling, som blandt andet også er beskrevet i Brundtlandrapporten. Karakteristikkerne ved 'Secunda' er afledet af 'Extra Prima og 'Prima' og er toneangivende i den aktuelle debat om målsætninger og operationalisering af den bæredygtige udvikling. Modsat Brundtlandrapporten findes der ved 'Extra Prima' og 'Prima' en klar niveauopdeling af social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed, hvor 'Extra Prima' har forrang over 'Prima'. Dette kommer blandt andet til udtryk ved at, naturens værdi må vige, hvis menneskerne grundlæggende behov er truet.

Den almene fortolkning af bæredygtig udvikling har været at økonomisk vækst, er en af de tre dimensioner; økonomisk-, social- og miljømæssig bæredygtighed. Modsat dette, argumenterer Holden & Linnerud (2007) for at økonomisk vækst er et virkemiddel, for at opnå bæredygtig

udvikling, fremfor en 'Extra Prima' karakteristik. Dette betyder at det er muligt at opnå bæredygtig udvikling, uden økonomisk vækst, men økonomisk vækst oftest vil være en vigtig 'Secunda' karakteristik.

Holden & Linnerud (2007) har fortolket Brundtlandrapporten, og fundet at der findes fire dimensioner af bæredygtig udvikling:

- Safeguarding long-term ecological sustainability
- Satisfying basic human needs
- Promoting intra-generational equity
- Promoting inter-generational equity

I disse fire dimensioner af bæredygtig udvikling indgår ikke en økonomisk dimension. Derimod er dimensionerne omkring social og miljømæssig bæredygtighed i fokus. Dette kommer blandt andet til udtryk gennem fokus på økosystem, natur, samt menneskernes grundlæggende behov og retfærdighed i og mellem generationer.

3.5 Opsummering

Igennem foregående kapitel er begrebet *bæredygtig udvikling* blevet undersøgt fra forskellige vinkler. Indledningvis viser et historisk tilbageblik hvordan begrebet har udviklet sig. Den mest dominerende model for bæredygtig udvikling med tre dimensioner; miljø-, social- og økonomisk bæredygtighed og FN's 17 verdensmål lægger grundlaget for hvordan bæredygtig udvikling kan forståes i dag. Samtidig giver kritik af definitionerne, samt nye fortolkninger og kendetegn af begrebet *bæredygtig udvikling*, nye vinkler og perspektiver, der er væsentlige i arbejdet for en bæredygtig udvikling.

4 Bæredygtighed i Danmark

Tidslinjen præsenteret i overstående kapitel viser udviklingen af begrebet bæredygtig udvikling fra et globalt perspektiv. For at forstå, hvordan dette har haft indflydelse i Danmark, undersøges hvilke initiativer der er blevet igangsat nationalt i Danmark, på baggrund af de dokumenter og hændelser tidligere præsenteret.

Danmark var en af de første lande til at have fokus på de miljø- og forureningsproblemer, der opstod som følge af industrialiseringens påvirkning og befolkningsvækst. Dette kommer blandt andet til udtryk igennem lovgivninger som vandforsyningsloven fra 1925 og naturfredningsloven fra 1935. (Arler et al., 2015)

4.1 1960-70'erne: Forurening og miljøproblemer

I slutningerne af 1960'erne og begyndelsen af 1970'erne begynder forurening og miljøproblemer at få fokus i Danmark. I 1969 bliver miljøbevægelsen NOAH oprettet, og sammen med andre miljøorganisationer, som Friluftsrådet og Danmarks Naturfredningsforening, bliver miljøspørgsmålet bragt op på et politisk niveau. Allerede i 1971 blev Ministeriet for Forureningsbekæmpelse oprettet, men fokus på miljøproblemerne kom for alvor på den danske dagsorden efter Stockholmskonferencen i 1972. Dette kommer blandt andet til udtryk ved at Ministeriet for Forureningsbekæmpelse i 1973 skifter navn til Miljøministeriet. Samme år, bliver Danmark medlem af EU, dengang EF, og den første miljøbeskyttelseslov i Danmark bliver vedtaget. Det var dog først da miljø- og planlægningsreformen kom i 1973/75, at arbejdet med miljøproblemer og bæredygtighed kom i fokus nationalt. (Arler et al., 2015; Miljøministeriet, 2012)

4.2 1980'erne: Miljøplaner og Brundtlandrapporten

I sidste halvdel af 1980'erne opstår et nyt system af miljøplaner, for at regulere det plansystemet ikke kunne. Planerne var blandt andet vandmiljø- og pesticidhandlingsplaner, samt andre stofkredsløbsplaner. Stofkredsløbsplanerne var handlingsplaner for håndtering af forskellige stoffer, der var miljøproblematiske, som blandt andet gav anledning til drivhuseffekt, forsuring og huller i ozonlaget.

Efter publikationen af Brundtlandrapporten i 1987, kom der et mere fokus i dansk politik på en bæredygtig udvikling. Dette kommer blandt andet til udtryk gennem "Regeringens handlingsplan for miljø og udvikling" som blev udgivet i 1988. Handlingsplanen var regeringens opfølgning på Brundtlandrapporten om at tilstræbe en miljømæssig bæredygtig udvikling, hvor miljøforhold bliver integreret i sektorerne. (Miljøministeriet, 1988)

I 1989 blev EIA Direktivet (Environmental Impact Assessment) fra 1985, implementeret i den danske planlovgivning, som på dansk fik navnet Vurdering af Virkning på Miljøet (VVM). I dag kaldes det en miljøkonsekvensvurdering som præsenteres yderligere i afsnit 8.4.2. (Anker, 2009b)

4.3 1990'erne - nu: Fra handlingsplaner til klimalov

I 1990'erne og starten af 2000'erne udkom en række sektorhandlingsplaner fra de forskellige ministerier. Planerne omhandlede bæredygtig udvikling og miljøproblematikken som sektoren giver anledning til. Heri blev også konkrete målsætninger, initiativer og løsninger præsenteret. Der blev udarbejdet sektorplaner inden for energi, landbrug, skov, transport, bistand, vand

og affald. Sektorenes fokus på klimaproblematikken er i forskelligt omfang, men inden for energi- og transportsektorerne har CO2-udledningen et væsentlig fokus (Miljøstyrelsen, 2003). Handlingsplanerne er i dag erstattet af Klimaloven, som lovfæster Danmarks klimamålsætninger. I understående præsenteres relevante planer, love og aftaler, som har påvirket arbejdet med bæredygtighed i Danmark.

Energi 2000

I 1990 udkom "Energi 2000 - Handlingsplan for en bæredygtig udvikling". Det overordnede mål med handlingsplanen var at reducere energisektorens udledning af CO2 med 20 % i år 2005, sammenlignet med udledningen i 1988. Daværende energiminister Jens Bilgrav-Nielsen, var for alvor med til at sætte fokus på reduktion af CO2-udledninger som en målsætning i dansk energipolitik. Danmark blev med dette også det første land i verden med et klimamål for CO2-udledninger. (Energiministeriet, 1990; Søndergaard & Dietrich, 2009; Arler, 2017; Tornbjerg, 2020)

Handlingsplaner for transport

I 1990 udkom Danmarks første nationale sektorplan for transport, "Regeringens transporthandlingsplan for miljø og udvikling". Handlingsplanens målsætninger var blandt andet at stabilisere CO2-udledningen fra transport inden 2005 og derefter reducere udledningen med 25 % inden 2030. (Trafikministeriet, 1990)

Siden 1990 har der kommet en række opfølgende planer inden for transportsektoren, samt andre planer som omhandler reducering af drivhusgasser fra transportsektoren:

- 1993 - Trafik 2005 (Trafikministeriet, 1993)
- 1996 - Handlingsplan for reduktion af transportsektorens CO2-udslip (Trafikministeriet, 1996)
- 2001 - Begrænsning af transportsektorens CO2-udslip - Regeringens handlingsplan (Trafikministeriet, 2001)
- 2008 - Bæredygtig transport - bedre infrastruktur (Transportministeriet, 2008)
- 2013 - Regeringens klimaplan - På vej mod et samfund uden drivhusgasser (Regeringen, 2013)
- 2018 - Sammen om en grønnere fremtid (Regeringen, 2018)
- 2021 - Køreplan for et grønt Danmark (Regeringen, 2021c)
- 2021 - Infrastrukturplan 2035 (Finansministeriet, 2021b)

Overstående liste viser at der gennem de seneste 30 år er udkommet en række planer, både transport- og infrastrukturplaner, men også andre handlingsplaner der vedrører transportsektoren, hvor fokus er rettet mod reduktion af udledningen fra transport. I følge Jespersen (2009) må flere af planerne, "karakteriseres som brede visioner og beskrivelser af de udfordringer som transportsektoren stod over for, ikke mindst en bæredygtigheds- og klimadagsorden".

Kyotoaftalen

Som nævnt i afsnit 3.1, blev Kyotoaftalen underskrevet i 1997 og trådte i kraft i 2005. Aftalen forpligtede EU til at reducere drivhusgasudledningen med 8 % i 2008-2012 sammenlignet med 1990. I EU blev der udarbejdet en byrdefordelingsaftale, ud fra landes økonomiske udviklingsniveau, CO2-udledning og reduktionsmuligheder, hvor Danmark har forpligtet sig til at reducere udledningen med 21 % i 2008-2012 sammenlignet med 1990 (Statsrevisorerne, 2012).

Ændring af planloven og Lokal Agenda 21

I 2002 udkommer vejledningen "Strategi for Lokal Agenda 21". Strategien kom i lyset af ændringen af planloven, der forpligter amtskommuner og kommuner til at udarbejde en redegørelse for deres lokale Agenda 21-arbejde, mindst en gang hvert fjerde år. Lokal Agenda 21 har været et centralt begreb siden handlingsplanen Agenda 21 blev vedtaget ved Riokonferencen i 1992. Lovændringen fører til at amtskommunerne og kommunerne har pligt til at udarbejde strategier for at fremme en bæredygtig udvikling lokalt på fem områder. (Miljøministeriet, 2002; Planloven, 2020) De fem områder er:

1. Mindske miljøbelastningen,
2. Fremme en bæredygtig byudvikling og byomdannelse,
3. Fremme biologisk mangfoldighed,
4. Inddragelse af befolkningen og erhvervslivet i det lokale Agenda 21-arbejde,
5. Fremme af et samspil mellem beslutningerne vedrørende miljømæssige, trafikale, erhvervsmæssige, sociale, sundhedsmæssige, uddannelsesmæssige, kulturelle og økonomiske forhold. (Miljøministeriet, 2002)

National strategi for bæredygtig udvikling

I 2002 udkommer også Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling, "Fælles fremtid - udvikling i balance" med et tidsperspektiv på 20 år. Strategien er Danmarks svar på opfordringen fra Riokonferencen i 1992, om at udarbejde en national strategi og bygger på otte mål og principper:

1. Velfærdssamfundet skal udvikles, og der skal ske en afkobling af sammenhængen mellem vækst og miljøpåvirkning
2. Der skal være et sikkert og sundt miljø for alle, og vi skal opretholde et højt beskyttelsesniveau
3. Vi skal sikre en høj biologisk mangfoldighed og beskytte økosystemerne
4. Ressourcerne skal udnyttes bedre
5. Vi skal yde en aktiv international indsats
6. Miljøhensyn skal indgå i alle sektorer
7. Markedet skal understøtte bæredygtig udvikling
8. Bæredygtig udvikling er et fælles ansvar, og vi skal måle fremskridt (Regeringen, 2002)

I 2002, ti år efter Riokonferencen og Agenda 21 udkommer den nationale strategi, lige inden Earth Summit, Rio+10, bliver afholdt i Johannesburg. Målsætningerne i den nationale handlingsplan viser at fokus nu er mere rettet mod bæredygtighed og ikke blot drejer sig om miljø. (Regeringen, 2002; Miljøministeriet, 2012)

Danmarks første klimalov

I 2014 vedtages Danmarks første klimalov, "Lov om Klimarådet, klimapolitisk redegørelse og fastsættelse af nationale klimamålsætninger"og for første gang havde Danmark en national klimalov. Loven havde til formål at danne en strategisk ramme for klimapolitik i Danmark, samt øge gennemsigtighed af status, retning og fremdrift af klimapolitik i Danmark. Målsætningen i loven var at Danmark skulle overgå til et lavemissionssamfund i 2050, hvilket betyder at udledningen af drivhusgasser er på et absolut minimum. (Klimaloven, 2014; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2014).

Klimaloven fastsætter at der skal nedsættes et klimaråd bestående af eksperter med et højt klimarelevant fagligt niveau, der skal fungere som et uafhængigt ekspertorgan. Klimarådet har blandt andet til opgave at rådgive omkring Danmarks omstilling til et lavemissionssamfund, for at skabe et fagligt sammenhængende beslutningsgrundlag. Endvidere skal Klimarådet vurdere Danmarks klimaindsats for at opfylde nationale og internationale klimamålsætninger og -forpligtelser. Klima-, energi- og bygningsministeren skal årligt udarbejde en klimapolitisk redegørelse, som blandt andet indeholder en status for opfyldelse af klimamålsætninger, historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger, samt hvilke klimatiltag der er planlagt, og den forventede effekt heraf. (Klimaloven, 2014)

Klimaloven fik kritik for blandt andre at være uden mål og budgetter, samt være reduceret til en lov kun omhandlende klimarådet, som ikke dannede en strategisk ramme for Danmarks klimapolitik (Kim Kristensen, 2014). I Klimaloven fremgår det også at overgangen til et lavemissionssamfund skal foregå omkostningseffektivt, og med hensynstagen til vækst, konkurrenceevne og beskæftigelse (Klimaloven, 2014).

EU's Green Deal og Taksonomiforordning

EU's Green Deal, også kaldet Den europæiske grønne pagt, blev vedtaget i 2019. Det er en køreplan for den grønne omstilling i EU, med målsætningen om en reduktion af drvhusgasudledningen med 55 % i 2030 sammenlignet med 1990, samt et mål om at blive verdens første klimaneutrale kontinent i 2050. EU's Green Deal består af en række forskellige aftaler, herunder førnævnte målsætninger om reduktion af drivhusgasser, men også omhandlende investeringer i forskning og innovation, samt bevaring af biodiversitet og naturen. (Nedergaard, 2020; European Commission, u.å.; Europa-Kommissionen, u.å.)

EU's taksonomiforordning udspringer af EU's miljø- og klimamålsætninger, og skal bidrage til en fælles forståelse for vurdering af bæredygtige investeringer. Taksonomien er et klassificeringssystem for at bestemme om en økonomisk aktivitet er miljømæssig bæredygtig i henhold til EU's Green Deal. Taksonomien blev lanceret i januar 2021, med formålet at forhindre greenwashing og påvirke en grøn omstilling i EU's økonomi.

For at en aktivitet klassificeres som at være bæredygtig, skal aktiviteten udgøre et væsentligt bidrag til EU's klima- og miljømålsætninger, og samtidig opfylde følgende fire betingelser:

- At bidrage positivt til mindst et af de seks klima- og miljømålsætninger
- Overholde de tekniske kriterier som er beskrevet for det eller de klima- og miljømålsætninger som vælges
- Overholde gør-ikke-nævneværdigskade-kriterierne (Do No Signifikant Harm)
- Overholde de sociale minimumsgarantier (Minimum Social Safeguards)

De seks miljømålsætningerne er som følger:

1. Begrænse klimaændringer
2. Tilpasning til klimaændringer
3. Bæredygtig anvendelse og beskyttelse af hav- og vandressourcer
4. Omstilling til cirkulær økonomi
5. Forebyggelse og bekæmpelse af forurening
6. Beskyttelse og genopretning af biodiversitet og økosystemer

Udover at en aktivitet skal opfylde mindst et af de seks klima- og miljømål, må aktiviteten ikke gøre væsentlige skade på et af de andre mål, for at blive klassificeret som bæredygtig. (Nilsen, 2022; DS, u.å.)

Danmarks nye klimalov

Ved vedtagelsen af den nye klimalov i 2020 og efterfølgende ændring i 2021, blev der fastsat mål for reduktionen af udledningen af drivhusgasser i Danmark. Der er nu nationale målsætninger om at reducere CO2-udledningen med 50-54% i 2025 og 70% i 2030, sammenlignet med 1990, og yderligere en målsætning om at være klimaneutral i 2050. Den nye klimalov og dertilhørende målsætninger har til formål at reducere udledningen af drivhusgasser, for at overholde Parisaftalens målsætning om at den globale temperaturstigning skal begrænses til 1,5 °C. (Klimaloven, 2021; Energistyrelsen, 2021c)

Af Klimaloven fremgår det også, at der hvert femte år skal fastsættes en klimamålsætning, med et 10-årigt perspektiv, der ikke må være mindre ambitiøst end den forrige målsætning. Sammenhængende med klimamålsætningerne offentliggøres også en klimahandlingsplan med et 10-årigt perspektiv. Regeringens planer for samfundets klimaomstilling præsenteres i Klimahandlingsplanen, som indeholder sektorstrategier og tværgående tiltag for reducering af drivhusgasudledning. Sektorstrategier og tværgående tiltag underbygges i Klimaprogrammet, der udarbejdes hver år, som blandt andet også giver en status på opfyldelse af klimamål. (Klimaloven, 2021)

Klimarådets opgaver forbliver de samme, men mindre ændringer sammenlignet med Klimaloven fra 2014. Ligeledes skal Danmarks indfrielse af klimamål stadig foregå omkostningseffektivt, med hensynstagen til blandt andet beskæftigelse og dansk konkurrencekraft. (Klimaloven, 2014, 2021)

Infrastrukturplan 2035

I april 2021 udkom Regeringens nye handlingsplan for transport og infrastruktur "Danmark Fremad - Infrastrukturplan 2035". I juni 2021, indgik Socialdemokratiet, en bred politisk aftale med Venstre, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Nye Borgerlige, Liberal Alliance, Alternativet og Kristendemokraterne om Infrastrukturplan 2035. (Regeringen, 2021a; Finansministeriet, 2021a)

Infrastrukturplan 2035 beskriver en række initiativer og investeringer inden for infrastruktur- og transportområdet. Totalt er der i planen afsat 105,8 mia. kr. til nye infrastrukturinvesteringer, herunder en investering på omkring 64. mia. kr. til anlæg og udbygning af nye veje. Endvidere er der afsat 12,7 mia. kr. til vej- og metrobetjening af Lynetteholm og yderligere omkring 55 mia. kr. til at færdigstille igangsatte projekter. (Regeringen, 2021a; Finansministeriet, 2021a)

Planen udpeger syv pejlemærker for grøn omstilling af transportsektoren og de kommende investeringer i infrastruktur:

1. Færre skal sidde i kø
2. Kollektiv transport skal være attraktiv
3. Det skal være lige så nemt at køre i en grøn bil som i en fossil bil
4. Flere skal vælge cyklen
5. Færre skal plages af støj fra trafikken
6. En mere grøn retning
7. Det skal være mere trygt at færdes på vejene

Med fokus på den fysiske transportinfrastruktur er det sjette pejlemærke, En mere grøn retning, relevant at præsentere yderligere. Her forslår Regeringen blandt andet:

- En pulje på 150 mio. kr. til at styrke biodiversitet langs vej og jernbane
- Elektrificering af jernbanen.
- Udbygning af cykelinfrastruktur

Videre er der fokus på en række initiativer for at gøre transporten mere grøn og bæredygtig. Herunder incitamenter for omstilling fra fossile transportmidler til grønne drivmidler, både for bustrafik, personbiler, tung transport og ladeinfrastruktur. Endvidere er der fokus på at fremme cyklisme ved at udbedre cykelinfrastrukturen. (Regeringen, 2021a)

Infrastrukturplan 2035, blev i modsætning til tidligere infrastrukturplaner præsenteret som værende CO2-neutral, hvilket førte til at daværende transportminister Benny Engelbrechts afgang, da CO2- udledninger fra anlæg af de nye infrastrukturprojekt ikke var medregnet i CO2-regnskabet. I beregningen er der taget højde for transportsektorens samlede udledning, som forventes at blive reduceret på baggrund af planen. (Regeringen, 2021a; Lindqvist & Andersen, 2022b)

Handlingsplan for FN's Verdensmål

I juni 2021 udkom Regeringens "Handlingsplan for FN's Verdensmål". Handlingsplanen har til formål at sætte rammen for realiseringen af arbejdet med Verdensmålene i Danmark.

I et globalt perspektiv, klarer Danmark sig særligt godt på en række verdensmål, herunder Verdensmål 3, 4, 7, 16 og 17. Der er andre verdensmål identificeret som områder, hvor Danmark skal have særlig fokus fremadrettet. Verdensmål 12, ansvarlig forbrug og produktion, og Verdensmål 13, klimaindsats, er udpeget som områder der er præget af udfordringer og kræver handling. Ligeledes er der behov for handling for Verdenmål 14 og 15, vedrørende livet i havet og livet på land. Dette er også illustreret på figur 4.1.

Figur 4.1: Verdensmål i særligt fokus i Danmark. *Modificeret.* (UNDP's nordiske kontor i Danmark, u.å.d)

Handlingsplanen undersøger også indfrielsen af Verdensmålene, ved at vurdere hvordan hvert enkelt delmål er opfyldt, samt en vurdering af tendensen for udviklingen, ud fra data eller politisk fokus. Endvidere præsenteres i planen en række initiativer for at realisere arbejdet med Verdensmålene i Danmark, hvor de offentlige myndigheder, som regeringen, ministerier, offentlige styrelser og institutioner, skal være ledende i den bæredygtige udvikling og -omstilling.

Dette kommer blandt andet til udtryk ved, at regeringen ønsker, at indføre krav om bæredygtighedsmålsætninger i de statlige styrelser og institutioner. Endvidere skal offentlige indkøb have større vægt på bæredygtighed. Ansvaret for de 169 delmål er fordelt ud på de relevante ministerier. (Regeringen, 2021b)

Nogle af initiativerne i handlingsplanen, der har relevans for infrastruktur, behandles under Verdensmål 9, industri, innovation og infrastruktur. Her nævnes der blandt andet at Regeringen ønsker at rette fokus på en bæredygtig infrastruktur i planlægning, anlæg og drift, ved at implementere krav til bæredygtighed i udbud og sætte fokus på genanvendelse, klimavenlige materialer, samt biodiversitet, miljø, trafiksikkerhed og støj:

> *"Der er stadig industrier og infrastrukturer i Danmark, som kan blive endnu mere bæredygtige, og som kunne udnytte ressourcer mere effektivt. Regeringen arbejder derfor yderligere for, at infrastrukturen understøtter en bæredygtig udvikling ved at have fokus på klimavenlige materialer og genanvendelse, stille krav om bæredygtig infrastruktur i udbud og ved at arbejde for regulering, som kan understøtte CO2-venlige løsninger. (...) Regeringen har ved planlægning, anlæg og drift af infrastrukturprojekter fokus på at reducere påvirkninger af omgivelserne gennem arbejde med trafiksikkerhed, miljø, biodiversitet og støj. Der er fokus på at fremme klimavenlige materialer og genanvendelse, fx gennem udrulning af klimavenlig asfalt og krav til leverandører i udbud." (Regeringen, 2021b, s.50)*

Det er dermed en naturlig antagelse at Transportministeriet, er ansvarlig for opfyldelse af en eller flere delmål under Verdensmål 9, der har relevans for infrastruktur.

4.4 Opsummering

Overstående gennemgang af bæredygtighed i Danmark viser, at Danmark var en af de første lande i verden til at have fokus på miljø- og forureningsproblemer, som blandt andet i 1935 førte til naturfredningsloven. I 1960-70'erne resulterede dette i oprettelsen af flere miljøorganisationer og ministerier, herunder det som bliver til miljøministeriet. Efter udgivelsen af Brundtlandrapporten i 1987, blev der et større fokus på bæredygtig udvikling i Danmark, hvilket blandt resulterede i at der i 1980-90'erne udkom en række miljø- og handlingsplaner, der havde til formål at sikre en bæredygtig udvikling i forskellige sektorer.

I 1990 udkommer Danmarks første nationale sektorplan for transport, som blandt andet havde en målsætning om at reducere drivhusgasudledningen i sektoren. Siden da er der udkommet flere handlingsplaner i transportsektoren, senest Infrastrukturplan 2035, der som den første infrastrukturplan blev præsenteret som værende klimaneutral. Kyotoprotokollen og Agenda 21 er internationale aftaler, som har påvirket bæredygtig udvikling i Danmark, ved henholdsvis at Danmark er forpligtet til at reducere drivhusgasudledning og kommuner skal udarbejde strategier for at sikre en bæredygtig udvikling.

Alt dette førte til Danmarks første klimalov i 2014 og den nye klimalov i 2020, hvor Danmark har løbende målsætninger omkring reducering af drivhusgasudledningen og målsætningen om at være klimaneutral i 2050. Regeringen præsenterede i 2021 en handlingsplan for hvordan Danmark skal arbejde med FN's Verdensmål frem mod 2030, for at realisere en bæredygtig udvikling. FN's Verdensmål har imidlertid, ikke været i fokus, ved udarbejdelse af Infrastrukturplan 2035. Endvidere forventes EU's taksonomiforordning og EU Green Deal, at have en stor indflydelse på det fremtidige arbejde med bæredygtig udvikling i Danmark.

5 Danmarks drivhusgasudledninger

For at opnå et overblik over Danmarks udledninger af drivhusgasser kortlægges disse. Figur 5.1 viser de historiske drivhusgasudledningerne i Danmark fra 1990 frem til 2020. Som det fremgår af figuren toppede udledningerne i 1996, og har siden været nedadgående, med en reduktion fra 1990 til 2020 på 45 %. (Energistyrelsen, 2021e)

Figur 5.1: Samlede netto-udledninger fra 1990-2020. *Modificeret*. (Energistyrelsen, 2021d)

Drivhusgas er en fællesbetegnelse for flere gasser som medvirker til drivhuseffekten og den globale opvarmning. Drivhusgasser, som kuldioxid (CO2), metan (CH4), lattergas (N2O) og F-gasser, har forskellig opvarmningseffekt og levetid i atmosfæren. For at kunne opgøre den samlede mængde af drivhusgasudledningen, omregnes forskellige gasser, ved brug af en omregningsfaktor kaldet globalt opvarmningspotentiale (GWP), til den fælles enhed CO2-ækvivalenter, forkortet CO2e. Eksempelvis beregnes virkningen af metan 25 gange større end CO2 over en 100 årig periode. (Lahn, 2020; Energistyrelsen, u.å.; Pedersen, 2021)

5.1 Klimamålsætninger

Klimamålsætningerne i Danmark er tæt knyttet op med EU's målsætninger, hvor EU igennem Kyotoprotokollen og Parisaftalen forpligter at reducere udledningerne af drivhusgasser. EU's CO2-kvoteordning "European Union Greenhouse Gas Emission Trading System" er et centralt virkemiddel for opnå klimamålsætningerne. Ordningen trådte i kraft i 2005 og er siden blevet udviklet, til blandt andet at inkludere udledninger fra LULUCF i perioden 2021-2030. Kvotesystemet muliggør handel med CO2-kvoter og sætter et loft for CO2-udledningen. Ordningen opdeler drivhusgasudledninger fra forskellige sektorer i to kvoter, kvotepligtig sektor og ikke-kvotepligtig sektor.

I den kvotepligtige sektor indgår udledninger fra: energitung industri og energisektoren; herunder energi i elproduktion og fjernvarme; luftfart; store industrianlæg; samt olie- og gasproduktion. Den ikke-kvotepligtige sektor omfatter udledninger fra transport, landbrug, boliger med individuel opvarmning, affald og F-gasser. Udledningerne fra den ikke-kvotepligtige sektor, er ikke inkluderet i EU's CO2-kvoteordning. (Skousen, u.å.)

I EU er der bestemt en samlet målsætning for reduktion af drivhusgasser i den kvotepligtige sektor med 40 % i 2030 sammenlignet med 1990, som skal fordeles internt i EU (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, u.å.). For ikke-kvotepligtig sektor er målsætning af reducere udledningerne i 2030 med 30 % sammenlignet med 2005. (Skousen, u.å.) Danmark er igennem EU forpligtet til at reducere udledningerne i den ikke-kvotepligtige sektor i 2030 med 39 %.

En sammenfatning af klimamålsætninger for drivhusgasudledningerne i Danmark og EU kan ses i tabel 5.1.

Tabel 5.1: Forpligtelser og målsætninger for reduktion af drivhusgasser i Danmark og EU. *Modificeret.* (Energistyrelsen, 2021c; Skousen, u.å.)

	Danmarks målsætninger	**EU-målsætninger**
2020	Reducere drivhusgasudledningerne med 20 % ift. 2005 i ikke-kvotepligtig sektor.	Reducere drivhusgasudledningen i EU med 20 % ift. 1990.
2025	Reducere drivhusgasudledningerne med 50-54 % ift. 1990 jf. Klimaloven.	
2030	Reducere drivhusgasudledningerne med 70 % ift. 1990 jf. Klimaloven. I ikke-kvotepligtig sektor skal Danmark redusere 39 % ift. 2005.	Reducere drivhusgasudledningen i EU med 40 % ift. 1990, jf. Parisaftalen med følgende fordeling: Kvotesektor: -43 % ift. 2005 Ikke-kvotepligtig sektor: -30 % ift. 2005
2050	Opnåelse af klimaneutralitet senest i 2050 jf. Klimaloven.	

5.2 Opgørelser og principper for indberetning

Danmark har igennem internationale aftaler og konventioner forpligtet sig til at indberette den årlige drivhusgasudledningen. Opgørelsen af danske drivhusgasudledninger sker i henhold til FN's Klimapanels (IPCC) retningslinjer, og udføres af DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi). Dette indebærer indberetning til FN's Klimakonvention (UNFCCC), Kyotoprotokollen og EU (EU's Monitoring Mechanism og Eurostat). Opgørelsen fra DCE danner et basis, som blandt andet Energistyrelsen og Danmarks Statistik anvender til videre analyser og opgørelser. (Pedersen, 2021)

Der er tre forskellige principper for opgørelse af drivhusgasudledninger i Danmark, hvorfor forskellige opgørelser kan afvige meget fra hinanden. For at opnå en forståelse af hvordan de forskellige opgørelser beregnes, og hvorfor der kan være en stor afvigelse, vil principperne for opgørelserne kort præsenteres.

- **Territorial-princippet**: Opgørelse af udledning knyttet til forbrug og produktion indenfor Danmarks grænser.
- **Residens-princippet**: Opgørelse hvor danske residenters aktiviteter, uanset hvor i verden de finder sted, medregnes. Udledninger fra udenlandske residenters aktiviteter i Danmark medregnes ikke.
- **Forbrugs-princippet**: Opgørelse der også omtales som 'fodaftryk', hvor danskernes forbrug i andre lande, via import af produkter til Danmark, medregnes i udledningen. Udledninger fra dansk produktion, der eksporteres medregnes ikke. (Pedersen, 2021)

Det er primært territorial- og residens-princippet, der anvendes ved opgørelse og indberetning af Danmarks udledning, i henhold til internationale aftaler og forpligtelser. Uafhængig af hvilket princip som anvendes, kan udledninger fra afbrænding af biomasse enten medtages eller udelades. Forbrugs-princippet er baseret på modelberegninger, hvor der endnu ikke findes internationale aftaler og indberetningsforpligtelser. (Pedersen, 2021)

Beregning af drivhusgasudledninger opgøres ved at gange udledningsfaktorer på aktivitetsniveauet. Dette betyder eksempelvis at CO2 udledningen på et kraftværk beregnes ved at gange det årlige kulforbrug til energiproduktion, med udledningsfaktoren af kul, som angiver mængden af CO2 der udledes ved afbrænding af kul. (Pedersen, 2021)

For at sammenligne forskellige opgørelser, anvendes tal fra 2019, da det er det nyeste år, hvor alle opgørelser er offentliggjort.

5.2.1 UNFCCC-opgørelsen

I Danmarks indberetning til UNFCCC, anvendes en international standard for beregning af drivhusgasudledningerne, som anbefales af FN's Klimapanel (IPCC). Indberetningen til FN opgører emissioner fra dansk territorium, hvor territoral-princippet anvendes. I denne opgørelse indgår ikke CO2 fra afbrænding af biomasse, da disse udledninger medregnes i opgørelser i det land, der producerer biomassen, og ikke det land som afbrænder biomassen. (Pedersen, 2021; Energistyrelsen, 2020)

I indberetningen til FN opgøres udledningen i fem sektorer, som kaldes *common reporting format* (CRF):

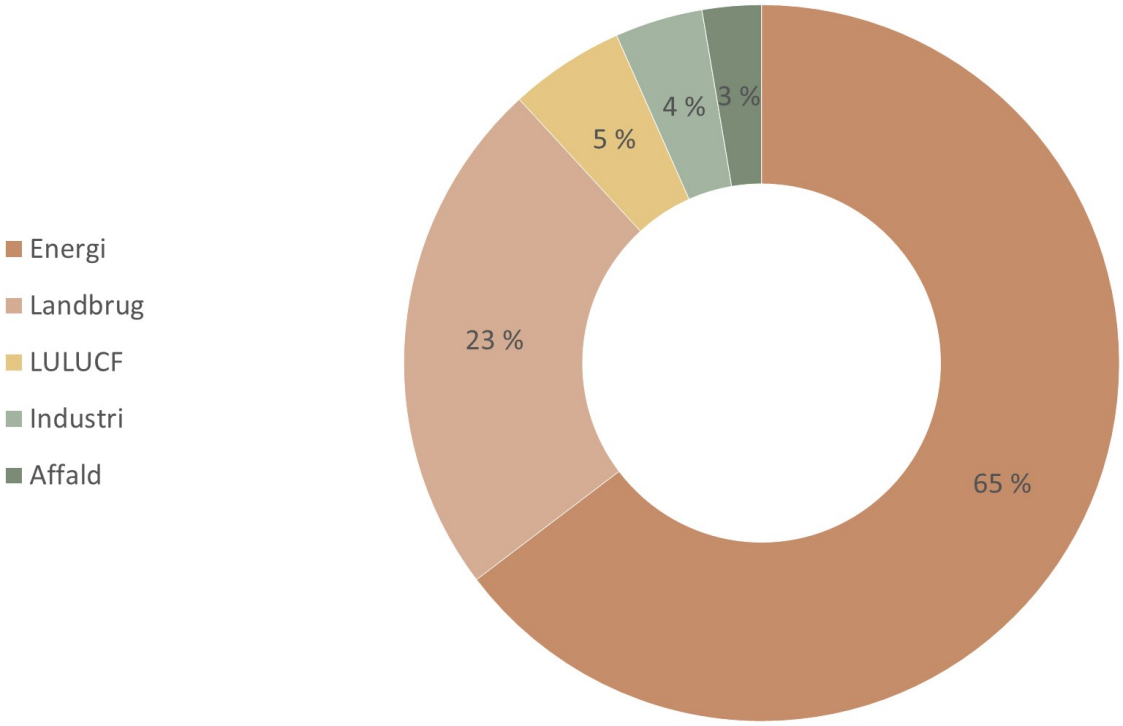
- Energi
- Landbrug
- LULUCF
- Industrielle processer og brug af produkter
- Affald

Energisektoren omfatter stationære og mobile kilder, der bruger energi, herunder også transportområdet. Sektoren omfatter også udvinding af brændsler som olie og gas. Udledning fra international transport fra danske skibe, fly og køretøjer i udlandet indgår ikke i opgørelsen, da den kun medregner emissioner fra dansk territorium. (Pedersen, 2021)

Sektoren for industrielle processer og brug af produkter, inkluderer blandt andet cementproduktion, F-gasser og udledning fra husholdninger ved brug af eksempelvis opløsningsmidler. Landbrugssektoren inkluderer blandt andet udledning fra husdyr og anvendelse af gødning. Energiforbruget i landbruget opgøres i energisektoren. Affaldsektoren inkluderer biologisk behandling af affald, spildevand og udledninger fra lossepladser. Affaldsforbrænding med energiudnyttelse opgøres i energisektoren. (Pedersen, 2021)

LULUCF omhandler arealanvendelse, arealændring og skovbrug, og er en beregning af kulstofoptag og udledninger fra jord og skov. Nettoudledningerne fra LULUCF kan give et negativt bidrag, hvis optaget af kulstof er større end udledningerne. Biomasse produceret i Danmark, som også afbrændes her, indgår dermed i denne sektor. (Pedersen, 2021)

Indberetningen til UNFCCC viser at de totale nettoemissionerne, inklusive LULUCF i 2019 var 46,7 mio. tons CO2e (European Environment Agency, 2021). Sektorfordelingen i opgørelsen fremgår af figur 5.2.



Figur 5.2: Sektorfordeling i opgørelsen til UNFCCC for 2019. *Modificeret* (European Environment Agency, 2021)

Det fremkommer af figur 5.2 at energisektoren er har den største udledning med 65 %. Landbrugssektoren er den næststørste sektor med 23 %. LULUCF, industri og affald sektorene udgør henholdvis 5 %, 4 % og 3 %.

5.2.2 Energistyrelsens opgørelse

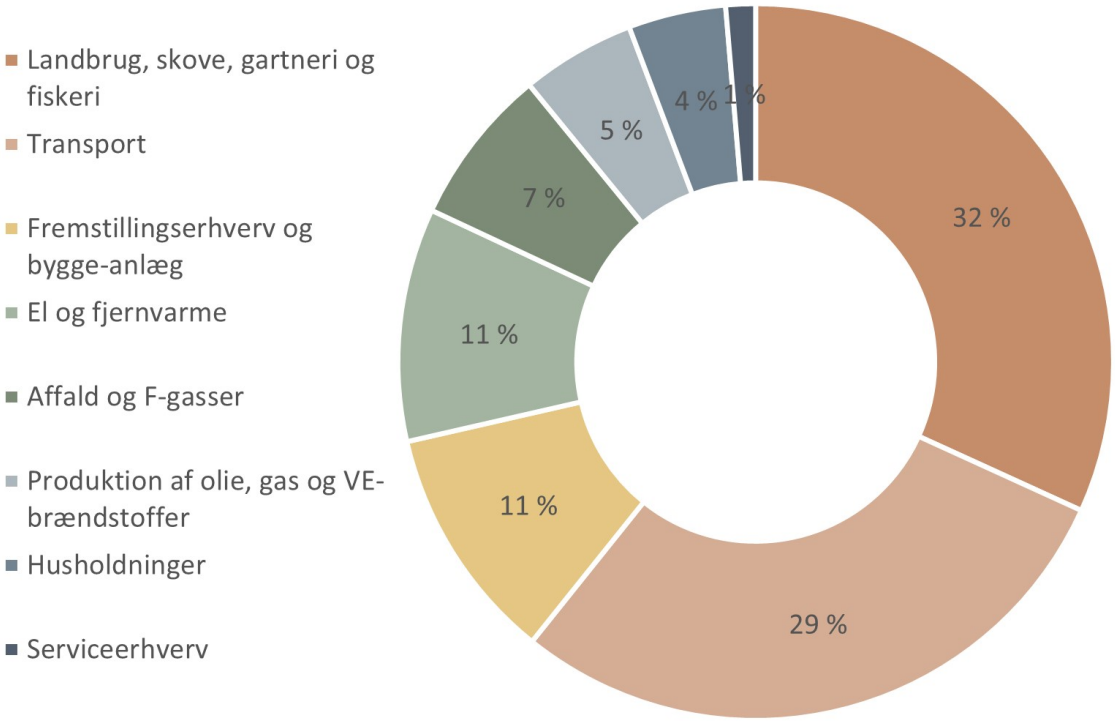
Energistyrelsens opgørelse bygger på territorial-princippet, og CO2 fra afbrænding af biomasse indgår ikke i opgørelsen. Energistyrelsens opgørelse af drivhusgasudledningerne inddeles i ni sektorer: (Energistyrelsen, 2021e)

- El og fjernvarme
- Affald og F-gasser
- Transport
- Husholdninger
- Serviceerhverv
- Fremstillingserhverv og bygge-anlæg
- Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer

- Landbrug, skove, gartneri og fiskeri
- CCS (Carbon Capture and Storage)

Udledningerne fra el og fjernvarme, transport, husholdninger og produktion af olie, gas og VE-brændstoffer er hovedsagelig energirelaterede. Serviceerhverv, samt fremstillingserhverv og bygge-anlægsektoren har både industrielle og energirelaterede udledninger.

Opgørelsen fra Energistyrelsen viser, lig indberetningen til UNFCCC, at de totale drivhusgasudledningerne i 2019 var 46,7 mio. tons CO2e (Energistyrelsen, 2021e). På trods af at Energistyrelsen opgørelse viser samme total som UNFCCC-opgørelsen, fordeler sektorernes udledning sig anderledes. Udledningernes fordeling fremgår af figur 5.3.



Figur 5.3: Sektorfordeling i Energistyrelsens opgørelse for 2019. *Modificeret* (Energistyrelsen, 2021d)

Som det fremgår af figur 5.3 udleder landbrug- og transportsektoren mere end 50 % af Danmarks samlede udledninger. Fremstillingserhverv og bygge-anlægsektoren er sammen med el- og fjernvarme den tredje største udledningspost med 11 %.

5.2.3 Danmarks Statistiks opgørelse

I opgørelsen af de samlede drivhusgasudledninger fra Danmarks Statistik indgår alle emissioner fra dansk økonomi, som også kaldes det grønne nationalregnskab. Opgørelsen benytter residensprincippet, hvor danske residenters aktiviteter, uanset hvor i verden de finder sted, indgår. I dette indgår emissioner i udlandet og andre forskelle i emissioner fra transport og grænsehandel. Opgørelsen fra Danmarks Statistik adskiller sig fra Energistyrelsens og FN's opgørelse ved at CO2-udledninger og -optagelser fra LULUCF ikke indgår. Videre har Danmarks Statistik en anden inddeling af sektorer og brancher end opgørelserne fra FN og Energistyrelsen, med i alt 117 brancheopdelinger.

Endvidere findes opgørelsen både inklusive og eksklusive CO2-udledning fra afbrænding af biomasse. Tabel 5.2 viser forskellige principper af opgørelser af drivhusgasser i 2019.

Tabel 5.2: Forskellige opgørelser af udledning af drivhusgasser i Danmark i 2019 (i CO2e). *Modificeret.* (Danmarks Statistik, 2020b)

2019	Drivhusgasser i alt, inkl. CO2 fra afbrænding af biomasse [1.000 ton]	Drivhusgasser i alt, ekskl. CO2 fra afbrænding af biomasse [1.000 ton]
Emissioner fra dansk økonomi (Grønt nationalregnskab) (1)	**101.346**	82.894
Emissioner i udlandet (international transport) (2)	37.895	37.895
Andre forskelle i emissioner fra transport og grænsehandel (3)	758	758
Emissioner fra dansk territorium (UNFCCC/UNECE-opgørelsen) (4=(1)-(2)-(3))	62.692	44.240
Arealanvendelse og skovbrug (LULUCF) (5)	2.412	2.412
Emissioner fra dansk territorium inklusive LULUCF (6=(4)+(5))	65.105	**46.653**

Som det fremgår af tabel 5.2 udgør CO2 fra afbrænding af biomasse, 18,5 mio. tons CO2e i emissioner fra dansk økonomi. Emissioner i udlandet og andre forskelle i emissioner fra transport og grænsehandel, udgør 38,7 mio. tons CO2e. Disse, samt CO2 fra afbrænding af biomasse udgør dermed en betydelig andel af opgørelsen fra Danmarks Statistik, som ikke indgår i Energistyrelsen og FN's opgørelse. (Danmarks Statistik, 2020b; Pedersen, 2021)

I tabel 5.2, fremgår også 46,7 mio. tons CO2e, markeret med fed tekst, som er den samme total som opgørelserne fra Energistyrelsen og UNFCCC.

5.2.4 Sammenligning af opgørelser

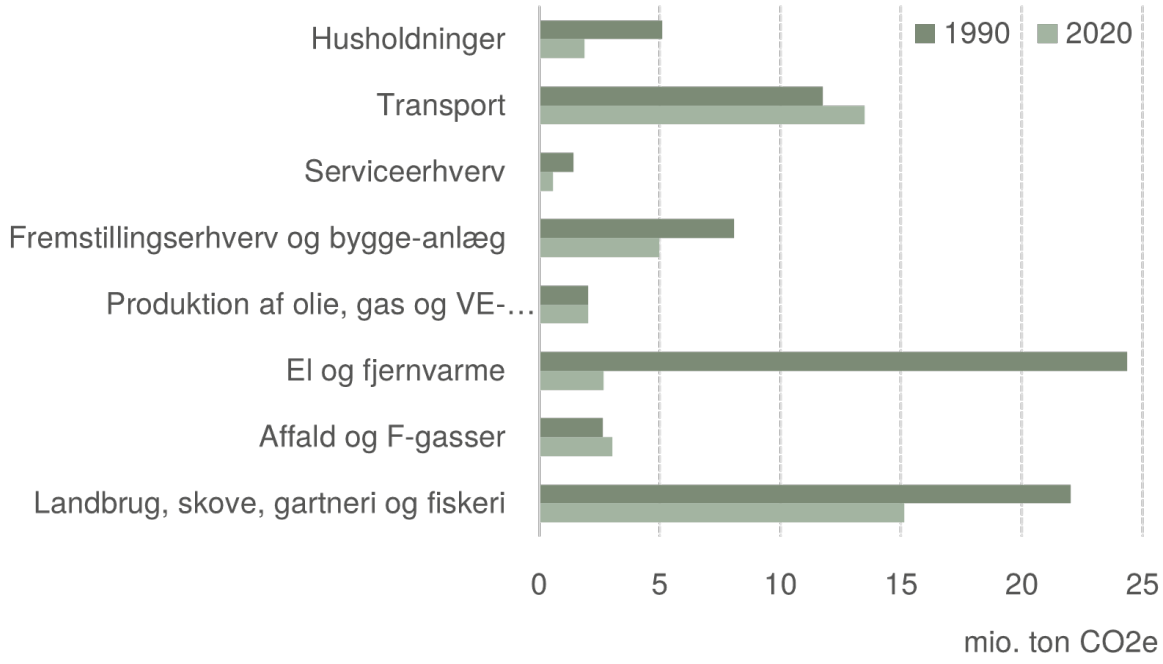
Energistyrelsens og FN's opgørelser viser at de samlede drivhusgasudledningerne i 2019, inklusive LULUCF var 46,7 mio tons CO2e (Energistyrelsen, 2021e; European Environment Agency, 2021). Danmarks Statistiks opgørelse fra 2019 viser til sammenligning, at den totale drivhusgasudledning, inklusive CO2 fra afbrænding af biomasse, var 101,3 mio tons CO2e (Danmarks Statistik, 2020a). Opgørelsen fra Danmarks Statistik viser mere end en fordobling af drivhusgasudledningen, sammenlignet med Energistyrelsens opgørelse.

Ved præsentationen af de forskelige opgørelser af drivhusgasudledning i Danmark, fremgår det at der er forskellige opgørelsesprincipper, hvilket giver anledning til forskelle i opgørelserne. Endvidere har indberetningerne forskellige inddelinger af sektorer og brancher, hvilket påvirker hvordan udledninger kategoriseres og opgøres.

5.3 Historisk udledning

I dette afsnit anvendes Energistyrelsens nyeste opgørelse af Danmarks drivhusgasudledning, "Klimastatus og -fremskrivning 2022", som opgører udledningen i 2020. (Energistyrelsen, 2022b)

På figur 5.4 fremgår udviklingen af udledningerne fra de forskellige sektorer fra 1990 til 2020.

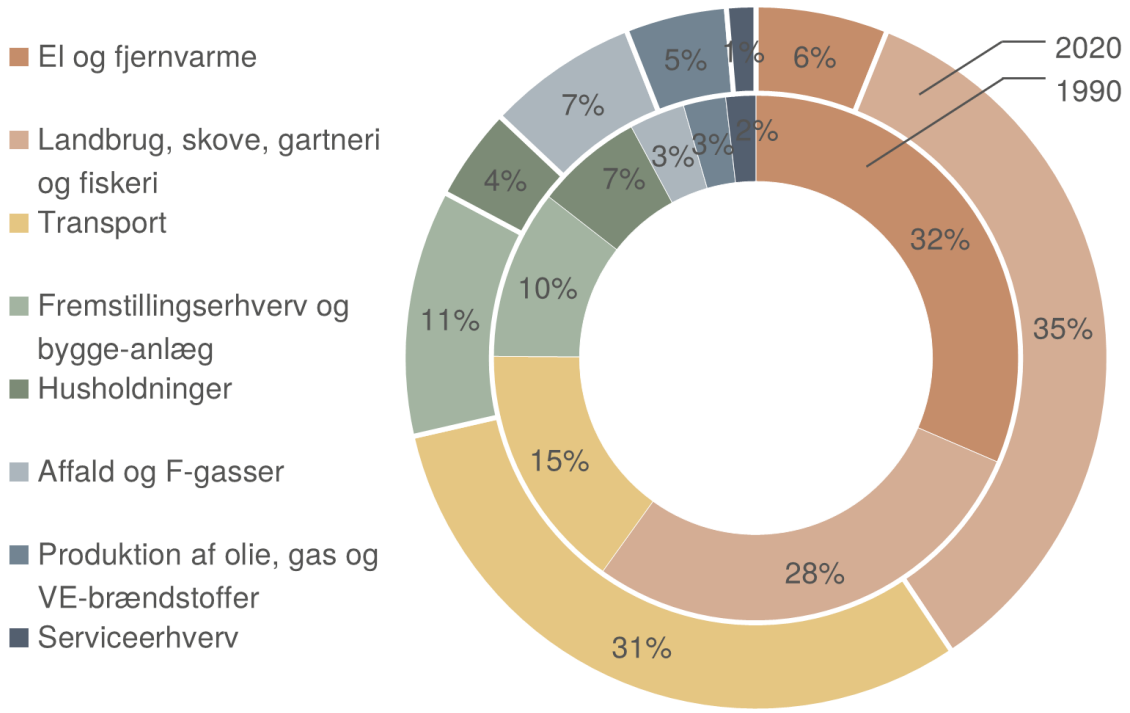


Figur 5.4: Udvikling af de samlede udledninger i forskellige sektorer fra 1990 til 2020. *Modificeret* (Energistyrelsen, 2022a)

Det fremgår af figur 5.4 at der har været en betydelig reduktion i udledningen fra el og fjernvarme. Dette er grundet en stor indsats for at reducere drivhusgasudledningen i denne sektor, blandt andet ved et stort fokus på omstilling til vedvarende energikilder (Energistyrelsen, 2021b). I transportsektoren og sektoren for affald og F-gasser har udledningerne modsat været stigende siden 1990.

På figur 5.5 fremgår den procentvise fordeling af sektorernes udledninger i 1990 og 2020.

Landbrugssektoren er i 2020 sektoren med den største udledning, svarende til 35 %, modsat 28 % i 1990. På trods af den mindre stigning i udledningen i transportsektoren, jævnfor figur 5.4, udgør sektoren i 2020 31 % af den samlede udledning, sammenlignet med 15 % i 1990. Fremstillingserhverv og bygge-anlæg-sektoren har, jævnfor figur 5.4, reduceret udledningen fra 1990 til 2020, men udgør i 2020 en større andel af drivhusgasudledningen end i 1990. Dette er begge grundet at den samlede drivhusgasudledning i Danmark er faldet over de seneste 30 år, hvorfor fordelingen mellem sektorer også er anderledes.



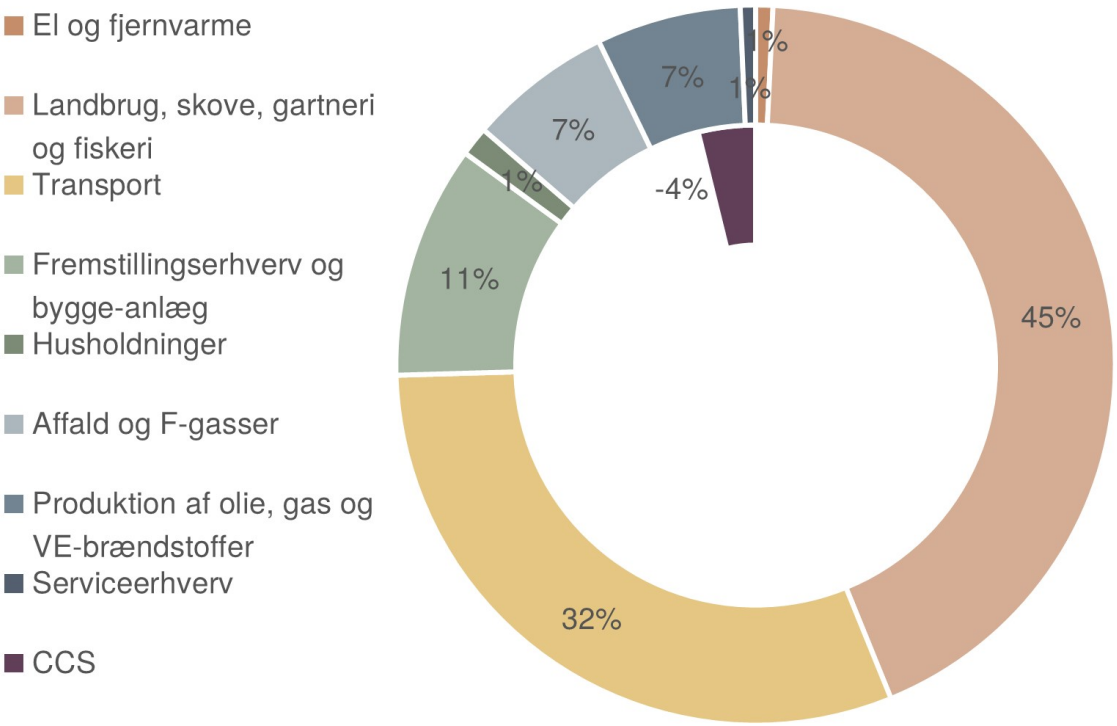
Figur 5.5: Procentvis fordeling af de samlede udledninger i forskellige sektorer fra 1990 til 2020. *Modificeret* (Energistyrelsen, 2022a)

5.4 Fremtidige udledninger

"Klimastatus og -fremskrivning 2022" anslår, at drivhusgasudledningen i 2030 vil være 33,5 mio. tons CO2e med den nuværende politik, svarende til en reduktion på 57 % siden 1990. For at nå Klimalovens målsætning om 70 % reduktion fra 1990-niveauet, skal der yderligere reduceres 10,1 mio tons CO2e, svarende til 13 procentpoints. (Energistyrelsen, 2022b)

Figur 5.6 viser fordelingen af udledninger mellem sektorerne i 2030.

Landbrug, transport, og fremstillingserhverv og bygge-anlæg er de tre sektorer med de største udledninger, som udgør henholdsvis 44 %, 33 % og 10 %. Ligeledes er disse sektorer reduceret i perioden 2020-2030 med henholdsvis 5,4 %, 13,8 % og 28,4 %, modsat eksempelvis el og fjernvarme, der er reduceret med 93,1 % i samme periode (Energistyrelsen, 2022a). Disse tre sektorer udgør tilsammen næsten 90 % af den samlede drivhusgasudledning i 2030, og er derfor essentielle i arbejdet mod at blive klimaneutral i 2050.



Figur 5.6: Sektorernes fordeling af de samlede udledninger i 2030. *Modificeret* (Energistyrelsen, 2022a)

Bæredygtig transport og infrastruktur

6 Bæredygtig transport

7 Bæredygtig infrastruktur

7.1 Udledninger fra infrastruktur

7.2 Potentialer og tiltag for bæredygtig infrastruktur

7.3 Reduktionsmålsætninger inden for infrastruktur

8 Metoder for kvantificering af bæredygtighed

8.1 Livscyklusvurdering, LCA

8.2 LCA-værktøjer

8.3 Certificeringssystemer

8.4 Beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter

6 Bæredygtig transport

Gennemgangen af bæredygtig udvikling i et globalt perspektiv i kapitel 3, giver et overblik over begrebet bæredygtig udvikling. For at skabe en forståelse af bæredygtighed i transport og infrastruktur, vil der først redegøres for bæredygtig transport.

Ved undersøgelse af *bæredygtig transport*, er det tydeligt at litteraturen bruger betegnelserne bæredygtig transport og bæredygtig mobilitet som synonymer. Udtrykkerne kan skelnes ved at *transport* er handlingen med at flytte mennesker eller gods, hvor begrebet dækker over faktiske rejser. *Mobilitet* er evnen til at frit kunne flytte eller blive flyttet, og omfatter dermed faktiske og potentielle rejser. Videre i denne rapporten vil betegnelsen 'bæredygtig transport' anvendes. På samme måde som der ikke eksisterer en universel anerkendt definition af *bæredygtig udvikling*, findes der heller ikke en fast definition af *bæredygtig transport*. I Brundtlandrapporten var *bæredygtig transport* ikke et af fokusområderne. Samtidig bliver transport indirekte nævnt, ved at tre af fire af miljøproblemerne som fremkommer i kapitlet om energiforbrug i Brundtlandrapporten, stammer fra transport. Dette gælder CO2-udledninger, luftforurening samt forsuring af miljø, som følge af fossile brændsler. (WCED, 1987; Høyer, 2000)

I 1992 udkommer Europakommissionens Grønbog om Transportens indvirkning på miljøet - en fællesstrategi om "bæredygtig mobilitet". Grønbogen analyserer og vurderer transportsektorens indvirkning på miljøet og fremlægger en strategi for at reducere transportens miljøskadelige konsekvenser, hvor den samtidig opretholder sin økonomiske og samfundsmæssige rolle. Grønbogen er en af de første politiske publikationer om bæredygtig transport, som var med til at skabe debat omkring emnet. (Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber, 1992; Gudmundsson & Höjer, 1996; Gudmundsson et al., 2015)

Under Riokonferencen i 1992, var bæredygtig transport ikke et stort fokusområde. I Agenda 21, handlingsplanen fra konferencen, bliver transport adresseret i kapitel 7 og 9. Her er der fokus på transportsplanlægning i byerne og emissionerne fra transport. (UN, u.å.a; Gudmundsson et al., 2015)

I 2012, under Rio+20 konferencen bliver det fremhævet, at bæredygtig transport er væsentlig for at opnå en bæredygtig udvikling. I konferencedokumentet "The Future We Want" bliver bæredygtig transport og mobilitet fortolket som følger:

> *We note that transportation and mobility are central to sustainable development. Sustainable transportation can enhance economic growth and improve accessibility. Sustainable transport achieves better integration of the economy while respecting the environment. We recognize the importance of the efficient movement of people and goods and access to environmentally sound, safe and affordable transportation as a means to improve social equity, health, resilience of cities, urban-rural linkages and productivity of rural areas. In this regard, we take into account road safety as part of our efforts to achieve sustainable development.* (UN, 2012, s.35)

Beskrivelsen fra "The Future We Want" er i følge Gudmundsson et al. (2015), FN's Generalforsamlings første definition af *bæredygtig transport*. Fortolkningen af begrebet bygger videre på de tre dimensioner om social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed.

FN's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport præsenterer i rapporten "Mobilizing Sustainable Transport for Development" fra 2016, sin fortolkning på begrebet 'sustainable transport':

> *Sustainable transport is the provision of services and infrastructure for the mobility of people and goods — advancing economic and social development to benefit today's and future generations — in a manner that is safe, affordable, accessible, efficient, and resilient, while minimizing carbon and other emissions and environmental impacts.* (UN, 2016)

FN's fortolkning af begrebet, bygger ligeledes videre på de tre dimensioner om social, miljømæssig og økonomisk bæredygtighed, og indleder med at definere infrastruktur som en del af bæredygtig transport, og ikke blot handlingen ved at flytte mennesker og gods. Dette perspektiv er interessant, da infrastruktur kan forstås at indgå i begrebet, hvilket ikke har været gjort ved tidligere beskrivelser og tolkninger.

I forlængelse af 'Extra Prima' karakteristikker og de fire dimensioner af *bæredygtig udvikling* præsenteret i afsnit 3.4, har Holden et al. (2013) defineret *bæredygtig transport* med fire dimensioner:

1. Impacts of transport activities must not threaten long term ecological sustainability
2. Satisfying basic transport needs
3. Promoting intragenerational transport equity
4. Promoting intergenerational transport equity

I disse fire dimensioner er den sociale og miljømæssige bæredygtighed i fokus. Den miljømæssige dimension findes i det første punkt, ved at virkningerne af transportaktiviteter ikke må true den langsigtede økologiske bæredygtighed. I dette kan udledninger fra transport indgå, men også transportinfrastrukturens påvirkning på natur og miljø, særligt ved nyanlæg hvor landarealer ændres. De sociale dimensioner af bæredygtig udvikling indgår i punkt 2-4, herunder opfyldelse af basale transportbehov, samt at fremme de samme muligheder for transport i og mellem generationerne. Transportinfrastruktur er i denne fortolkning en vigtig del af den bæredygtige transport, og i takt med udviklingen, er det nødvendigt at bygge ny transportinfrastruktur, for at sikre at de sociale dimensioner opfyldes.

Gudmundsson et al. (2015) har samlet det Europæiske råds og Center for Sustainable Transportations (CST) interpretationer af *bæredygtig transport* i tabelform, hvilket fremgår af tabel 6.1. Tabellen anvender de tre dimensioner af bæredygtighed. Endvidere er der listet en række hovedemner under dimensionerne.

Tabel 6.1: Komponenter i en omfattende definition af bæredygtig transport. (Gudmundsson et al., 2015)

Dimension	Topic	A sustainable transport system...
Environment	Health and Environmental Damage	Minimizes activities that cause serious public health concerns and damage to the environment
	Noise	Minimizes the production of noise
	Land Use	Minimizes the use of land
	Emissions and Waste	Limits emissions and waste to levels within the planet's ability to absorb them and does not aggravate adverse global phenomena including climate change, stratospheric ozone depletion, and the spread of persistent organic pollutants
	Renewable Resources	Ensures that renewable resources are managed and used in ways that do not diminish the capacity of ecological systems to continue providing these resources
	Nonrenewable Resources	Ensures that nonrenewable resources are used at or below the rate of development of renewable substitutes
	Energy	Is powered by renewable energy sources
	Recycling	Reuses and recycles its components
Society	Access	Provides access to goods, resources, and services while reducing the need to travel
	Safety	Operates safely and ensures the secure movement of people and goods
	Intragenerational Equity	Promotes equity between societies and groups within the current generation, specifically in relation to concerns for environmental justice
	Intergenerational Equity	Promotes equity between generations
Economy	Affordability	Is affordable
	Efficiency	Operates efficiently to support a competitive economy
	Social Cost	Ensures that users pay the full social and environmental costs for their transportation decisions
	Employment	Provides meaningful and well-paid employment opportunities

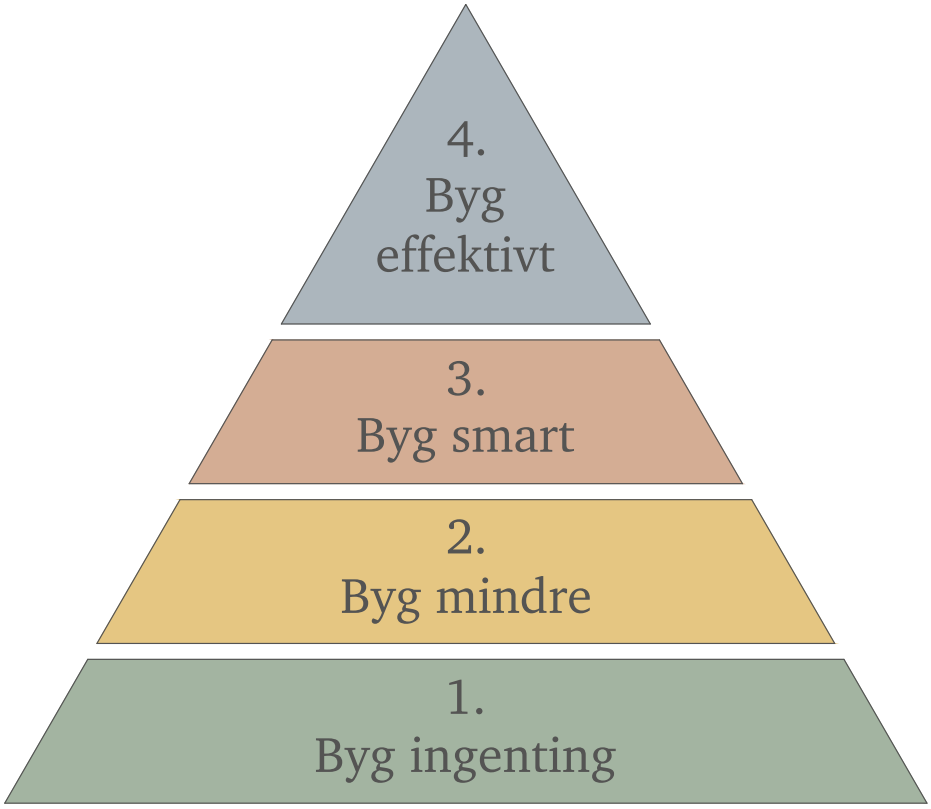
Som der fremgår af tabel 6.1, kendetegner mange komponenter fra tabellen et *bæredygtig transportssystem*, som også har tæt relevans med transportinfrastrukturen, og derved bæredygtighed i infrastruktur og anlæg. I det følgende kapitel, undersøges bæredygtighed i infrastruktur.

7 Bæredygtig infrastruktur

I dette kapitel vil der redegøres for hvordan bæredygtighed forstås i relation til infrastruktur. De seneste år er der i følge Kadefors et al. (2019) kommet en række initiativer verden over, for at forbedre bæredygtighed i infrastruktur, samt reducere klimabelastningen ved anlæg af nye projekter.

I følge Nye Veier & Zero (2020) er de mest klimavenlige veje, dem som ikke bygges. Samtidig er bæredygtig infrastruktur, tæt forbundet med bæredygtig transport, hvor infrastruktur har til formål at muliggøre bæredygtig transport og mobilitet. At undlade at bygge ny infrastruktur, vil ofte opfylde en miljømæssig bæredygtighed, men vil ikke være socialt- og økonomisk bæredygtigt.

Kadefors et al. (2019) præsenterer et reduktionshierarki for drivhusgasudledninger fra infrastruktur, der kan inddeles i fire trin, som det fremgår af figur 7.1.



Figur 7.1: Pyramide for reduktionshierarkiet af drivhusgasudledninger.

Det første trin i pyramiden med størst potentiale for reduktion af emissioner forbundet med infrastruktur er, at ikke bygge noget. Fremfor at bygge, kan det være relevant at evaluere behovet for projektet og udforske alternative løsninger. Andet trin omhandler at bygge mindre. Her er det relevant at evaluere potentialer for genbrug og renovering af eksisterende infrastruktur, for at reducere omfanget af nyanlæg. Det tredje trin omfatter at bygge smart, ved at overveje brug af lavemissionsløsninger i teknologi, materialer og produkter, for at minimere ressourcebrug og drivhusgasudledning under anlægs-, drifts- og brugsfasen. Det sidste trin er at bygge effektivitet, ved at anvende teknikker, som reducerer ressourcebrug og drivhusgasudledning under anlæg og drift. (Kadefors et al., 2019)

7.1 Udledninger fra infrastruktur

Der er den seneste tid kommet et stort fokus på drivhusgasudledningerne fra infrastruktur, både ved anlæg af ny infrastruktur, samt drift og vedligehold af eksisterende infrastruktur. Udledningerne stammer blandt andet stammer fra udvinding af råmaterialer, anlægsmaskiner og massetransport, men også i form af arealændringer.

I dette afsnit vil der redegøres for udledningerne fra infrastruktur i Danmark, som vil sammenlignes med tal fra Norge og Sverige. Til sidst vil forskellen mellem direkte og indirekte udledninger fra infrastruktur præsenteres.

7.1.1 Udledninger fra infrastruktur i Danmark

I følge Regeringens klimapartnerskaber (2021) kommer omkring 10 % af den samlede CO2-udledning i Danmark fra bygge- og anlægsbranchen, samt produktion af byggematerialer. Endvidere stammer omkring 35 % af alt affald fra bygge- og anlægsbranchen.

Som præsenteret i afsnit 5.2 på side 40 viser Energistyrelsens opgørelse at fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren, hvor anlæg som infrastruktur indgår, udgør 11 % af drivhusgasudledningen i Danmark. Det er den tredje største udledningspost svarende til 5 mio. tons. CO2e årligt.

Til sammenligning viser Danmarks Statistiks opgørelse af drivhusgasudledninger, at udledningerne fra bygge- og anlægsbranchen er 1,6 mio tons CO2e, svarende til omkring 2 % af den årlige udledning (Danmarks Statistik, 2020a). Med udgangspunkt i Danmarks Statistiks opgørelse er drivhusgasudledninger fra bygge- og anlægsbranchen inddelt i fire kategorier, hvilket fremgår af tabel 7.1.

Tabel 7.1: Drivhusgasser fra bygge- og anlægsbranchen i 2019, ekskl. CO2 fra afbrænding af biomasse. *Modificeret.* (Danmarks Statistik, 2020a)

Branche	**[1.000 tons CO2e]**	**[%]**
Bygge og anlæg, herunder:	1.587	
Nybyggeri	531	33
Anlægsvirksomhed	344	22
Professionel reparation og vedligeholdelse af bygninger	712	45
Gør-det-selv reparation og vedligeholdelse af boliger	0	0

Udledninger fra anlægsvirksomheder opgøres til 344.000 tons CO2e, svarende til 22 % af bygge- og anlægsbranchens årlige udledning. I opgørelsen fra Danmarks Statistik, som har 117 brancheinddelinger, opgøres mange aktiviteter, der er relevante for infrastruktur, separat. Eksempelvis udgør råstofindvinding af grus og sten 115.000 tons CO2e, betonindustri 2.761.000 tons CO2e og metalvareindustri 134.000 tons CO2e (Danmarks Statistik, 2020a). Yderligere opgøres også transportbranchen separat (Energistyrelsen, 2021a). Det er ikke muligt at opgøre, hvor stor andel af disse udledninger, der kan relateres tilbage til infrastruktur.

Som forklaret i afsnit 5.2 anvender de forskellige danske opgørelser forskellige opgørelsesprincipper og inddelinger af sektorer og brancher. Energistyrelsen opgør bygge- og anlægssektoren sammen med fremstillingserhverv i "fremstillingserhverv og bygge-anlæg", mens Danmarks Statistik opgør bygge og anlæg alene i branchen "bygge og anlæg". Endvidere opgøres industri og råstofindvinding i separate brancher. Ud fra opgørelserne præsenteret ovenfor er det udfordrende at kortlægge drivhusgasudledningen fra infrastruktur i Danmark.

7.1.2 Udledninger fra infrastruktur i Norge og Sverige

Kilder fra Sverige og Norge anvendes herunder til at undersøge udledninger fra infrastruktur i Danmark, samt præsentere hvilken andel af udledningerne, der stammer fra nyanlæg, og drift og vedligehold af eksisterende infrastruktur.

I Norge opgøres drivhusgasudledninger fra bygge- og anlægssektoren lig med Danmark i en samlet sektor, som udgør 2,2 mio. tons CO2e (Statistisk sentralbyrå, 2021). Til sammenligning, viser opgørelser fra Sverige at bygge- og anlægsbranchen udgør 20 % af landets samlede drivhusgasudledning, med 10 mio. tons CO2e. Omkring 75 % af denne udledning stammer fra byggeri og 25 % fra anlægsvirksomheder (Karlsson, 2020). I følge Krantz (2017) var drivhusgasudledningen i 2014 fra transportinfrastruktur i Sverige omkring 3 mio. tons CO2e, svarende til 30 % af branchens udledning. I følge Liljenström et al. (2019) var den årlige drivhusgasudledningen i Sverige fra infrastruktur 2,8 mio. tons CO2e, hvor vej- og jernbaneinfrastruktur udgjorde mest af denne udledning; henholdsvis 66 % og 23 %. I dette tal indgår nyanlæg, samt drift og vedligehold af eksisterende infrastruktur. De resterende 11 % kommer fra luft- og havneanlæg.

Overstående tal fra Sverige er fra forskellige rapporter, som viser forskellige resultater, hvilket kan begrundes med varierende opgørelsesmetoder og opdeling af brancher. Alligevel kan det antages at infrastrukturens bidrager med en procentandel på omkring 20-30 % af bygge- og anlægsbranchen totale udledning i Sverige. Drivhusgasudledninger fra anlægsvirksomheder udgør i Danmark 22 % af bygge- og anlægsbranchen, jævnfør Danmarks Statistik, hvilket er tilsvarende opgørelser fra Sverige, hvorfor disse vurderes at være retvisende.

7.1.3 Direkte og indirekte udledninger

Ved undersøgelse af udledninger fra infrastruktur, findes der både udledninger fra udvinding og transport af materialer, samt materiel der bruges i anlægsprocessen. Flere kilder skriver at det kan være relevant at opdele drivhusgasudledninger fra infrastruktur i direkte og indirekte udledninger. (Kadefors et al., 2019; Roth et al., 2022; Vignisdóttir et al., 2021; Nye Veier & Zero, 2020) For at opnå en forståelse for hvilke aktiviteter i infrastrukturen, der bidrager til de direkte og indirekte udledninger præsenteres disse.

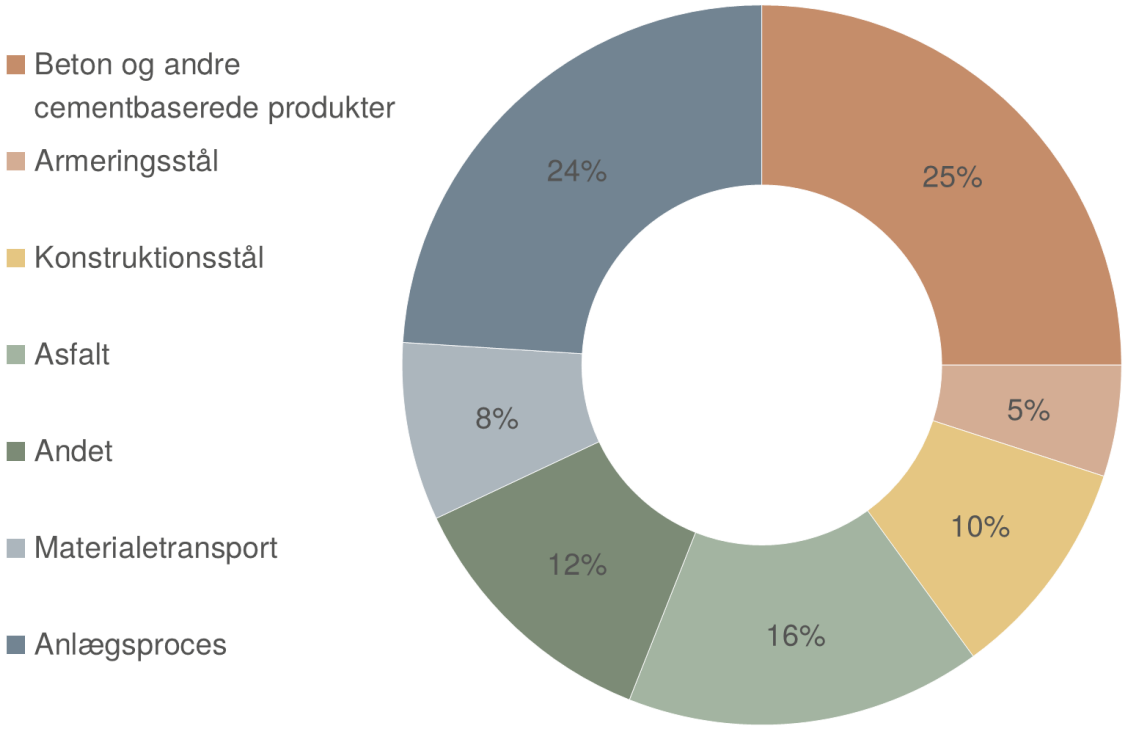
Direkte udledninger i et infrastrukturprojekt er forbundet med udledninger fra et afgrænset geografisk område, eksempelvis anlægspladsen, hvor der afbrændes diesel til maskinel.

Indirekte udledninger i et infrastrukturprojekt vil udgøre udledninger, der ikke forekommer på anlægspladsen. Dette kan eksempelvis være udledninger forbundet med produktion af materialer som beton, herunder råstofudvinding, produktion og transport til anlægspladsen. Materialeproduktion vil ofte udgøre en væsentlig del af de indirekte udledninger i et infrastrukturprojekt. (Vignisdóttir et al., 2021)

I følge Roth et al. (2022) vil udledninger i et infrastrukturprojekt bestå af 25 % direkte og 75 % indirekte udledninger. Derimod skriver Vignisdóttir et al. (2021), at fordelingen af de direkte og indirekte udledningerne, vil variere fra projekt til projekt, afhængig om projektet har en stor grad af direkte udledninger på anlægspladsen, i form af masseflytning og massehåndtering, eller om projektet er mere materialeintensivt i form af store konstruktioner, der øger andelen af indirekte udledninger.

Opgørelser fra Statens Vegvesen (u.å.) i Norge, viser at omkring 2/3 af drivhusgasudledningen i deres projekter er indirekte udledninger, som stammer fra produktion af materialer som stål, beton og asfalt. Omkring 1/3 er direkte udledninger på anlægspladsen, ved dieselforbrug i anlægsmaskiner, ved transport af materialer og masser. Endvidere estimerer Skanska (2021) at 4-5 % af udledningerne fra transportsektoren i Norge stammer fra bygge- og anlægsbranchen.

Estimater fra Karlsson et al. (2020) viser at udledninger fra nyanlæg af transportinfrastruktur i Sverige udgør 1,9 mio. tons CO2e per år. Fordelingen af disse udledninger er illustreret på figur 7.2.



Figur 7.2: Udledninger fra nyanlæg af transportinfrastruktur i Sverige. *Modificeret.* (Karlsson et al., 2020)

Det fremgår af figuren at materialerne beton, stål og asfalt udgør over halvdelen af de totale udledninger ved nyanlæg af infrastruktur. Endvidere udgør materialetransport 8 %, og anlægsprocesser, hvor brug af fossile brændstoffer er en væsentlig bidragsyder, 24 %.

Opgørelserne fra Norge og Sverige, viser at udvinding og produktion af materialer, som stål, beton og asfalt, samt transport af materialer til anlægspladsen, udgør en betydelig andel af indirekte udledninger fra infrastrukturen, omkring 75 %. Direkte udledninger, som anlægsprocesser ved brug af køretøj og maskiner på anlægspladsen, udgør en mindre andel; omkring 25 % af de totale udledninger.

Der findes ikke officielle opgørelser for hvilke materialer og aktiviteter, som bidrager til udledningen fra anlægsvirksomheder i Danmark. Videre findes der ikke opgørelser, der opgør fordelingen af direkte og indirekte udledninger i infrastruktur.

7.1.4 Udledninger fra drift og vedligehold

Udledninger fra infrastruktur er ikke blot forbundet til udledninger fra anlægsfasen, der er også betydelige udledninger fra drift og vedligehold af infrastrukturen efter udbygning. Dette omhandler blandt andet vinterdrift, belysning og udskiftning af slidlaget. I følge Liljenström et al. (2019) er vedligehold og reinvesteringer i svensk infrastruktur mere klimabelastende end nyanlæg.

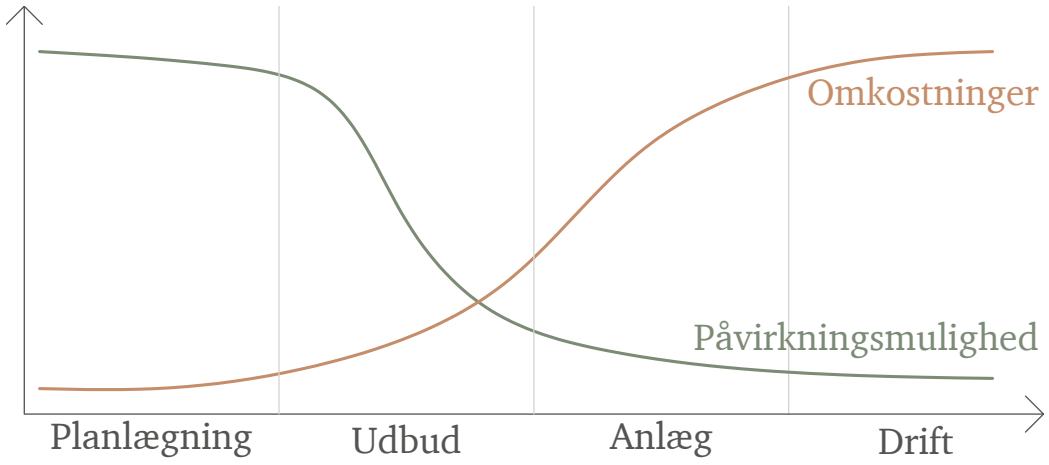
Norske analyser viser at drivhusgasudledninger ved anlæg af nye veje kan opgøres til 21 tons CO2e per køresporkilometer ved 4-sporede veje og 12 tons CO2e per køresporkilometer ved to-sporede veje. Tallene er beregnet på baggrund af det gennemsnitlige antal tunneller, broer og vejstrækninger i normalt tærren, med en beregnet levetid på 40 år. Drivhusgasudledning ved drift og vedligehold af veje er 33 tons CO2e årlig per køresporkilometer, hvoraf i omkring 20 % kommer fra drift og 80 % kommer fra vedligehold. Her differentieres ikke mellem 2- og 4-sporede veje. (Strand et al., 2009)

Drivhusgasudledningerne fra drift og vedligehold er i følge norske og svenske analyser betydelige, og udgør årligt en større andel af udledninger end nyanlæg. Ved sammenligning af antal km nyanlæg, med antal km eksisterende vej, som skal driftes og vedligeholdes, er det naturlig at udledningen fra de eksisterende veje er meget større en udledninger fra nyanlæg.

Ved undersøgelse af bæredygtighed i infrastrukturprojekter, er det dermed væsentligt ikke kun at fokusere på udledninger fra nyanlæg, men at behandle projektet i et livscyklusperspektiv, hvor udledninger fra alle projekts faser, herunder drift og vedligehold, undersøges og vurderes. Endvidere er det relevant at ligestille direkte og indirekte udledninger, da det ved beregning af et infrastrukturprojekts drivhusgasudledning, er væsentligt at undersøge alle udledninger, uanset om de stammer fra Danmark eller fra import af materialer fra udlandet.

7.2 Potentialer og tiltag for bæredygtig infrastruktur

For at opnå en grøn omstilling og bæredygtighed i infrastruktur må dette inddrages tidligt i processen, hvor det også er centralt at undersøge andre elementer end de som er forbundet med drivhusgasudledninger. Figur 7.3, illustrerer forholdet mellem påvirkningsmuligheder og omkostninger ved ændringer, i projektets faser.



Figur 7.3: Sammenhæng mellem påvirkningsmuligheder for løsninger og omkostningerne ved ændringer over projektets faser. *Modificeret.* (Grønn Byggallianse, 2022)

Ved undersøgelse af bæredygtighed i infrastruktur kan dette inddeles i flere faser. I følge Roth et al. (2022) vil potentialet for drivhusgasreduktioner være størst ved samarbejde mellem aktører, samt at der tages højde for det i alle projektets faser. Ved præsentation af potentialer opdeles disse i projektets faser.

7.2.1 Planlægnings- og projekteringsfasen

I planlægnings- og projekteringsfasen findes det største potentiale for at påvirke løsninger i projektet. Dette omhandler blandt andet designoptimering og planlægning af hele projektets livscyklus, herunder drift og vedligehold.

Tidligt i projektet er det især vigtigt at overveje tracé og linjeføringer, da udbygning af ny infrastruktur medfører arealændringer, som kan have stor blandt andet natur, miljø, biodiversitet og vandforhold. Arealændringer af skov eller moser, hvor karbon er lagret, vil medføre drivhusgasudledninger. Videre er det vigtigt at undersøge det eksisterende terræn og optimere linjeføringen med henblik på massebalance, hvor udledningerne fra masseflytning kan reduceres.

Ved bestemmelse af linjeføringen kan længden af nødvendige tunneller og broer påvirkes, mængden og størrelsen heraf har betydning for materialeforbrug og aktiviteter under anlægget.

Endvidere er overvejelser omkring byggemetoder og materialevalg vigtige i planlægning- og projekteringsfasen. Dette kan indebære en vurdering af mulige genbrugsmaterialer, tilgængelighed af materialer nær området, og vurdering af alternative konstruktionsmateriale, som træ eller kompositter. (Vignisdóttir et al., 2021; Nye Veier & Zero, 2020; Kadefors et al., 2019)

7.2.2 Udbudsfasen

I udbudsfasen, har bygherren mulighed for at påvirke bæredygtighed, ved at opstille krav herom i udbuddet. Dette kan blandt andet være til krav til CO2 beregninger ved anvendelse af LCA, minimumskrav til reduktion af drivhusgasudledninger, krav om EDP'er for materialer og produkter, som anvendes i projekter. Endvidere kan der stilles krav til genbrug og affaldshåndtering.

Videre har bygherren mulighed for at gøre bæredygtighed til et tildelingskriterie i udbuddet, ved at tildele det en vægtning. Endvidere er det også muligt at tildele bonus for bæredygtighedstiltag. (Vignisdóttir et al., 2021; Nye Veier & Zero, 2020)

7.2.3 Anlægsfasen

I anlægsfasen er det muligt at reducere udledninger i forbindelse med massetransport og maskinel. Dette kan blandt andet indebære brug af hybrid- og fossilfrie anlægsmaskiner, hvor det er muligt og i det omfang teknologien er tilgængelig. I maskinel, hvor fossilfri- eller hybridteknologi ikke er tilgængelig, kan der benyttes HVO-diesel, som udleder mindre drivhusgasser end traditionel diesel. Det er også relevant at effektivisere tomgangskørsel. (Vignisdóttir et al., 2021; Nye Veier & Zero, 2020)

Endvidere er det væsentligt at genbruge materialer og masser hvor det er muligt, samt at reducere affald og spild på byggepladsen. Ved produktion af materialer med stor drivhusgasudledning, som eksempelvis beton, kan det være muligt at anvende lavemissions alternativer og bruge EPD'er i valg af materialer. Yderligere kan valg af produktionsmetoder under anlæg, herunder on-site eller off-site produktion, have reduktionspotentialer. (Kadefors et al., 2019)

7.2.4 Drifts- og vedligeholdsfasen

Når projektet er færdigbygget og det overgår til drift- og vedligeholdsfasen, er det væsentlig at undersøge cirkulær økonomi. Dette indebærer recirkulering og genbrug af materialer. Endvidere er det relevant at undersøge energireducerende løsninger, som lavenergibelysning.

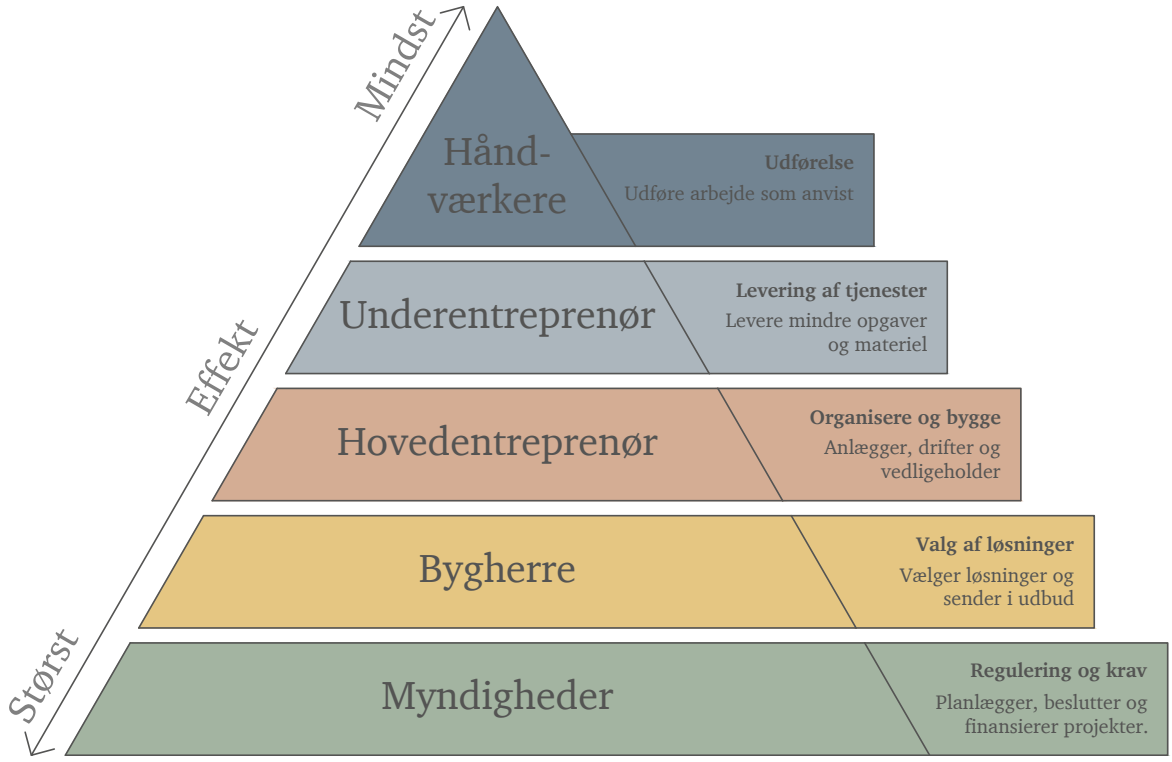
Yderligere er der også et potentiale i optimering af andre driftsopgaver, som vinterdrift og kantrydning. Endvidere bør det anvendte maskinel, være af den bedst tilgængelige teknologi inden for hybrid- og fossilfri.

Ved større vedligeholdelsesopgaver, som udskiftning af slidlag, er det væsentlig at anvende genbrugsmaterialer, samt at bruge en asfalt med lang levetid, som kan øge intervallet for reasfaltering. (Vignisdóttir et al., 2021; Nye Veier & Zero, 2020)

7.2.5 Potentialer i krav fra myndigheder

Roth et al. (2022) skriver, at der i Norge er opnået drivhusgasreduktioner i infrastrukturprojekter på områder, hvor der let kan opnås reduktioner, men at mere udfordrende reduktioner ikke er opnået. Yderligere mener Roth et al. (2022), at der findes et reduktionspotentiale i branchen, men at strammere klimakrav fra myndigheder er væsentlige, for at opnå yderligere reduktion af drivhusgasudledning i infrastrukturprojekter.

Af figur 7.4 fremgår påvirkningspyramiden, som illustrerer forskellige aktørers påvirkningskraft for bæredygtighed i infrastrukturprojekter.



Figur 7.4: Påvirkningspyramide for aktørenes påvirkningsmuligheder for bæredygtig infrastruktur. *Modificeret.* (Vignisdóttir et al., 2021)

I bunden af pyramiden, findes myndighederne, der igennem regulering og krav har størst påvirkningskraft. Det er også som udgangspunkt myndighederne, der planlægger, beslutter og finansierer infrastrukturprojekter. I det næste trin findes bygherrerne, der vælger løsninger som tracè og sender projektet i udbud, hvor de mulighed for at påvirke. Videre i pyramiden er hovedentreprenøren der vinder udbudet, som skal anlægge vejprojektet, eller står for vedligehold eller drift af en eksisterende vej. Dernæst findes underentreprenøren, som skal levere mindre opgaver på projektet eller levere materiel, der anvendes i projektet. Øverst i pyramiden findes håndværkerne, der har mindst påvirkningsmulighed. De skal udføre arbejdet som anvist.

Tabel 7.2 illustrerer hvor potentialet for udledningsreduktioner er størst, hvis der stilles strengere klimakrav i projekterne. Potentialer identificeres på tre niveauer; planlægning og projektering, entreprenørarbejde, og leverandørarbejde. Yderligere inddeles arbejderne op i løsningsvalg, materialevalg, anlægsteknik, fremdrift, ændring af arealanvendelse, samt forskning, innovation og udvikling.

Tabel 7.2: Potentialer for reduktion af udledninger ved klimakrav. *Modificeret.* (Roth et al., 2022)

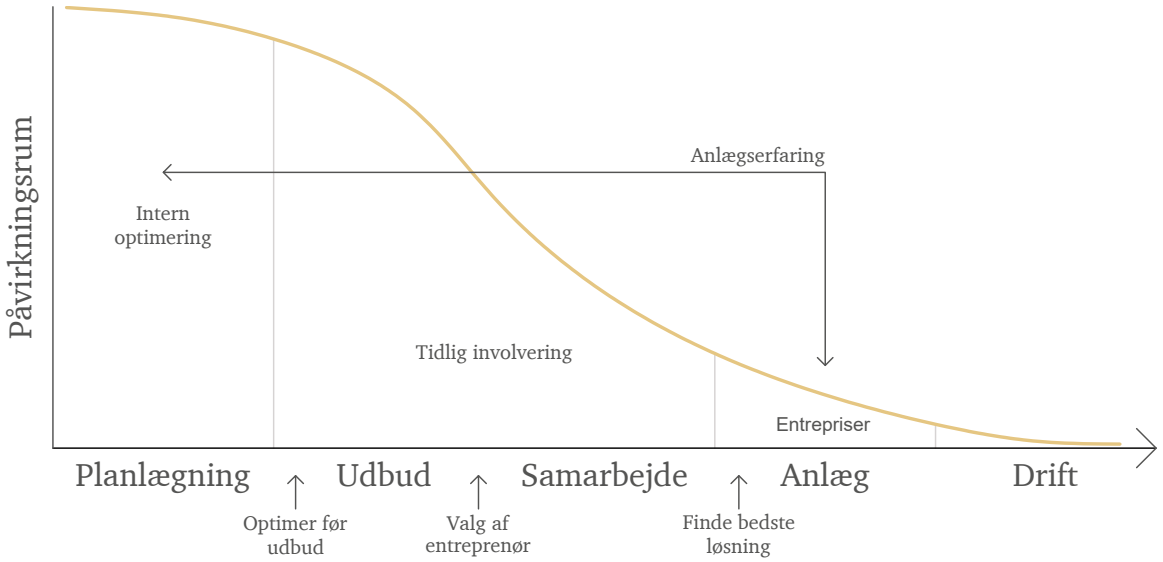
Potentialer for udledningsreduktion	Planlægning og projektering	Entreprenør	Leverandør
Løsningsvalg: Valg af koncept, optimering og genbrug.	++++	++	++
Materialevalg: Udvikling og brug af klimasmarte materialer.	+	++++	++++
Anlægsteknik: Maskiner, arbejdsmetode og logistik.	++	++++	+
Fremdrift: Forskellige løsningers konsekvens for total projekttid.	+++	++++	+
Ændring af arealanvendelse: Permanent og midlertidig ændring af arealanvendelse.	++++	+++	+
Forskning, innovation og udvikling: Materialer, tjenester, samarbejde og kompetance.	++	++	++

Tabellen viser der er størst mulighed for at påvirke løsningvalg og arealanvendelse ved planlægning og projektering. Endvidere vises der at entreprenøren og leverandøren har størst mulighed for at påvirke materialevalget. Ved potentialer i anlægsteknik og fremtid, har entreprenøren størst potential for at påvirke. Arbejdet med forskning, innovation og udvikling er ens for alle.

Ved undersøgelse af potentialer, er det væsentlig at kundesegmentet i infrastruktur hovedsaglig er den offentlige sektor. Dette inkluderer bygherrer inden for vej- og jernbane, som Vejdirektoratet og Banedanmark, samt andre statlige selskaber som Sund & Bælt. Endvidere udgør også kommuner, en stor andel af kundesegmentet. (Kadefors et al., 2019; Roth et al., 2022)

7.2.6 Potentialer i tidlig involvering

Vignisdóttir et al. (2021); Sanchez et al. (2015) nævner tidlig involvering og samarbejde mellem aktører som potentialer. På figur 7.5 illustreres det at påvirkningsmuligheden er størst i projektets tidlige faser, hvor det er vigtigt at inddrage aktører tidligt i processen for at skabe innovative løsninger, samt øge bæredygtigheden af projektet, gennem energi, udledninger og ressourceforbrug.



Figur 7.5: Påvirkningsrum for infrastrukturprojekter. *Modificeret.* (Vignisdóttir et al., 2021)

Roth et al. (2022) pointerer også, at der er vigtig at gennemgå eksisterende håndbøger og reguleringer, med henblik på at etablere funktionsbaserede krav, som i højere grad muliggør for nye innovative og teknologiske løsninger. Endvidere er det væsentlig at kontrakter er dynamiske, det er muligt at drage nytte af innovation i branchen.

7.3 Reduktionsmålsætninger inden for infrastruktur

Kadefors et al. (2019) skriver at der er en igangværende proces at udvikle og implementere reduktionsmålsætninger i infrastrukturprojekter i mange land. Dette kommer blandt andet til udtryk ved at der anvendes værktøjer for at beregne drivhusgasudledningen i infrastrukturprojekter, samt ved overordnede målsætninger for drivhusgasudledninger i projekterne.

Vejdirektoratets nye beregningsværktøj InfraLCA, skal anvendes til at beregne CO2-udledninger fra deres projekter. På sigt, ønsker de at anvende værktøjet til at opstille krav til CO2-reduktion ved planlægning, anlæg samt drift- og vedligehold af infrastrukturprojekter. (Vejdirektoratet, 2022a) InfraLCA præsenteres yderligere i kapitel 8.2.1.

I Sverige og Norge er der et stort fokus på grøn omstilling i infrastruktursektoren, hvilket blandt andet kommer til udtryk ved målsætninger for reduktion af drivhusgasser i infrastrukturprojekter, samt undersøgende rapporter fra relevante myndigheder.

Klimamålsætniger fra norske bygherrer inden for infrastrukturprojekter, fremgår af understående liste:

- **Statens Vegvesen**: skal reducere drivhusgasudledningerne med 50 % i anlægsvirksomhed og 50 % i drift før 2030. (Statens Vegvesen, u.å.)
- **BaneNOR**: skal reducere drivhusgasudledningerne med 40 % i anlægsvirksomhed. (Vignisdóttir et al., 2021)
- **Nye Veier**: skal reducere drivhusgasudledningerne med 40 % i anlægsvirksomhed og 75 % i drift ift. 2016. (Nye Veier & Zero, 2020)

I Sverige er der løbende målsætninger inden for bygge- og anlægssektoren frem mod 2045, som fremgår herunder:

- 2022: aktører i bygge- og anlægssektoren skal have kortlagt udledningerne og fastsat klimamål
- 2025: udledningen af drivhusgasser viser en tydelig mindskende trend
- 2030: 50 % mindskede udledninger af drivhusgasser (ift. 2015)
- 2040: 75 % mindskede udledninger af drivhusgasser (ift. 2015)
- 2045: netto-nul-udledning af drivhusgasser. (Fossilfritt Sverige, 2018)

Der findes fra myndighederne i Norge og Danmark ikke reduktionsmålsætinger inden for infrastruktursektoren, ligesom der er i Sverige. Det store fokus, i arbejdet mod bæredygtig udvikling i infrastruktur, er på reduktion af drivhusgasser.

8 Metoder for kvantificering af bæredygtighed

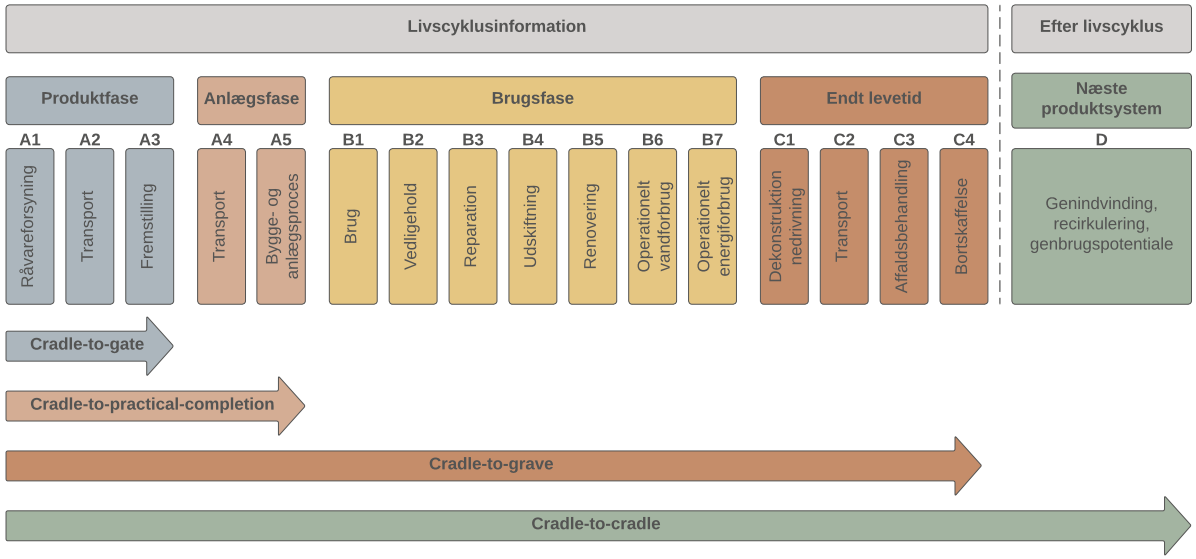
I dette kapitel undersøges forskellige metoder for kvantificering af bæredygtighed i infrastrukturprojekter. Dette omhandler LCA, EPD'er, og bæredygtighedscertificeringer, som blandt andet anvendes i byggeriet, samt i infrastrukturprojekter i Norge og Sverige. Endvidere undersøges beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter, herunder samfundsøkonomiske analyser, samt miljøkonsekvensvurderinger som præsenteres kort.

8.1 Livscyklusvurdering, LCA

Livscyklusvurderinger er en vurderingsmetode for at kortlægge og vurdere miljøpåvirkninger i et produkts livscyklus. LCA er en metode, der kan være med at belyse produkters bæredygtighed, som videre kan være vigtig i en beslutningsproces, hvor bæredygtighed skal vurderes. Ved at vurdere miljøpåvirkningen i et livscyklusperspektiv, sikres det at der ikke opstår utilsigtede miljøpåvirkninger i senere faser. Potentielle miljøpåvirkninger i en LCA kan kategoriseres i forskellige miljøproblemstillinger, som global opvarmning, ozonlagsnedbrydning, forsuring m.v.

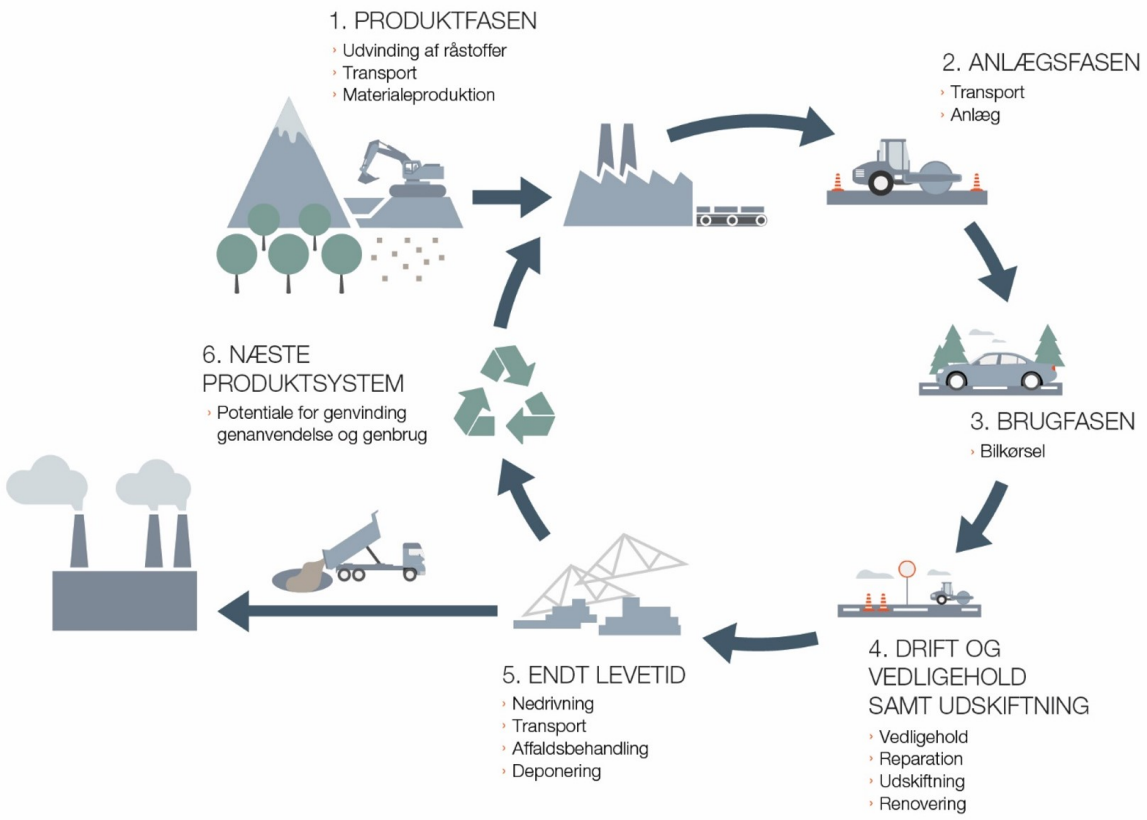
Det findes to internationale standarder for hvordan en LCA skal udarbejdes, ISO 14040 og ISO 14044. ISO 14040 beskriver struktur og principper for en LCA, og ISO 14044 angiver krav og vejledning for en LCA. (Arler et al., 2015)

Livscyklusvurdering kan bruges til at sammenligne produkters miljøbelastning i et livscyklusperspektiv. Opgørelsen af miljøpåvirkningerne inddeles ofte i faser. De forskellige livscyklusfaser og LCA-typer fremgår af figur 8.1.



Figur 8.1: Livscyklusfaser. *Modificeret* (DS, 2019)

Dette er også illusteret for et infrastrukturprojekt på figur 8.2, hvor brugsfasen er opdelt i brug, og drift og vedligehold, samt udskiftning.



Figur 8.2: Livscyklusanalyse for et vejprojekt. (Vejdirektoratet, 2022b)

En LCA skal som udgangspunkt omfatte hele livscyklusen, men i nogle tilfælde er det blot relevant at inddrage udvalgte dele af livscyklusen. En fuldstændig LCA hvor hele livscyklusen inddrages, kan også betegnes som "vugge til grav" (cradle-to-grave). Begrænsede dele af en LCA kan også være "vugge til port" (cradle-to-gate) og "vugge til færdigstillelse" (cradle-to-practical-completion). Hvis fasen efter endt levetid inddrages, omtales den som "vugge til vugge" (cradle-to-cradle), hvor det næste produktsystem indgår.

8.1.1 Miljøvaredeklarationer, EPD

I dette afsnit anvendes kilderne EPD Danmark & BUILD (2021a,b,c) medmindre andet er angivet.

Miljøvaredeklarationer, forkortet EPD'er bruges som datagrundlag for livscyklusvurderinger. Miljøvaredeklarationer baseres på en livscyklusvurdering af produktet, og dokumenterer produktets miljøpåvirkning, energi- og ressourceforbrug, samt affaldsgenerering. Miljøpåvirkninger vil inddeles i faser, som vil være fra produktion, anvendelse og bortskaffelse af produktet, men i fremtidige EPD'er vil der også redegøres for miljøpåvirkninger for genanvendelse og genbrugspotentialet. Forskellige EPD'er kan dermed bruges til at sammenligne forskellige produkters miljøpåvirkning, ressourceforbrug og affaldsgenerering, og dermed sammenligne og vurdere produktets miljømæssige bæredygtighed.

Overordnet findes der to forskellige typer af EPD'er; branche-EPD og produktspesifikke-EPD. Branche-EPD'er, er en gennemsnitlig EPD for en bestemt branche eller en produkttype, som eksempelvis betonelementer. En branche-EPD er dermed et repræsentativ gennemsnit fra branchen, for en specifik produkttype. Produktspecifkke-EPD'er, er udarbejdet for et specifikt

produkt, som eksempelvis en type beton fra en bestemt producent. Produktspecifikke-EPD'er, er som navnet tilsiger, mere specifikt end branche-EPD'er. Det er mest hensigtsmæssig at anvende produktspesifikke-EPD'er ved udførelse af LCA, for at få den mest præcise beregning. Alternativt kan der anvendes generiske data, eller branche-EPD'er. (EPD Danmark & BUILD, 2021b)

Miljøvaredeklarationer for byggevarer udføres efter internationale og europæiske standarder, herunder ISO 14025, ISO 14040 serien og EN 15804. I Danmark er det EPD Danmark som sikrer at danske EPD'er opfylder kravene, der er sat i standarderne. Dette gøres gennem kontrol og uafhængige tredjepartsverifikationer.

De forskellige faser der vurderes i en EPD, er afhængig af hvilken standard som bruges. Endvidere er der også faser, som er frivillige at medtage. Overordnes kan faserne inddeles som figur 8.1 på side 63 viser. Som der fremgår af figuren kan livscyklusen opdeles i flere faser. Dette er produktfasen (A1-A3), anlægsfasen (A4-A5), brugsfasen (B1-B7), endt levetid (C1-C4) og næste produktsystem (D).

Produktionsfase, A1-A3
Produktionsfasen dækker over faserne råstofutvinding (A1), transport til fremstilling (A2) og selve fremstilling hos producenten (A3). Eksempelvis kunne faserne for asfalt til et infrastrukturprojekt indebære udvinding af råstoffer, som stenmateriale og bitumen (A1), transport af materialerne til asfaltværket (A2) og fremstilling af asfalten (A3).

Anlægsfase, A4-A5
Anlægsfasen, også betegnet konstruktionsfasen, omfatter transport til byggepladsen (A4) og bygge- og anlægsprocessen (A5). For asfalt til et infrastrukturprojekt kunne dette indebære transport fra asfaltværket til anlægspladsen (A4) og indbygning af asfalt (A5).

Brugsfase, B1-B7
Brugsfasen er fasen efter anlægget er færdigstillet. Dette indebærer alle aktiviteter i brugfasen som brug (B1), vedligehold (B2), reparation (B3), udskiftning (B4), renovering (B5), energiforbrug (B6) og vandforbrug (B7).

I et infrastrukturprojekt vil dette dække over selve transporten på vejen (B1), drift og vedligehold, som eksempelvis vinterdrift (B2), løbende reparation af vejen, som udfyldning af asfalthuller (B3) og udskiftning af slidlaget (B4). Ved udskiftning af slidlaget, vil det være nødvendig at producere et nyt slidelag, hvorfor fase A1-A5 for det nye slidelag inkluderes, samt affaldsbehandlingen (C3) og eventuelt genanvendelse (D) af det gamle slidelag. Fase B4 inddrages oftere på projektniveau, hvor levetiden til produktet, asfaltslidlaget i dette eksempel, er kortere end vejens samlede levetid, og derfor må udskiftes i projektets levetid. I renoveringsfasen (B5) indgår større renoveringer, eksempelvis renovering af en bro. Denne fase vil ligesom B4 ofte betragtes på projektniveau fremfor produktniveau, hvorfor den på samme måde indeholder faserne A1-A5, C3 og D. Faserne B6 og B7 for energi- og vandforbrug dækker over ressourceforbruget til opretholdelse af vejens funktion, eksempelvis til vejbelysning og vask af skilte.

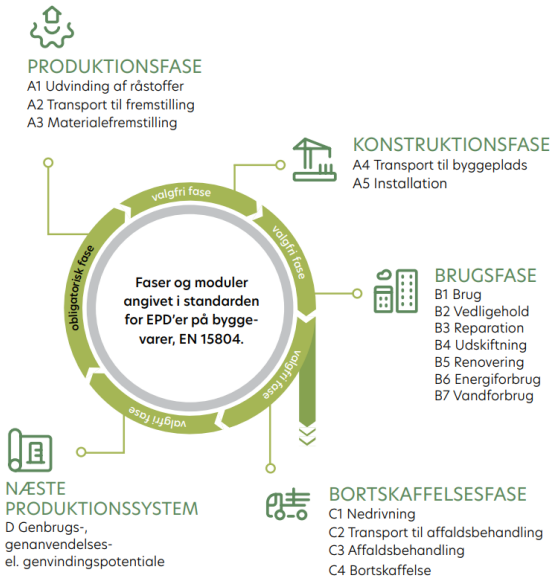
Endt levetid, C1-C4
Efter endt levetid er der fire faser, som dækker nedrivning og dekonstruktion (C1), transport (C2), affaldsbehandling (C3) og bortskaffelse (C4). Infrastrukturprojekter har ofte en lang levetid, men et eksempel kan være nedrivning af en bro. Her vil fasen omkring nedrivning kunne dække over affaldssortering og derefter transport af affaldet fra anlægspladsen til affaldsbehandling med henblik på genbrug, eller bortskaffelse af affald i deponi.

Næste produktsystem, D

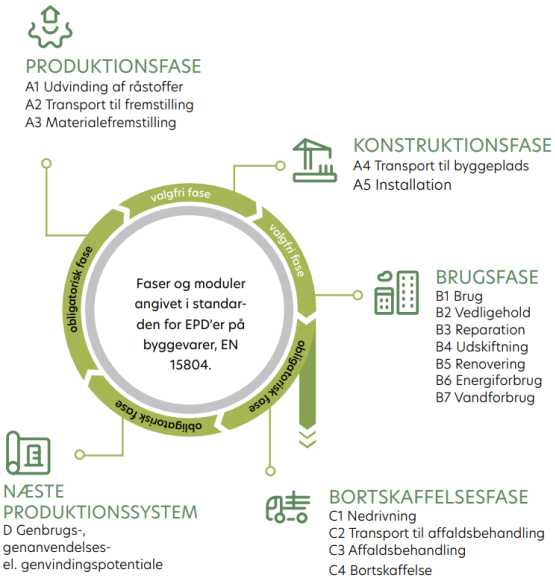
Den sidste fase omhandler næste produktsystem og potentiel genanvendelse, genbrug og genvinding af produkter. Dette kan være genanvendelse af knust asfalt eller beton. Denne fase ligger udenfor produktets livscyklus, da det reelt omhandler et et nyt produkts livscyklus. I fase D er der fokus på cirkulær økonomi og at udnyttelse af byggeri- og anlægsprodukters genbrugspotentiale for at minimere affald.

Krav til faser

Det er variation i hvilke faser som deklareres i en EPD, men der findes standarder for hvilke faser der skal inkluderes. Der i dag to gældende EPD-standarder, da standarden blev revideret i oktober 2019, og der i en overgangsperiode frem til oktober 2022, er muligt at benytte begge versioner af standarden til udformning af nye EPD'er. Den gamle standard kaldes EN 15804+A1:2013 og den nye kaldes EN 15804+A2:2019. Forskellen på de to standarder er, at minimumkravet i den gamle standard har krav om deklaration af fase A1-A3, hvor den nye standard har krav om deklaration af fase A1-A3, C1-C4 og D. Dette er også illustreret på figur 8.3 og 8.4.



Figur 8.3: Gammel standard for EPD, hvor der er krav til A1-A3. (EPD Danmark & BUILD, 2021b)



Figur 8.4: Ny standard for EPD, hvor der er krav til A1-A3, C1-C4 og D. (EPD Danmark & BUILD, 2021b)

Det varierer hvilke faser som deklareres i en EPD og betragtes i en LCA-beregning af et infrastrukturprojekt. Selvom en EPD deklarerer alle faser, er der ikke nødvendigvis hensigtsmæssig at anvende dem alle i en LCA-beregning af et anlægsprojekt. Dette vurderes for hver enkelt projekt, da den skal være anvendelig i de gældende forhold. Eksempelvis vil bortskaffelsesfasen være anderledes i Kina, sammenlignet med Danmark.

8.2 LCA-værktøjer

Der findes forskellige værktøjer til at udføre en LCA-beregning. I Danmark anvendes InfraLCA i infrastrukturprojekter, mens der i byggeriet anvendes LCAbyg.

8.2.1 InfraLCA

InfraLCA er en LCA-model, der i infrastrukturprojekter kan anvendes til at opgøre og analysere udledningen af drivhusgasser og miljøpåvirkningen. Modellen er udviklet af Vejdirektoratet og Banedanmark, i samarbejde med COWI, for at gøre det muligt at beregning udledning af drivhusgasser i specifikke projekter. Formålet med InfraLCA er blandt andet at gøre det muligt at dokumentere CO2-reducerende tiltag i projekter. Dette gøres ved at beregne en baseline for udledning af drivhusgasser i et projekt, og undersøge forskellige tiltags effekt på udledning. Endvidere kan InfraLCA anvendes til at sammenligne forskellige projektalternativ i planlægningsfasen. (Vejdirektoratet, 2022a, 2021)

InfraLCA er en cradle-to-practical-completion model, hvilket betyder at beregningen medtager produkt- og anlægsfasen (A1-A5), som illustreret på figur 8.1 på side 63. Endvidere medregnes udskiftning (B4) i brugsfasen. Dette betyder at drivhusgasudledning og miljøpåvirkning i størstedelen af brugsfasen, samt endt levetid ikke er med i beregningen. (Vejdirektoratet, 2022a; DS, 2019)

Beregninger i InfraLCA laves principielt ud fra materialevalg, mængder og EPD'er. Materialer og mængder kan inkluderes enten ved at importere en kompatibel tilbudsliste eller ved manuel indskrivning. Indtil videre er det kun Vejdirektoratets tilbudslister, som er kompatible til import. EPD'er indeholder emissionfaktorer, som blandt andet inkluderer emissioner fra Produkt- og Anlægsfasen, samt eventuelt Udskiftning (B4), hvis beregningsperioden overstiger levetiden af materialet. Der findes i InfraLCA en række branche-EPD'er, der er tilsvarende et repræsentativt gennemsnit fra branchen, for den specifikke produkttype. I InfraLCA bestemmes også data omkring hvilke maskiner, som anvendes til hvert produkt i bygge- og anlægsprocessen. Det er muligt at ændre måden materialet transporteres på, hvor langt det transporteres og maskinen som anvendes i bygge- og anlægsprocessen. Hvis der anvendes et produkt med en produktspecifik-EPD, er det også muligt at anvende denne i beregningen. InfraLCA er i den nuværende version et MS Excelark. (Vejdirektoratet, 2021)

8.2.2 LCAbyg

LCAbyg er ligeledes et værktøj, som kan anvendes til at beregne livscyklusvurderinger. Det blev lanceret i 2015 og er udviklet af BUILD, Aalborg Universitet med økonomisk støtte fra Bolig- og Planstyrelsen. LCAbyg kan anvendes til at lave LCA-beregninger på bygninger, til sammenligning af projekter eller med målet at opnå en bæredygtighedscertificering. (LCAbyg, u.å.a,u; Jørgensen et al., 2021)

LCAbyg anvender grundlæggende samme beregningsmetode som InfraLCA, og understøtter faserne A1-A5, B4, B6, C3-C4 og D. Der findes i LCAbyg et database med et generisk datasæt (GenDK), hvilket indeholder forskellige generiske konstruktionselementer. I LCAbyg anvendes også usikkerhedsfaktorer afhængig af om der anvendes data fra GenDK, branche-EPD'er eller produktspecifikke-EPD'er; usikkerhedsfaktorerne er henholds 1,3, 1,1 og 1,0. (Jørgensen et al., 2021)

8.3 Certificeringssystemer

Der findes en række vurderings- og certificeringsværktøj for at vurdere bæredygtighed i byggeri- og anlægsprojekter. I Danmark bruges DGNB for bæredygtighedscertificering i byggeriet. Der er endnu ikke blevet brugt et lignende værktøj for certificering af bæredygtighed i

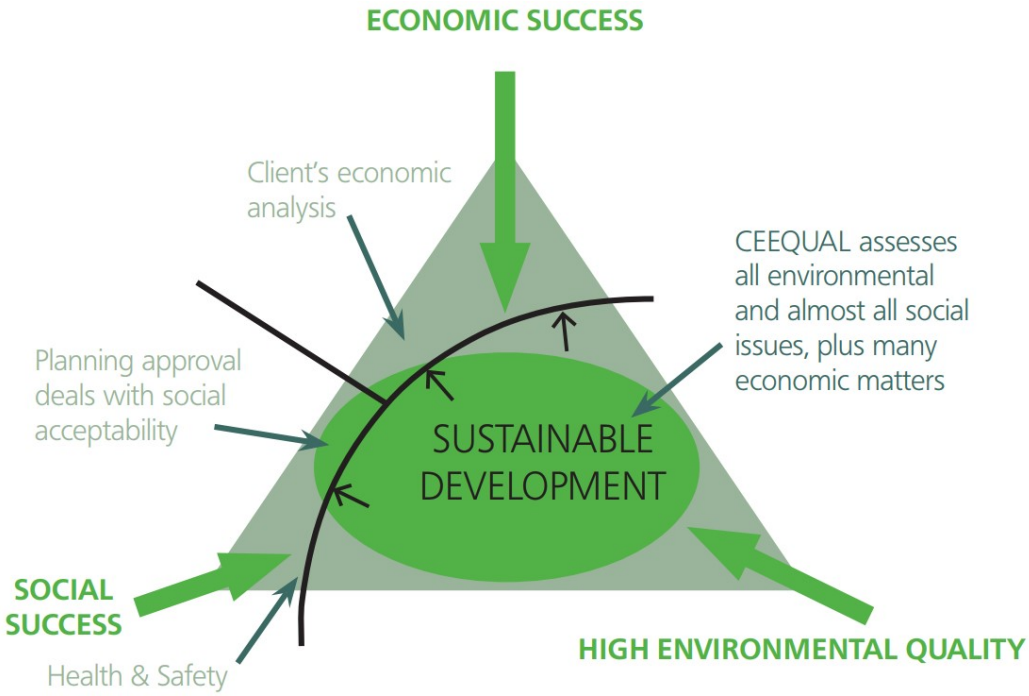
infrastrukturprojekter i Danmark. I Norge og Sverige er CEEQUAL brugt til certificering af en række vejprojekter de seneste år. For at få en indblik i CEEQUAL, vil det kort præsenteres.

8.3.1 CEEQUAL

CEEQUAL står for Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme, og er en metode for vurdering og certificering af bæredygtighed i infrastrukturprojekter, herunder vej-, jernbane- og havneprojekter, men også energi- og vandforsyningsprojekter (BRE Group, 2020). CEEQUAL blev udviklet og lanceret i 2003 af ICE (Institution of Civil Engineers), og blev i 2015 en del af BRE Group (Building Research Establishment), som er en profit-for-purpose organisation. BRE Group har også udarbejdet certificeringsværktøjet BREEAM, der tilsvarende DGNB anvendes i byggeriet. (BRE Group, u.å.b,u)

Den nuværende version af CEEQUAL, version 6.0, udkom i 2019. Overordnet er der to udgaver for CEEQUAL, en for Storbritannien og Irland, samt en international udgave. I den internationale udgave er det muligt at anvende nationale standarder, hvilket i Danmark gør det muligt at anvende Dansk Standard, som dokumentationsgrundlag. Endvidere findes der to former for CEEQUAL, en for projekter og en for drift- og vedligeholdskontrakter. For at give et overblik og en forståelse for, hvad en CEEQUAL-certificering indeholder og hvordan metodikken fungerer, vil CEEQUAL præsenteres med fokus på den projektorienterede form.

Metodikken i CEEQUAL omhandler at adressere bæredygtighedsproblematikken ved infrastrukturprojekter og forbedre projekternes miljømæssige, økonomiske og sociale bæredygtighed. Figur 8.5 viser dækningsområdet af de tre former for bæredygtighed for CEEQUAL, hvor hovedvægten er i den miljømæssige bæredygtighed. På denne måde kan CEEQUAL også knyttes op imod FN's 17 verdensmål for bæredygtig udvikling.



Figur 8.5: Dækningsområde af CEEQUAL og tre-søjle modellen for bæredygtig udvikling. (BRE Group, 2018)

CEEQUAL er opbygget og struktureret i otte temabaserede kategorier med tilhørende emner, kriterier og point. De otte kategorierne er illustreret på figur 8.6.

Figur 8.6: CEEQUALs otte kategorier. (BRE Group, u.å.c)

Der er et forskelligt antal emner i hver kategori og totalt 30 emner i alt. Tabel 8.1 viser kategorier og tilhørende emner, der indgår i CEEQUAL.

Emnerne omhandler alle bæredygtighed udvikling på forskellige måder, inden for tre-søljemodellen, og sikrer at alle dele af modellen behandles. For hvert emne er der en række vurderingskriterier, som giver point. I alt er der 253 kriterier, der samlet kan give 5000 point. Det er ikke alle vurderingskriterier, som er relevante for alle projekter, hvorfor det er muligt at fravælge irrelevante kriterier i et projekt, hvilket kaldes at scope ud. Vurderingskriterierne er med at beskrive og vurdere, hvordan og i hvor høj grad emnerne opfyldes. Hvert kriterium har et maksimalt antal point, og ved brug af dokumentation gives point, ud fra i hvor høj grad kriteriet er opfyldt.

Tabel 8.1: Kategorier og tilhørende emner som vurderes i CEEQUAL version 6. *Modificeret.* (BRE Group, 2020; Grønn Byggallianse, 2022)

Kategori	Emner
1 Ledelse	1.1 Bæredygtighedsledelse 1.2 Miljøstyring 1.3 Ansvar og byggeledelse 1.4 Styring af ansatte underentreprenører 1.5 Totaløkonomi (LCC)
2 Modstandsdygtighed	2.1 Risikoanalyse og -tiltag 2.2 Oversvømmelse og afstrømning af overfladevand 2.3 Fremtidig behov
3 Samfund og interessenter	3.1 Konsultation og engagement 3.2 Samfundsnytte 3.3 Økonomisk nytte
4 Arealbrug og økologi	4.1 Arealbrug og værdi 4.2 Jordforurening og rehabilitering 4.3 Beskyttelse af biodiversitet 4.4 Ændring og forbedring af biodiversitet 4.5 Langsigtet ledelse af biodiversitet
5 Landskab og historisk kulturmiljø	5.1 Landskab og visuel påvirkning 5.2 Kulturarv
6 Forurening	6.1 Vandforurening 6.2 Luft-, støj- og lysforurening
7 Ressourcer	7.1 Strategi for ressourceeffektivitet 7.2 Reduktion af karbonudledninger (LCA) 7.3 Miljøpåvirkning af byggematerialer 7.4 Genbrug af byggematerialer 7.5 Ansvarlig indkøb af byggematerialer 7.6 Håndtering af byggeaffald 7.7 Energiforbrug 7.8 Vandforbrug
8 Transport	8.1 Transportnetværk 8.2 Byggelogistik

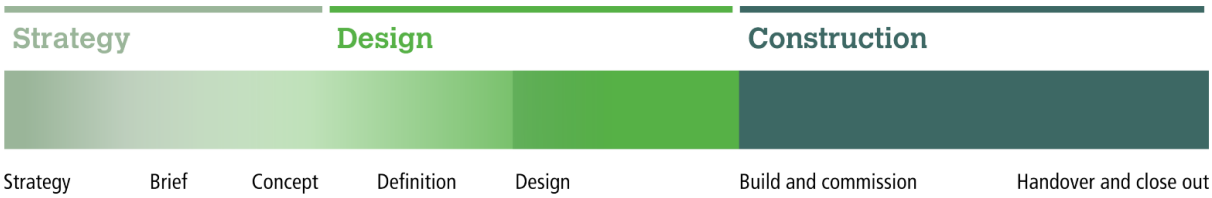
Eksempelvis findes der ved vurdering af emne "6.1 Vandforurening"i alt otte vurderingskriterer i emnet og totalt 172 points. Vurderingskriterierne og pointfordelingen i dette emne fremgår af tabel 8.2, hvor point fordeles på de tre forskellige projektfaser.

Tabel 8.2: Vurderingskriterier og pointfordeling i emne 6.1 Vandforurening. *Modificeret*. (BRE Group, 2020)

Vurderingskriterie	Strategy	Design	Construction
6.1.1 Konsultation med tilsynsmyndigheder	6	6	6
6.1.2 Forebyggelse af forurening i driftsfasen		14	
6.1.3 Kontrol af påvirkningen af vandmiljøet fra det afsluttede projekt		22	22
6.1.4 Langsigtet overvågning af påvirkninger i vandmiljøet			18
6.1.5 Kontrol af påvirkninger på vandmiljøet under anlægsfasen			29
6.1.6 Forebygge forurening under anlægsfasen			20
6.1.7 Beskyttelse af eksisterende vandelementer under anlægsfasen			9
6.1.8 Overvågning af vandkvaliteten under anlægsfasen			20

Som der fremgår af tabel 8.2 er nogle af vurderingskriterierne kun mulig i en projektsfaser, som eksempelvis vurderingskriterie 6.1.2 Forebyggelse af forurening af driftsfasen, der kun kan vurderes i designfasen. Endvidere er der vurderingskriterier, eksempelvis 6.1.1 Konsultation med tilsynsmyndigheder, som kan vurderes i alle projektets faser.

Det er muligt at anvende CEEQUAL i hele eller dele af projektet, hvor figur 8.7 viser de tre projektfaser i CEEQUAL.



Figur 8.7: Projektfaser i CEEQUAL. (BRE Group, 2020)

Projektfaserne på figur 8.7 kan i dansk sammenhæng oversættes til idè- og planlægningfasen, design- og projekteringsfasen, samt udførelsesfasen. Et projekt kan CEEQUAL-certificeres i fem forskellige vurderingstyper, hvor en eller flere af disse projektfaser indgår. Tabel 8.3 viser hvilke projektfaser der indgår i de forskellige vurderingstyper.

Tabel 8.3: Vurderingsfaser og -typer af projekter med CEEQUAL. *Modificeret.* (BRE Group, 2020)

Klassikationstyper	**Projektfaser inkluderet i vurderingstyper**		
	Strategy	Design	Construction
Whole Project	X	X	X
Strategy & design	X	X	
Design Only		X	
Design & Construction		X	X
Construction Only			X

Vurderingstypen 'Whole Project' vil, som illustreret i tabel 8.3, inkludere alle projektfaser fra planlægning til udførelse. Endvidere kan et projekt delvist certificeres i vurderingstyperne 'Strategy & Design', 'Design only', 'Design & Construction' og 'Construction only', som inkluderer en eller to af projekterfaserne.

Branchens aktører vil traditionelt hver udføre en af de tre projektfaser. 'Strategy'-fasen udføres bygherren, 'Design'-fasen af rådgiveren og 'Construction'-fasen af entreprenøren. Vurderingstyperne kan dermed bruges af en eller flere aktører, hvis eksempelvis entreprenøren ønsker at certificere "Construction-fasen, uden at de tidligere projektfaser er certificeret. I projekter ses det også at en aktør er ansvarlig for flere projekterfaser, eller at flere aktører samarbejder om faserne.

I CEEQUAL findes der seks certificeringsniveauer, som fremgår af tabel 8.4. I den nuværende version af CEEQUAL blev der for første gang introduceret et 'Outstanding' niveau.

Tabel 8.4: CEEQUAL ratings og tilhørende total score. *Modificeret.* (BRE Group, 2020)

CEEQUAL rating	**Total score**
Outstanding	$\geq$ 90 %
Excellent	$\geq$ 75 %
Very Good	$\geq$ 60 %
Good	$\geq$ 45 %
Pass	$\geq$ 30 %
Unclassified	$<$ 30 %

Den totale score i tabel 8.4 viser hvor høj pointopnåelse et projekt skal have, for at opnå hver CEEQUAL rating. I den nye 'Outstanding' rating findes der krav for hvilke vurderingskriterier, som kan scopes ud. Dette betyder at der er nogle vurderingskriterer, med tilhørende minimumskrav der skal indgå, hvis det ønskes at opnå en 'Outstanding' rating. Disse krav fremgår af tabel 8.5.

Tabel 8.5: Minimumsstandard for opnåelse af 'Outstanding'. *Modificeret.* (BRE Group, 2020)

Rating level	Assessment issue	Assessment criteria	Minimum standard
Outstanding	2.1 Risk assessment and mitigation	2.1.2 Identifying dependencies (fixed) 2.1.3. Communicating dependencies (fixed)	All credits for 2.1.2 and 2.1.3 achieved (84 credits)
	4.4 Change and enhancement of biodiversity	4.4.1 Change in ecological value	No net loss of ecological value (20 credits)
	7.2 Reducing whole life carbon emissions	7.2.2 Independent third-party certification of carbon management	Carbon management process independently third-party certified til PAS 2080 (9/18/27 credits)
	7.4 Circular use of construction products	7.4.2 Business models for a circular economy - implemented	At least one business model has been implemented (2 credits)

For at opnå en 'Outstanding' rating skal alle tilgængelige point for kriterium 2.1.2 og 2.1.3, totalt 84 point være opnået. Udover dette må der ikke være tab af økologisk værdi (4.4.1), samt at der skal gennemføres en tredjepartsverifikation af drivhusgashåndteringen (7.2.2) og implementeres mindst en model for cirkulær økonomi (7.4.2). Det er også muligt at disse krav udvides, til også at gælde for andre CEEQUAL ratings i de kommende versioner.

For enkelte emner, er der angivet forskellige forudsætninger. Dette betyder at der i nogle emner er enkelte vurderingskriterier, der ikke kan udelades, hvis det ønskes at opnå points i det pågældende emne. Dette er gældende for kategori 4 og 7, hvor forudsætningerne for emnetfremgår af tabel 8.6.

Modsat minimumskravet for opnåelse af 'Outstanding' rating, vil forudsætningerne ikke påvirke den samlede CEEQUAL ratingen, men blot påvirke pointopnåelse i det pågældende emne.

Tabel 8.6: Forudsætninger i CEEQUAL version 6. *Modificeret.* (BRE Group, 2020)

Kategori	Emner	Forudsætninger
4 Arealbrug og økologi	4.3 Beskyttelse af biodiversitet	4.3.1 Undersøgelse af beskyttede arter 4.3.2 Skadelige eller invasive arter
7 Ressourcer	7.5 Ansvarlig indkøb af byggematerialer	7.5.1 Lovligt og bæredygtigt træ
	7.6 Håndtering af byggeaffald	7.6.1 Ansvar og pligter 7.6.2 Tilladelse til affald, der behandles eller anvendes på stedet 7.6.3 Farlig affald

I tabel 8.6 indgår eksempelvis kriterie 7.6.3 Farlig affald som en forudsætning for emne 7.6 Håndtering af byggeaffald. Dette betyder, at det ikke er mulig at udelade håndtering af farligt affald på byggepladsen, og at alle tre kriterier 7.6.1-7.6.3 skal behandles, for at det er muligt at opnå points i emne 7.6.

De otte kategorier i CEEQUAL er vægtet forskelligt, og har derfor forskellige mulige point. Disse vægtninger er væsentlige for vurderingen af bæredygtighed i CEEQUAL, og de nuværende vægtninger og tilhørende mulige point fremgår af tabel 8.7.

Tabel 8.7: Vægtning af kategorier og emner i CEEQUAL version 6. *Modificeret.* (BRE Group, 2020)

Kategori	Vægtning	Mulige point (max.)
1 Ledelse	11 %	550
2 Modstandsdygtighed	12 %	600
3 Samfund og interessenter	11 %	550
4 Arealbrug og økologi	12 %	600
5 Landskab og historisk kulturmiljø	9 %	450
6 Forurening	8 %	400
7 Ressourcer, herunder:		
Materialer, inkludert affald	16 %	800
Energi og karbon (drift)	4 %	200
Energi og karbon (anlægsfase)	5 %	250
Vandforbrug	4 %	200
8 Transport	8 %	400
Totalt	100 %	5000
Innovation		500

Vægtningen af kategorierne i CEEQUAL er som udgangspunkt faste, men det er muligt at tilpasse dem til nationale krav, i samarbejde med BRE Group. Udover de 5000 point fra kategorierne, er det muligt at opnå yderligere 500 point for innovation. Dette er muligt da BRE Group ønsker at støtte op om bæredygtige innovationsløsninger i byggeindustrien, der ikke indgår i vurderingen, og dermed ikke anerkendes i CEEQUALs manualens vurderingspørgsmål og -kriterier.

I en CEEQUAL-certificering, er der to vigtige roller, som er væsentlige i gennemførelsesprocessen, en CEEQUAL-assessor og en CEEQUAL-verifier. En assessor er hovedansvarlig for projektets CEEQUAL-certificering og har gennemført et CEEQUAL-assessor kursus. Assessoren har til ansvar at vurdere projektets opnåelse af de forskellige vurderingskriterier og emner, samt at indsamle og rapportere dokumentation gennem et online-værktøj, som BRE Group drifter og ejer. Assessoren har en vigtig rolle i projektteamet, både til at påvirke at projektet vurderes i de valgte kriterier, samt at sikre at dokumentationen er korrekt og fuldværdig, for at tildele point.

En CEEQUAL-verifier er uafhængig af projektteamet og vil derfor have en rolle som tredjepartskontrol. En verifier bliver udpeget af BRE Group og skal som minimum have erfaring som assessor, i et fuldt CEEQUAL-certificeret projekt. Endvidere skal verifieren gennemføre endnu et kursus, samt en eksamen. Verifierens rolle er at vejlede CEEQUAL-assessoren, samt at verificere og gennemgå vurderingen og dokumentationen fra projektet. Certificeringen af projektet gøres endeligt af BRE Group, som ratificerer projektet, og udsteder et CEEQUAL Award-certifikat.

Certificeringsprocessen i CEEQUAL kan forklares i 10 trin: (BRE Group, u.å.c)

1. Udnævne en CEEQUAL-assessor og ansøge om en vurdering.
2. BRE Group udpeger en relevant CEEQUAL-verifier og projektet kommer på online platformen.
3. Projektets gennemgås af assessor og verifier, som bestemmer hvilke vurderingskriterier der skal scopes ud. Dette rapporteres i systemet.
4. Assessoren gennemgår manualen og indsamler dokumentation og tildeler point som registreres online.
5. Assessoren indsender CEEQUAL vurderingen til verifikation og giver verifier besked om dette.
6. Verifieren gennemgår pointgivning og dokumentationen for at verificere dette i overensstemmelse med CEEQUAL's procedurer.
7. Assessoren har mulighed for at eftersende eventuelt manglende eller utilstrækkelig dokumentation.
8. Verifieren afslutter gennemgangen af projektet og indsender vurderingen med tilhørende kommentarer og point på online platformen for ratificering.
9. Ratificereren fra BRE Group kontrollerer og vurderer dokumentationen.
10. Når projektet er ratificert, vil det udstedes en CEEQUAL Award-certifikat.

Ud fra den totale pointopnåelse, vil projektet tildeles en af de seks CEEQUAL ratings. (BRE Group, u.å.c)

Det er vigtig at understrege at CEEQUAL har fokus på projektgennemførelsen i alle projektets faser, og ikke blot den endelige CEEQUAL rating. I en CEEQUAL-certificering indgår mange emner inden for bæredygtig udvikling. Det er både fokus på natur, miljø og klimaaftrykket, men også økonomiske og sociale dimensioner; hvor der indgår både monetære og ikke-monetære konsekvenser.

CEEQUAL fungerer dermed som et benchmarkingværktøj, der vurderer og analyser i hvor høj grad at bæredygtighed er taget hensyn til i projektet.

8.3.2 DGNB

DGNB er en bæredygtighedscertificering for bygninger og byområder. Forkortelsen står for Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, da certificeringssystemet er udviklet i Tyskland. DGNB blev lanceret i Danmark i 2012 og er tilpasset danske forhold, herunder lovgivning, bygningsreglementet, standarder og byggetraditioner. DGNB vurderer bæredygtigheden i et byggeri eller byområde ud fra seks hovedområder, og inkluderer de tre dimensioner af bæredygtighed.

- Miljømæssig kvalitet - 22,5 %
- Økonomisk kvalitet - 22,5 %
- Social kvalitet - 22,5 %
- Teknisk kvalitet - 15 %
- Proceskvalitet - 12,5 %
- Områdets kvalitet - 5 %

De tre dimensioner af bæredygtig udvikling vægter hver især 22,5 %. DGNB kan anvendes til at certificere bygninger allerede i drift, nye bygninger, renovering af bygninger, samt byområder.

De forskellige certificeringstyper har forskellige manualer, som beskriver hvilke krav de skal opnå. Der kan opnås tre niveauer for DGNB certificering; sølv, guld og platin. Endvidere findes der to tillægsudmærkelser DGNB Hjerte og DGNB Diamand, som henholdsvis omhandler trivsel og indeklima, samt anerkendelse af arkitektonisk kvalitet. Den totale opnåelse i de tre certificeringsniveauer fremgår af tabel 8.8, hvor der også fremgår et minimumskrav til procentopnåelsen i hvert enkelt hovedområderne.

Tabel 8.8: DGNBs certificeringsniveauer. (Green Building Council Denmark, u.å.)

DGNB-Niveau	Total opnåelse	Minimumskrav
DGNB sølv	50 %	35 %
DGNB guld	65 %	50 %
DGNB platin	80 %	65 %

Minimumskravet til hver af hovedområderne, gør at alle områderne må vurderes ud fra en helhed. På denne måde er det ikke muligt at udelukke hensynstagen til et eller flere af hovedområderne. Projekter der skal bæredygtighedscertificeres med DGNB vil få tilknyttet en DGNB-auditor, som har ansvar for certificeringsprocessen, herunder dokumentation. DGNB certificeringen foretages af en tredjepart, hvor dokumentationen gennemgås og godkendes, hvorefter der udstedes et certifikat hvis projektet lever op til niveauet. (Green Building Council Denmark, u.å.)

8.4 Beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter

I Danmark indgår flere elementer i den politiske beslutningsproces i infrastrukturprojekter. Den samfundsøkonomiske analyse udgør en væsentlig del af beslutningsgrundlaget, og bidrager med viden omkring tiltag ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv. Analysen kan også anvendes som et værktøj til at prioritere mellem forskellige tiltag. (Transportministeriet, 2015; Finansministeriet, 2017) En miljøkonsekvensvurdering indgår ligeledes som en vigtig del af beslutningsgrundlaget i den politiske beslutningsproces, og bidrager med viden omkring tiltag, der potentielt har en negativ effekt på sundhed, miljø og levevilkår (Arler et al., 2015).

8.4.1 Samfundsøkonomisk analyse

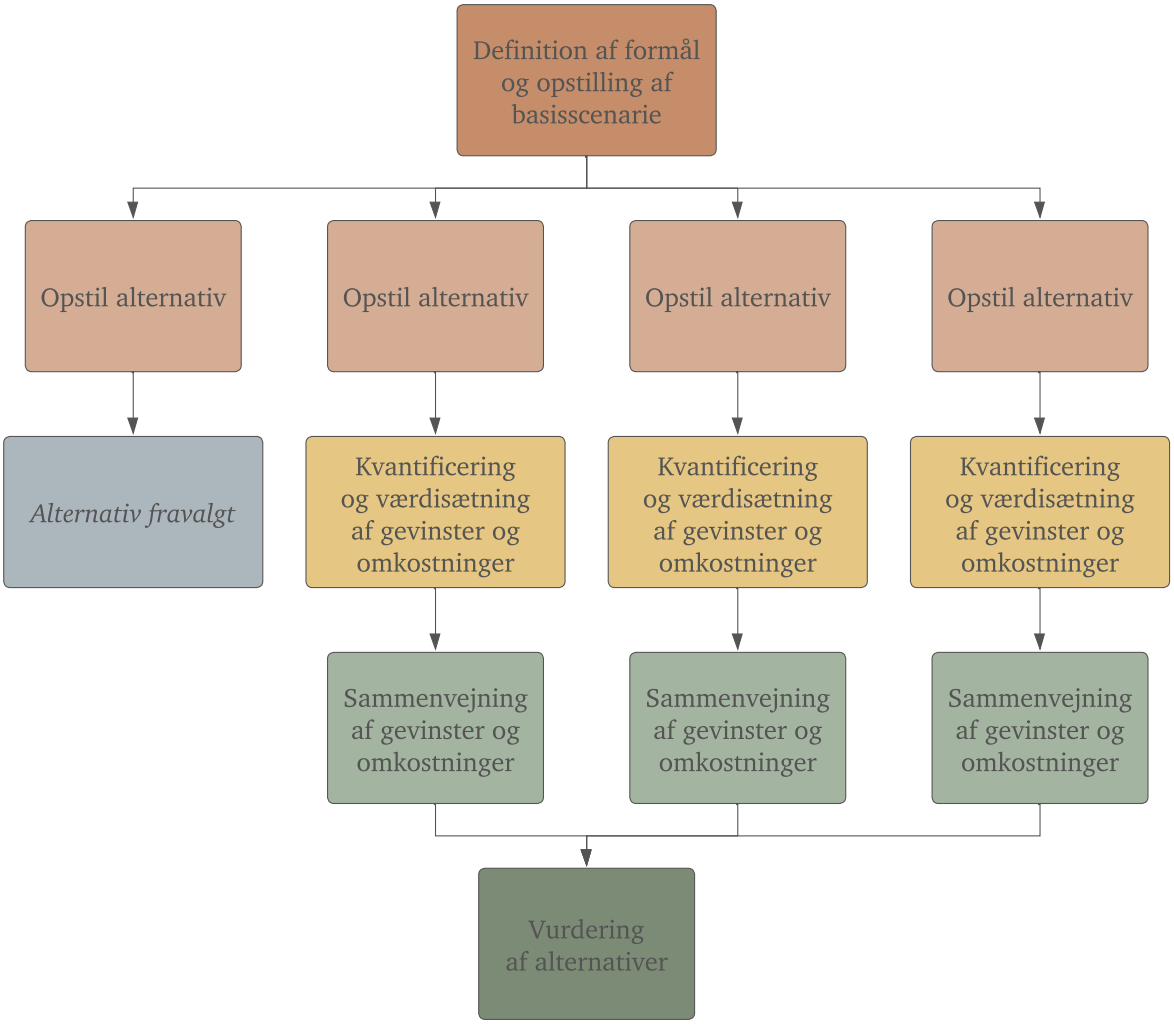
I dette afsnit anvendes kilderne (Finansministeriet, 2017; Transportministeriet, 2015) medmindre andet er angivet.

En samfundsøkonomisk analyse er en systematisk analyse de samfundsøkonomiske konsekvenser af tiltag, målt som den økonomiske velfærdsændring. Som illustreret på figur 8.8 på næste side kan den samfundsøkonomiske analyse opdeles i fem trin: Definition af formål og opstilling af basisscenarie; Opstilling af alternativer; Kvantificering og værdisætning af gevinster og omkostninger; Sammenvejning af gevinster og omkostninger; Vurdering af alternativer.

I trin et udarbejdes først formålet med tiltaget, altså hvad der ønskes at opnå. Eksempelvis kan formålet med en 3. Limfjordsforbindelse være at reducere rejsetiden over Limfjorden og dermed øge mobiliteten mellem Vendsyssel og det resterende Jylland. Dernæst opstilles et basisscenarie, hvor de eksisterende forhold fremskrives. I eksemplet med en 3. Limfjordsforbindelse, vil det være en fremskrivning af trafikken, uden at ændre på den eksisterende infrastruktur. Der udarbejdes et basisscenarie, for at gør det muligt at vurdere effekten af et tiltag, med hensyn til hvis tiltaget ikke blev lavet.

Trin to omhandler opstillingen af alternativer, også kaldet projektscenarier, som kan opfylde formålet udarbejdet i trin et. Typisk opstilles der flere alternativer, hvor der efterfølgende fravælges nogle alternativer, som ikke indgår i den samfundsøkonomiske analyse. Ved eksemplet med en 3. Limfjordsforbindelse, kan alternativer være etableringen af en ny motorvejs- eller lokalforbindelse over Limfjorden, eller opgradering af en af de eksisterende forbindelser.

Ved trin tre kvantificeres effekterne af de resterende alternativer, ved at undersøge de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger, som en ændring i forhold til det opstillede basisscenarie. På transportområdet anvendes der til kvantificering af effekterne oftest en cost-benefit analyse, der har til formål at kortlægge økonomiske gevinster og omkostninger ved et tiltag. Derved bliver det muligt at beregne og sammenligne opstillede alternativers velfærds- og samfundsværdi. Det gør analysen brugbar til at sikre at samfundets ressourcer anvendes på den bedste måde. En cost-benefit analyse bygger på velfærdsteori, hvilket definerer samfundets velfærd som summen af alle samfundets individers velfærd (Barfod & Leleur, 2021).



Figur 8.8: De fem samfundsøkonomiske trin. *Modificeret.* (Transportministeriet, 2015; Finansministeriet, 2017)

På transportområdet er trafikprognoser essentielle i opgørelsen af effekterne af alternativer. Trafikprognoser laves på baggrund af trafikmodeller, eksempelvis Landstrafikmodellen (LTM),

der kan beregne et alternativs effekt på trafikkens omfang og sammensætning, samt ændringerne sammenlignet med basisscenariet.

På transportområdet anvendes de transportøkonomiske enhedspriser til at beregne effekterne af et tiltag, typisk med en beregningsperiode på 50 år i større infrastrukturprojekter. De transportøkonomiske enhedspriser er et katalog over enhedspriser, der skal anvendes på transportområdet. En oversigt over de nuværende effekter, der inkluderes i en samfundsøkonomisk analyse på transportområdet fremgår af tabel 8.9.

Tabel 8.9: Nuværende effekter i den samfundsøkonomiske analyse på transportområdet. *Modificeret.* (Transportministeriet, 2015)

Omkostninger ved anlæg • Anlægsomkostninger • Restværdi • Gener i anlægsfasen	**Driftsøkonomi** • Infrastrukturforvalteren • Operatøren
Brugergevinster • Direkte omkostninger • Tidsomkostninger • Øvrige omkostninger	**Eksterne effekter** • Støj • Uheld • Luftforurening • Klima
Arbejdsudbudseffekt • Arbejdsudbudsforvridning • Arbejdsudbudsgevinst	**Effekter for statens nettoudgifter** • Afgiftskonsekvenser • Øvrige effekter for statens nettoudgifter

Herunder gennemgås udvalgte effekter fra den samfundsøkonomiske analyse.

Omkostninger ved anlæg består af de direkte anlægsomkostninger, restværdien af tiltaget ved slutningen af beregningsperioden og omkostninger forbundet med gener i anlægsfasen, eksempelvis øgede rejsetider for trafikanter, som følge omkørsel ved anlægsprocessen.

Brugergevinster består af de generaliserede rejseomkostninger og udgør oftest en væsentlig del af en samfundsøkonomisk analyse på transportområdet, grundet at formålet med tiltag ofte vil forbedre forhold for trafikanter. De generaliserede rejseomkostninger er: Direkte omkostninger, tidsomkostninger og øvrige omkostninger. Direkte omkostninger omhandler omkostninger ved at foretage en rejse, eksempelvis udgifter til tog- eller busbillet, brændstof og slid på bilen. Tidsomkostninger består af tidsforbruget af rejsen. Gevinsten her vil være i form af sparet tidsforbrug på rejser, og udgør oftest den væsentligste andel af de samlede gevinster af et tiltag. Omregningen fra tid til økonomisk gevinst er baseret på et tidsværdistudie, som anvender teorien willingness-to-pay, der beskriver hvor mange penge et individ er villig til at betale for at opnå en gevinst (Barfod & Leleur, 2021). Her skelnes der blandt andet mellem trafiktypen og transportformen.

Eksterne effekter består af støj, uheld, luftforurening og klima. Effekterne af støj er bestående af omkostninger forbundet med gener og sundhed grundet støj. Uheldsomkostninger består af gevinster eller omkostninger ved en ændret mængde af uheld, som følge af tiltaget. Luftforurening og klima er gevinster eller omkostninger forbundet med en ændret trafikmængde eller -sammensætning. Effekten af luftforurening og klima beregnes ved at kende den ændrede

trafikmængde og -sammensætning, tilhørende emissionsfaktorer for forskellige transportmidler og -former, og enhedsomkostningerne for udslip. Den ændrede trafikmængde og -sammensætning beregnes ved brug førnævnte trafikprognoser. Emissionsfaktorerne for forskellige transportmidler og -former skelner mellem blandt andet cykel, personbil, lastbil og bus, samt tilhørende drivmiddel. I hver type, for eksempel benzindrevet personbil, anvendes et gennemsnit for alder og vægt, som tilsvarer den eksisterende sammensætning af transportmiddelparken, da det har betydning for emissionfaktoren. Enhedsomkostningerne for luftforurening og klima er defineret i de transportøkonomiske enhedspriser. Luftforurening er bestemt på baggrund af omkostningen af skadelige stoffer, herunder ved dødelighed, sygelighed, land- og skovbrug, samt tilsmudsning af eksempelvis bygninger. Værdisætningen af klimapåvirkningen tager udgangspunkt i EU's kvotesystem, og prisen for CO2-kvoter heri, som afspejler betalingsvilligheden for CO2-udledning. Værdisætningen af 1 ton CO2 er i 2022 bestemt til at være 617 kr. (Energistyrelsen, 2022c). Drivhusgasudledning forbundet med anlægsfasen af et tiltag, er ikke inkluderet i den samfundsøkonomiske analyse.

I trin fire sammenvejes gevinster og omkostninger beregnet i trin tre. Her udarbejdet også følsomhedsberegninger, for at undersøge robustheden af et tiltag.

Trin fem omhandler vurderingen af de opstille alternativer. Hvis der kun er opstillet et alternativ, kan det vurderes om tiltaget er samfundsøkonomisk rentabelt, mens der ved flere opstillede alternativer kan vurderes hvilket alternativ der ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv er bedst. I eksemplet for en 3. Limfjordsforbindelse vil det være en vurdering af om det er en ny motorvejsforbindelse, en ny lokalforbindelse eller en opgradering af en af de eksisterende forbindelser, som er mest rentabel for samfundet.

En samfundsøkonomisk analyse er ikke et endeligt facit for, hvorvidt et projekt bør gennemføres, men blot en analyse af de samfundsøkonomiske konsekvenser af et projekt, med hensyn til de forhold som er medtaget i analysen. Der findes en række usikkerheder i analysen, hvorfor den bør ikke anvendes ukritisk, og der er ikke nødvendigvis hensigtsmæssigt at gennemføre et projekt, selvom det har en positiv effekt på samfundsøkonomien. Der en en række forhold som ikke kan kvantificeres på en tilfredsstillende måde, hvorfor de ikke indgår i analysen. Den samfundsøkonomiske analyse bør derfor suppleres med flere kvalitative vurderinger af forhold, der ikke kan indgå i den samfundsøkonomiske analyse. På transportområdet i Danmark anvendes blandt andet miljøkonsekvensvurderinger, som også indgår i det samlede beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter.

8.4.2 Miljøkonsekvensvurdering

En miljøkonsekvensvurdering er et værktøj til at beskytte miljøet, der har til formål at sikre integration af miljøhensyn ved udarbejdelsen af planer, programmer og projekter, samt at bidrage til et oplyst beslutningsgrundlag når der træffes beslutninger, der kan have en væsentlig påvirkning på miljøet (Miljøministeriet, 2009; Miljøvurderingsloven, 2021).

VVM-lovgivningen blev implementeret i Danmark i 1989 på baggrund af EU's EIA-direktiv, som kom i 1985. (Anker, 2009a)

Miljøkonsekvensvurderinger kan anvendes til at undersøge planer, programmer og projekters påvirkning på miljøet. Der arbejdes med en holistisk tilgang til miljøbegrebet, hvor der i infrastrukturprojekter blandt andet kan indgå traditionelle forureningsparametre og en vurdering af påvirkning på menneskers sundhed og biologisk mangfoldighed, med et særlig fokus på arter og

naturtyper. Endvidere belyses påvirkningen af jordarealer, jordbund, vand, luft, klima, landskabet, kulturområder og samspillet mellem disse Udover at undersøge miljøpåvirkningen af et projekt, kan miljøkonsekvensvurderinger også anvendes til at undersøger ændringer eller alternativer i projektet. Endvidere er det i miljøvurderingsprocessen også muligt for myndigheder, borgere og organisationer, at fremsætte indsigelser eller forslag til projektet gennem offentlige høringer. Miljøkonsekvensvurderinger giver ikke et entydigt svar på om en plan, et program eller et projekt bør gennemføres, men sikrer at beslutningen tages på baggrund af en grundig analyse af de mulige miljøkonsekvenser. (Miljøstyrelsen, u.å.b,u)

Som udgangspunkt skal der altid laves en miljøkonsekvensvurdering ved beslutninger, der kan have betydelige konsekvenser for miljøet. Der findes en række forskellige anlægsprojekter, hvor der altid skal udarbejdes en miljøkonsekvensvurdering, eksempelvis anlæg til energiproduktion og større infrastrukturanlæg. Endvidere er der en række projekter, herunder anlæg af veje, hvor det skal vurderes om projektet vil have en væsentlig påvirkning af miljøet; dette kaldes en screening, og udføres af bygherren. Hvis der i en screening vurderes at projektet vil have en væsentlig påvirkning på miljøet, igangsættes en miljøkonsekvensvurdering. Modsat, hvis det vurderes at projektet ikke vil have en væsentlig påvirkning på miljøet, træffer miljøvurderingsmyndigheden en afgørelse, om der skal udarbejdes en miljøkonsekvensvurdering. Som udgangspunkt er det kommunalbestyrelsen, der er miljøvurderingsmyndighed, men i nogle tilfælde vil det være Miljøstyrelsen. (Miljøstyrelsen, u.å.b)

Resultater og sammenfatning

9 Resultater af interviewundersøgelse

9.1 Beskrivelse af bæredygtighed

9.2 Arbejdet med bæredygtighed

9.3 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed

10 Sammenfatning og diskussion af resultater

10.1 Beskrivelse af bæredygtighed

10.2 Potentialet ved bæredygtighed i infrastrukturprojekter

10.3 Arbejdet med bæredygtighed

10.4 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed

9 Resultater af interviewundersøgelse

I dette kapitel vil resultaterne fra de semistrukturede interviews præsenteres. Resultaterne er med til at besvare underspørgsmålerne præsenteret i projektbeskrivelsen, hvor respondenternes svar og synspunkter vil være med til at kortlægge, hvordan forskellige aktører i branchen beskriver bæredygtighed, samt belyse hvordan der arbejdes med bæredygtighed i infrastrukturprojekter.

Resultaterne præsenteres efter emner, der repræsenterer underspørgsmålene i projektbeskrivelsen. Respondenternes synspunkter og svar vil enten fremgå af teksten eller ved brug af citater. Respondenterne præsenteres som udgangspunkt efter hvilke aktør de repræsenterer. Bygherrerne vil imidlertid præsenteres med organisationens navn, for at kunne adskille disse to.

Da interviewundersøgelsen er gennemført som semistrukturerede interviews, er ikke samtlige af respondenternes svar og synspunkter relevant for alle emner, men vil præsenteres, hvor deres svar og synspunkter findes væsentlig i den givne sammenhæng.

9.1 Beskrivelse af bæredygtighed

Med henblik på at besvare dele af det første underspørgsmål, vil der i dette afsnit præsenteres hvordan branchens forskellige aktører beskriver bæredygtighed og hvordan de sætter det i relation til infrastruktur.

Alle respondenterne nævner de tre dimensioner; økonomisk, miljømæssig og social bæredygtighed, når de beskriver bæredygtighed. Forskeren og Rådgiveren lægger også vægt på, at der skal være en balance mellem de tre dimensioner og at det er vigtig med en holistisk tilgang til bæredygtighed.

Både Rådgiveren og Nye Veier nævner Brundtlandrapporten når de beskriver bæredygtighed. Dette kommer til udtryk ved at de beskriver fokus på de fremtidige generationers behov:

> "*Bæredygtighed er jo også at gøre noget bedre, end vi gjorde i går.*" - Rådgiveren

> "*Efterlade jorden i lidt bedre stand, end sådan som vi modtog den*" - Nye Veier

Vejdirektoratet benytter perspektivet med generationerne og fremtiden, når de beskriver bæredygtighed:

> "*At man ikke skal bruge flere ressourcer end der er tilgængelige over en periode. (...) så vi ikke stiller kommende generationer dårligere end der hvor vi er nu.*" - Vejdirektoratet

Respondenterne fremhæver forskellige elementer ved bæredygtighed, når de sætter det i relation til infrastruktur og anlægsbranchen. Entreprenøren beskriver bæredygtighed i infrastruktur som at have fokus på genbrug, minimere energibehov og ressourceforbrug, men også at huske den sociale bæredygtighed, såsom diversitet, ligestilling, uddannelse samt beskæftigelse af socialt udsatte i branchen.

Nye Veier påpeger, at projekterne skal være økonomisk holdbare, men at samfundet, menneskerne og naturen omkring må varetages samtidig. Nye Veier nævner at bæredygtighedstankegangen tager lang tid at implementere, så det bliver en del af en naturlig bevidsthed i branchen.

Rådgiveren pointerer også, at bæredygtighed er mere end CO2, og at bæredygtighed i et projekt må betragtes over hele levetiden og ikke blot i anlægsfasen.

Når Vejdirektoratet sætter bæredygtighed i relation til infrastruktur, nævnes blandt andet områder som støjbekæmpelse, arbejdsmiljø på arbejdspladsen, flora og fauna, samt miljø og klima.

9.2 Arbejdet med bæredygtighed

I dette afsnit vil der præsenteres hvordan de forskellige aktører i branchen arbejder og forholder sig til bæredygtighed. Respondenternes svar og synspunkter er med på at besvare det tredje underspørgsmål, hvor interviewene har været vigtige i at kortlægge hvor branchen står i dag. Afsnittet vil belyse flere aspekter ved arbejdet inden for bæredygtighed i infrastruktur, herunder hvordan arbejdet gennem de seneste år er ændret, samt hvilke aktører der driver udviklingen inden for bæredygtighed. Til sidst præsenteres hvorvidt aktørenes strategier- og målsætninger er med at påvirke deres arbejde med bæredygtighed, samt hvordan de arbejder med bæredygtighed i projekter.

9.2.1 Udviklingen af arbejdet med bæredygtighed

For at opnå en forståelse for, hvordan arbejdet med bæredygtighed har ændret sig de seneste år, ønskes det at undersøge om dette perspektiv er forskellig ud fra respondenternes rolle i branchen, samt hvem og hvad respondenterne mener har været med til at drive udviklingen inden for bæredygtighed i Danmark.

Rådgiveren mener at der tidligere har været fokus på bæredygtighed inden for transport, ud fra hvilke transportmidler som anvendes, samt udledningen fra transport i en årrække:

> "*For 10 år siden arbejdede vi jo med bæredygtighed i transport. (...) Men når vi arbejder med bæredygtighed, så var det jo i forhold til hvilke transportmidler man bruger. (...) Det er jo først inden for de sidste 3-4 år, at vi faktisk er begyndt at kigge på, hvordan det er i infrastrukturdelen.*" - Rådgiveren

Hvad angår bæredygtighed i infrastrukturen, mener Rådgiveren at fokus her, først er kommet inden for seneste 3-4 år. Videre understreger de, at det er sket meget inden for det seneste år, hvor de ser at deres kunder også begynder at efterspørge mere bæredygtige løsninger.

Entreprenøren mener ligeledes, at det er sket meget de seneste to år i anlægsbranchen, hvor de nu er begyndt at se det i udbudmaterialerne i projekterne:

> "*Der er sket meget de sidste to år, ja det er en stejl kurve fra nul til to. Altså for to år siden, så vi det jo stort set ikke, altså ikke konkret i projekterne, i udbudsmaterialerne i projekterne. Det er jo først inden for de to sidste år. Til gengæld går det meget stejlt opad, og man vil jo rigtig rigtig gerne.*" - Entreprenøren

Vejdirektoratet, mener i lighed med Entreprenøren og Rådgiveren, at fokus på bæredygtighed i infrastrukturen er kommet på dagsorden de seneste par år:

> "*Det er sket rigtig meget inden for de sidste 2-3 år. (...) Der hvor den største forskel er, er at vi nu kan sætte konkrete tal på det. (...) Vi har tredjepartsverificeret data og en model til at håndtere det.*" - Vejdirektoratet

Entreprenøren mener, at udviklingen er langsom i anlægsbranchen, fordi de offentlige bygherrer ikke er villige til at betale en merpris for bæredygtighed. Entreprenøren perspektiverer yderligere til byggebranchen, som de mener er foran i udviklingen med bæredygtighed. Dette mener Entreprenøren blandt andet skyldes en større villighed til at betale for bæredygtighed blandt bygherrer i byggeriet.

Forskeren mener at arbejdet med bæredygtighed inden for byggeriet de første år var centeret omkring energibesparelser på el og opvarmning, i bygningsdriften.

> "*Det første bygningsreglementet der for alvor havde fokus på det, det kom i 2005. Hvor der så var den her trinvise stramning. Så hed det lavenergiklasse 1 og 2, dem der kom i 2010. I 2015 skulle man bygge efter lavenergiklasse 2. I 2018 hed det tæt på energi-neutral, men det har hele tiden været energifokusset.*" - Forskeren

Igennem de seneste 15-20 år, har der i byggeriet været en trinvis stramning af energiforbruget i byggeriet, som har været reguleret igennem Bygningsreglementet. Forskeren mener, at branchen har været glade for en trinvis model for energistramninger, da de igennem dette, har vidst hvordan udviklingen ville forløbe. På trods af at fokus i byggeriet, indledningsvis primært var rettet mod energibesparelser i driftsfasen, har fokus skiftet. Dette kommer blandt andet til udtryk ved den første danske bæredygtighedscertificeringsordning, DGNB, som kom i 2012.

Forskeren mener at byggebranchen ligeledes har været langsom med arbejdet med bæredygtighed. Antallet af DGNB certificerede projekter i hele perioden fra 2012-2021, tilsvarer også det antal som forventes at certificeres i 2022 alene:

> "*Jeg har lige været til en 10-års konference for GBC (Green Building Concil red.) og der havde de faktisk lige så mange projekter i 2022 i pipelinen, som de har haft nogensinde fra 2012-2021. (...) Lige pludselig har folk begyndt at fatte, at nå der er et eller andet med det der bæredygtig byggeri, men det har sørme godt været en langsom start.*" - Forskereren

Entreprenøren mener at Regeringens CO2-målsætninger og strategiplan for bæredygtighed har været med at drive udviklingen. Dette kommer til udtryk, da planerne og målsætningerne videre udmønter sig i ministerier og styrelser, og herunder bygherrerne på infrastrukturområdet. Regeringen og de offentlige bygherrer er dermed begge vigtige for at drive udviklingen på infrastrukturområdet.

Vejdirektoratet er enig med Entreprenøren, at Regeringens målsætninger inden for klimaområdet er medvirkende til den udvikling som ses i branchen. Dette afspejles blandt andet i Klimaloven, hvor også Vejdirektoratet skal bidrage til opnå målsætningen om 70 % reduktion i 2030 og klimaneutralitet i 2050.

Rådgiveren mener at det er den gældende samfundstrenden, hvor der er fokus på bæredygtighed i alle brancher, som har været medvirkende til, at der nu også er kommet fokus på bæredygtighed i infrastrukturen.

Nye Veier mener at bæredygtighedscertifikation ved brug af CEEQUAL har været vigtig for udviklingen og fokus på bæredygtighed i sine projekter, men også for branchen som helhed i

Norge. Dette kommer blandt andet til udtryk ved at Statens Vegvesen, har vedtaget at bruge CEEQUAL i alle projekter over 200 mio. kr. Ved at de to største infrastrukturbygherrer i Norge anvender CEEQUAL, tror Nye Veier at andre bygherrer også vil anvende det.

Forskeren mener at krav fra myndighederne, har været vigtig for at drive udviklingen mod en bæredygtig omstilling i byggeriet. Indeklima er et område inden for byggeriet, hvor det ikke har været krav, hvorfor det ikke har haft et stort fokus:

> "*Jeg har jo øffet længe om at man skulle have krav for indeklima, men de er aldrig kommet. Og derfor så tager man måske ikke sådan helt vildt meget hensyn til indeklima, fordi der er ingen krav. Så det er desværre nok kravene der er vejen frem.*" - Forskeren

Forskeren mener Green Building Concil, var med at sætte fokus på bæredygtighed i byggeriet for et årti siden. Nu mener Forskeren, at samfundets fokus på miljø og klima, også set i lys af publikationer fra FNs Klimapanel, er med at drive udviklingen på bæredygtighed.

> "*Altså jeg tror GBC var dem der skubbede det i gang, tilbage i 2010. (...) Jeg tror i takt med at der er mere og mere fokus på miljø og klima, så er det også det der driver det. (...) Jeg tror det der med at der er flere og flere der indser at vi bliver nødt til at gøre noget for alvor, også skubber til det.*" - Forskereren

Vejdirektoratet mener, at de som bygherre, har et ansvar at stille krav til branchen, for at der skal ske udvikling inden for bæredygtighed:

> "*Jeg mener at innovation skal komme fra den private branche, på baggrund af nogle krav som bygherren stiller. Jeg mener ikke at der sker innovation medmindre at bygherren stiller nogle krav. (...) Men det er op til en bygherre at være risikovillig, i den forstand at man skal stille nogle krav man ikke har stillet før. Og så være forberedt på at det kan skabe noget merarbejde i form af kommunikationsbehov, data, analyser og i øvrigt også at man indstiller sig på at der kan være en merpris her og nu.*" - Vejdirektoratet

Rådgiveren mener at de, sammen med myndighederne og de krav som kommer, er med at drive udviklingen inden for bæredygtighed i anlægsektoren.

> "*Når du begynder at stille krav til en entreprenør, så kan de jo godt. Og det samme gælder jo også at når der bliver stillet krav til en kommune eller der bliver stillet krav til nogle andre.*" - Rådgiveren

Rådgiveren mener at de igennem flere år har forsøgt at drive udviklingen, men at der først vil ske noget, når der bliver stillet krav fra myndighedernes side og der kommer en lovgivning som trækker i en bæredygtig retning.

9.2.2 Bæredygtighedsstrategier og -målsætninger

Som et led i at undersøge hvordan branchen behandler bæredygtighed, undersøges hvorvidt respondenterne har bæredygtighedsstrategier og -målsætninger i virksomhederne, som er med at danne grundlaget for hvordan de arbejder med bæredygtighed.

Respondenterne fra anlægsbranchen svarer at de har bæredygtighedsstrategier. Strategierne udmønter sig på forskellige måder og former hos aktørerne.

Entreprenøren nævner deres målsætninger fremkommer af deres CSR-rapport, hvor de blandt andet har målsætninger for lærlingeandel i arbejdsstyrken, samt en andel af kvinder i ledelsen. Målsætningerne rettes mod den sociale bæredygtighed, men de har også fokus på affaldshåndtering og genbrug af materialer.

Rådgiveren lægger vægt på, de som konsulentvirksomhed ser det fra to sider. For det første har de en strategi for hvordan de arbejder med bæredygtighed, som virksomhed og modsat en strategi for hvordan de arbejder med bæredygtighed, når de laver projekter for andre:

> *"Med vores nye strategi, så er det jo også ret tydeligt for virksomheden generelt at viden forpligter. Så selvom vi har nogle kunder, som ikke beder om det, eller det er nogle ret satte eller definerede opgaver, så er det stadig vores pligt at gå ind og prøve og nudge dem i den rigtige retning, i det omfang der nu engang er mulighed for. Det er med hele vejen rundt."*

Rådgiveren lægger her vægt på, at det er et samfundsansvar fra deres side, at påvirke sine kunder til at vælge de mest bæredygtige løsninger, fordi viden forpligter.

Vejdirektoratet lægger vægt på de arbejder med bæredygtighed, hvor det giver størst effekt. De har ikke konkrete reduktionsmålsætninger for CO2 nu, men arbejder på at få konkrete tal på CO2 udledningen på deres projekter.

Nye Veier har modsat de andre respondenter fra branchen, konkrete reduktionsmålsætninger i sin bæredygtighedsstrategi, hvor drivhusgasudledningen i projekterne skal reduceres med 50 % i anlæg og 75 % i drift, sammenlignet med branchestandarden i 2005. Endvidere har Nye Veier udpeget tre af FN's 17 verdensmål på baggrund af de tre dimensioner af bæredygtighed. Mål 8 omkring den sociale dimension, mål 9 om den økonomisk dimension og 13 for den miljømæssig dimension. Videre pointerer Nye Veier, at de har et samfundsansvar, og af den grund prioriterer arbejdet med bæredygtighed, hvor verdensmålene anvendes som et værktøj for at beskrive hvordan de arbejder med bæredygtighed.

9.2.3 Branchens arbejde med bæredygtighed

Under interviewene har Vejdirektoratet, Nye Veier, Rådgiveren og Entreprenøren bidraget med viden omkring hvordan de arbejder med bæredygtighed i infrastrukturprojekter. Disse fire repræsenterer de forskellige aktører i branchen, der interviewes omkring hvordan de konkret arbejder med bæredygtighed i projekter.

Som nævnt ovenover har Vejdirektoratet ikke konkrete målsætninger for bæredygtighed, men arbejder med bæredygtighed hvor det giver størst effekt. Dette kommer til udtryk ved at Vejdirektoratet blandt andet vurderer bæredygtighedstiltag ud fra et økonomisk perspektiv, hvor prisen per ton CO2 der reduceres beregnes. Dette gør det muligt for Vejdirektoratet at sammenligne forskellige bæredygtighedstiltag, og derved få mest bæredygtighed for pengene. Vejdirektoratet fokuserer arbejdet med bæredygtighed inden for områder, hvor det er muligt at beregne konkrete tal, hvilket blandt andet er inden for støj og klima. Andre bæredygtighedsaspekter som miljø og biodiversitet behandles blandt andet gennem miljøkonsekvensvurderinger.

Nye Veier mener at mange miljøaspekter i et projekt er ikke-prissatte konsekvenser, hvilket betyder at det endnu ikke er muligt at prissætte konsekvenserne i et projekt. Ikke-prissatte miljøaspekter er blandt andet biodiversitet, friluftsliv, kulturlandskab og arkæologi, mens drivhusgasudslip er en prissat konsekvens, da det er muligt at sætte en pris på konsekvenserne heraf. De miljøaspekter som ikke er prissatte, kan godt blive en sekundær prioritet, da at der ofte tænkes omkostninger først. Nye Veier arbejder derfor med rådgivningsvirksomheder for at finde bedre metoder til at prissætte miljøaspekter, og derved gøre dem nemmere at prioritere i projekter.

Entreprenøren arbejder med bæredygtighed i projekter på flere måder. Der køres nogle gange tomgangskørsels-kampagner, hvor der over en kortere tidsperiode registreres tomgangskørsel og sættes konkrete mål på forskellige projekter. Det er muligt på de nyere maskiner at måle brændstofforbrug, hvilket også gør det muligt at måle tomgangskørsel. Entreprenøren har også et stort fokus på affaldssortering på byggepladsen, hvor der normalt opdeles i 5-6 affaldsfraktioner. De oplever også på projekter at bygherre har et krav om flere affaldsfraktioner, helt op til 10. I nogle projekter arbejder Entreprenøren med et øget fokus på genanvendelse af materialer, hvor de eksempelvis genbruger asfalt der skal brydes op. Ved opsætning af byggepladser mener Entreprenøren at det er en del af den naturlige udvikling af anvende eksempelvis solceller eller varmepumper, og har på enkelte projekter også været en del af 'grønne byggepladser', hvor energiforbruget på selve byggepladsen skal reduceres.

Rådgiveren arbejder blandt andet med bæredygtighed i projekter ved at screene for mulige bæredygtighedstiltag hurtigst muligt, gerne lige så snart de er koblet på projektet. Når Rådgiveren screener projekter, anvender de blandt forskellige emner fra DGNB og CEEQUAL, hvor projektledere skal gøre sig overvejelser og sætte konkrete mål. Efter en screening kan de forskellige løsningsforslag og alternativer også kobles sammen med en risikoanalyse, hvor det blandt andet undersøges hvilke tiltag der bedst passer til det konkrete projekt, hvordan arbejdet udføres, hvem der er ansvarlig, hvornår i processen det skal udføres og hvad effekten vil være. I denne proces er Rådgiveren også meget i dialog med kunden, omkring hvad der kan gøres, når projektet skal anlægges:

> *"Hvad kan I (Kunden red.) så gøre, når I skal ud at anlægge det her anlægsprojekt? Hvordan er det med biodiversitet? Hvordan er det med bærelag? Hvordan er det med det jord der skal køres væk? Så det er jo egentlig meget de gængse ting, som de alle sammen kender. Og så kan man sige, mange af tingene er de jo gode til at optimere, fordi det giver økonomisk bæredygtighed for dem. Og andre ting, der kan man gå ind og sige, nå ja det havde de ikke lige tænkt på, også så gør de det."* - Rådgiveren

Det seneste år har Rådgiveren brugt tid på at gøre bæredygtighed mere konkret, med fokus på gøre det mere tilgængeligt og forståeligt for deres kunder:

> *"Der hvor problemet kommer, det er når man skal gøre det konkret. Hvordan skal man så reelt arbejde med det? Og det er noget af det, vi har brugt det sidste år på at sige, jamen, hvordan gør vi noget konkret, sådan at vores kunder egentlig kan forstå begreberne, og også forstå hvordan skal man så gøre det."* - Rådgiveren

Rådgiveren arbejder også meget med at tilkoble relevante eksperter til projekter:

> "*Vi arbejder også meget med at sætte de rigtige eksperter i spil, så tidligt som muligt (...) så får man deres input til, hvad kan vi gøre og hvad kan vi gøre bedre, end vi normalt gør. Og så prøver vi at indarbejde deres svar i vores tilgang til arbejdet.*" - Rådgiveren

Dette gør også at løsningsforslag og bæredygtighedstiltag bliver realistiske og mulige at udføre i virkeligheden.

Vejdirektoratet fortæller at bæredygtighed endnu ikke er et tildelingskriterie i udbud, og at det, som det altid har været, er den billigste pris der vinder. Entreprenøren har mange forskellige bygherrer, og mellem 60-70 % af deres opgaver bliver vundet i en offentlig licitation, hvilket betyder at det er den billigste pris som vinder. Yderligere betyder dette også, at der oftest ikke stilles krav til bæredygtighed. Nye Veier nævner et projekt, hvor entreprenøren vandt grundet ambitiøse klimamål, og entreprenøren også ville anvende CEEQUAL.

Entreprenøren arbejder meget med bæredygtighed på projektniveau, hvilket betyder at bæredygtighedstiltag inddrages i det specifikke projekt, hvis bygherre stiller krav herom. I størstedelen af de opgaver Entreprenøren vinder, skal de følge en SAB (Særlig Arbejdsbeskrivelse), hvilket betyder at der er stillet en række forskellige krav som skal overholdes. Ligeledes vil Entreprenøren oftest ikke afgive tilbud på alternativer, fordi der ikke konkurreres på det i det konkrete udbud:

> "*Der står som regel i vores tilbud at vi ikke må afgive alternativer. Så vi kan ikke engang sige at nu giver vi en pris på den her belægningsopbygning, og så kommer vi i øvrigt med et alternativ, hvor i kan spare en halv million, og så får i et produkt som er tre gange så bæredygtigt. Vi må godt afgive det, men det kan ikke antages, fordi det ikke er det vi konkurrerer på.*" - Entreprenøren

Nye Veier anvender udelukkende totalentrepriser som entrepriseform, hvor de mener at entreprenøren har mere frihed til at påvirke projektet. I Nye Veiers projekter stilles primært funktionskrav, fremfor direkte krav, samt er projekterne ikke færdigdesignet, hvilket gør at det er entreprenørens ansvar at finde de gode løsninger.

Entreprenøren udfører også totalentrepriser, hvor de ligeledes mener at de har større mulighed for at påvirke bygherre til at gøre et projekt mere bæredygtigt, eksempelvis ved materialevalg og løsningsmetoder. Alligevel oplever de i totalentrepriser, at bygherren anvender funktionskrav, og konstruktions- og designmanualer, hvor der kan stilles krav, som begrænser materialevalg og løsningsmetoder:

> "*Selvom at det er en total entreprise, så kan bygherren jo godt have lænet sig op ad nogle forudsætninger, nogle betingelser, nogle funktionskrave og nogle konstruktions- og designmanualer (...). Hvis vi kigger på det der hedder BSM altså bitumen stabiliseret materiale (...). Det er rigtig, rigtig godt og rigtig, rigtig spændende, men der er ikke ret mange kommuner eller bygherrer for den sags skyld, der tillader det i deres projekter.*" - Entreprenøren

Grundet overstående mener Entreprenøren at branchen i Danmark ikke er gode nok til at acceptere nye arbejdsmetoder.

Rådgiveren mener at de har større muligheder for at påvirke bæredygtige løsninger i projektet, hvis de bliver koblet på projektet tidlig. Der er bedre tid til at analysere alternative løsninger og materialevalg, samt designoptimering. Hvis Rådgiveren kommer sent ind i et projekt, har de mindre mulighed for at påvirke projektet, samtidig med at det bliver dyrere at ændre allerede besluttede løsninger. De har stadig gode erfaringer med at komme senere ind i projekter, selvom potentialet er mindre.

Nye Veier har også projekter hvor entreprenøren, der skal anlægge vejen også er ansvarlige for drift og vedligehold bagefter; de nævner et projekt hvor drift- og vedligeholdsperioden var 20 år. Dette kan gøre at entreprenøren i større grad indtænker drift og vedligehold i projektering og anlæg. Dette resulterede i et projekt, hvor entreprenøren anvendte en bedre og dyrere asfalt, fordi den skulle skiftes en gang mindre i løbet af drift- og vedligeholdsperioden.

Vejdirektoratet arbejder lige nu med en bagatelgrænse på 10 mio. kr., hvor der i projekter som er billigere end dette, ikke vil være et stort timeforbrug til arbejdet med bæredygtighed. Dette kan eksempelvis være cykelstiprojekter. Det forventes at erfaringer og tilgange fra større projekter, også vil anvendes i mindre projekter i fremtiden. Denne bagatelgrænse på 10 mio. kr. er lige nu under revision.

Hvis Vejdirektoratet stiller krav til et bæredygtighed i et udbud, som fremrykker en investering fra den private side, vil Vejdirektoratet justere på prisen, hvorved de betaler en del af merprisen. Entreprenøren har givet tilbud, hvor de giver en pris for anvendelse af traditionel diesel, samt et tillæg hvis de anvender HVO-diesel eller el-materiel, imidlertid mindes de ikke, at disse tillæg nogensinde er blevet anvendt. Entreprenøren har haft projekter hvor der er anvendt HVO-diesel, men dette gøres kun hvis det er et krav fra bygherren, da de siger at HVO-diesel er omkring 100 % dyrere en almindelig diesel. Vejdirektoratet har endnu ikke stillet krav om hvilket type maskinel som skal anvendes i et projekt, men er i en løbende dialog med branchen herom. Vejdirektoratet har ikke planer om at stille krav til anvendelse af HVO-diesel, da de mener det er et for dyrt bæredygtighedstiltag. Entreprenøren har to hybridmaskiner, som overraskende har vist sig at have en væsentlig brændstofbesparelse i forhold til traditionelle maskiner. Entreprenøren forventer at de vil se flere hybridmaskiner i fremtiden, og at efterhånden som maskinparken udskiftes, vil flere af dem blive hybridmaskiner.

Nye veier mener at reducering af drivhusgasudledninger ofte til være forbundet med økonomiske besparelser. Dette kan eksempelvis være som følge af designoptimering eller alternative løsninger.

9.2.4 Værktøjer

Vejdirektoratet har udviklet modellen InfraLCA, hvilket de beskriver som et værktøj der kan håndtere verificeret data, samt beregne konkrete tal for emissioner og derved kvantificere hvilke tiltag de er interesserede i. De lægger yderligere vægt på at InfraLCA skal anvendes af alle aktører i branchen, så det bliver en fælles accepteret metode til beregning af drivhusgasudledninger i infrastrukturprojekter.

Vejdirektoratet anvender InfraLCA til at beregne baselines for drivhusgasudledningen i projekter, ved brug af branche-EPD'er. Vejdirektoratet vil anvende baselines som et maksimum, hvor den udførende entreprenør ikke må have en større drivhusgasudledning end baselinen, for det

produkt som skal leveres. Yderligere anvender Vejdirektoratet InfraLCA i planlægningsfasen til at undersøge forskellige scenarier til forskellige linjeføringer. De fortæller at InfraLCA skal anvendes i alle Vejdirektoratets projekter i fremtiden.

Vejdirektoratet sætter ikke krav til reduktioner i forhold til baselinen i projekter, da de mener at der er færre entreprenører som kan leve op til dette, og dermed vil der være færre som byder på entreprisen, hvilket vil medføre en højere pris.

Nye Veier har et værktøj lignende InfraLCA, og nævner ligeledes at Statens Vegvesen også har et værktøj. Lige nu arbejder Nye Veier, Statens Vegvesen og BaneNor sammen om at udarbejde et fælles værktøj, for at skabe et fælles grundlag og gøre det nemmere for entreprenører og rådgivere i hele branchen.

Entreprenøren kan godt beregne i InfraLCA i dag og forventer at arbejder mere med det i fremtiden, men mener at InfraLCA mere er et rådgiverværktøj, da det ofte er dem som bestemmer løsninger:

> *"Det (InfraLCA red.) er jo principielt mere et rådgiver-værktøj, forstået på den måde at jeg synes jo at det egner sig til at sige, nu har vi en belægningsopbygning, som ser sådan og sådan ud, hvor stort er det footprint som den giver? Det kan man så regne ud, og så kan man sige, hvis vi så skifter ud i den belægning, og bruger nogle andre materialer, noget andet bitumen, whatever, så giver det et andet CO2-aftryk. Men det er jo ikke os typisk der vælger det. Det er jo typisk vores rådgiver, der vælger det og siger, det er den her opbygning i skal byde på."* - Entreprenøren

Entreprenøren mener ikke at det giver mening for dem at lave LCA-beregninger på et færdigprojekteret projekt, og at de vil have meget større brug af værktøjet i totalentrepriser.

Rådgiveren mener at InfraLCA fylder meget inden for værktøjer i arbejdet med bæredygtighed i infrastrukturprojekter, og mener at det er positivt at der er en fælles referenceramme. De er også begyndt at anvende InfraLCA, både på projekter for Vejdirektoratet og Banedanmark, men også i andre projekter. Yderligere har de udarbejdet et eget værktøj, der er lignende InfraLCA, men som de mener er mere intuitivt at anvende. Værktøjet anvender de samme emissionsfaktorer som InfraLCA, men indeholder også EPD'er og viden fra Rådgiverens egne projekter.

Vejdirektoratet er i dialog med bygherrer, rådgivere og entreprenør vedrørende InfraLCA, og hvordan den skal udvikles, så den bliver brugbar for alle parter. Dette gør at alle parter får indflydelse på InfraLCA, og Vejdirektoratet er interesseret i at fortsætte dette samarbejde så InfraLCA kan bruges af hele branchen i Danmark. Lige nu arbejder Vejdirektoratet med InfraLCA inden for klimaområdet, men nævner at eksempelvis støj muligvis kan blive en del af modellen i fremtiden. Ligeledes nævner de muligheden for at InfraLCA og miljøkonsekvensanalyser kobles sammen i en fælles model.

Vejdirektoratet har en koordineringsgruppe med LCAbyg, om at InfraLCA og LCAbyg ikke må fravige fra hinanden, og opbygningen af InfraLCA har fået inspiration fra LCAbyg. Forskeren mener at DGNB-certificeringer og LCAbyg hænger meget tæt sammen i byggeriet, blandt andet grundet at LCA tæller 9 % af en DGNB-certificering, og LCAbyg lige nu er det eneste værktøj i Danmark, som kan lave en LCA-beregning for byggerier.

9.2.5 Certificeringsordninger

Rådgiveren har ikke certificeret projekter med CEEQUAL, men har i nogle projekter arbejdet med det udgangspunkt at projektet skal være certificerbart, hvis der ønskes at CEEQUAL-certificere det i fremtiden. De er ikke overbevist om at danske myndigheder i fremtiden vil stille krav til brug af bæredygtighedscertificeringer, ligesom der gøres i Norge, men forventer at CEEQUAL anvendes mere i fremtiden, og mener at det er en rigtig god metode for at arbejde med bæredygtighed. Rådgiveren perspektiverer endvidere til byggeriet, hvor der i begyndelsen var tvivl om DGNB skulle anvendes, men nu er det blevet et kvalitetsstempel og svært at komme udenom. Forskeren mener ligeledes at byggeriet har været langsom til at anvende DGNB i et stort omfang.

Nye Veier blev bekendt med CEEQUAL gennem et projekt hvor entreprenøren ville anvende det, og stiller nu krav til CEEQUAL i større projekter. De mener at CEEQUAL kan hjælpe entreprenøren med at dokumentere deres arbejde i totalentrepriser, og at det hjælper entreprenøren med at gøre de rigtige overvejelser i arbejdet med bæredygtighed, samt skaber et ændret fokus på bæredygtighed. Endvidere mener de at anvende CEEQUAL i et projekt nødvendigvis ikke er meget ekstra arbejde, da der i forvejen gøres mange af de samme overvejelser, så det er blot at sætte de rigtige mærkater på arbejdet. Forskeren mener at anvendelsen af DGNB i byggeriet har skabt et større fokus på miljø, og at der altid har været et fokus på økonomi.

Rådgiveren mener at det nødvendigvis ikke er stemplet for bæredygtighedscertificeringer som er vigtig, men at processen bidrager med meget. Nye Veier mener at brugen af CEEQUAL kan være med til at ændre arbejdsprocessen i projekter, til at bedre håndtere bæredygtighed. Nye Veier mener at CEEQUAL nødvendigvis ikke skal anvendes i mindre projekter, men hvis det anvendes i større projekter, vil arbejdsprocessen også ændres i de mindre projekter, selv uden brug af CEEQUAL.

Forskeren mener at DGNB i byggeriet har været med til at skubbe til udviklingen af nye materialer, og fortæller at der i DGNB er et kriterie omkring farlige stoffer, hvilket har fremskyndet udviklingen af alternativer til materialer der indeholdte farlige stoffer. Samtidig pointerer Forskeren af udviklingen har været langsom.

Vejdirektoratet har tidligere anvendt CEEQUAL, men anvender det ikke længere. De mener at pointgivningen i CEEQUAL er for subjektiv, og InfraLCA har en objektiv tilgang, hvilket de giver udtryk for at foretrække. De er forståelige over for mange anvender CEEQUAL, da de mener at det er let at starte op med, og der er mange eksempler på brugen af det. Vejdirektoratet mener at der bliver arbejdet med InfraLCA i fremtiden, fremfor bæredygtighedscertificeringer, og at der skal ske en ændring, hvis dette ikke bliver tilfældet. Alligevel mener de at det også afhænger af forudsætningerne, eksempelvis om der arbejdes med støj, klima eller andet.

Nye Veier fortæller at de på sigt gerne vil have en nordisk tilpasning af CEEQUAL, som er tilpasset forholdene i Norge, der er anderledes end resten af Europa. Dette er gjort med bæredygtighedscertificeringen BREEAM, hvor de fortæller at der blev lavet en tilpasning til forhold i Sverige og Norge. Nye Veier fortæller at BRE Group, udvikleren af CEEQUAL, ikke særligt interesserede i en nordisk tilpasning, og vil hellere beholde et enkelt system.

9.3 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed

Med henblik på at få en forståelse for hvem respondenterne mener burde drive udviklingen inden for bæredygtighed i branchen i fremtiden, samt hvordan de mener og forventer at arbejdet med

bæredygtighed vil være i fremtiden sammenlignet med i dag, vil respondenternes synspunkt og svar på disse emner præsenteres.

Alle respondenterne mener at myndighederne er vigtige for at drive den bæredygtig udvikling inden for branchen. Respondenterne nævner flere aspekter ved dette, som de forventer at bliver vigtig i fremtiden for at udviklingen skal fortsætte.

Nye Veier lægger vægt på, at bygherren har et stort ansvar i forhold til at drive udviklingen i fremtiden. Alligevel forventer de, at staten vil påvirke igennem krav. Nye Veier mener, at det er vigtigt at arbejdet og den bæredygtige udvikling inden for branchen i fremtiden, skal ske i et samspil mellem bygherre, entreprenør og rådgiver. De pointerer at samarbejdet mellem aktørene er vigtigt, og at totalentrepriser er en god metode for at afprøve nye metoder, og giver rum for innovation. Nye Veier fremhæver at innovation er vigtigt for at drive udviklingen fremad, men at dette kræver en risikovillig bygherre, som tør at tage chancer, gå foran og tage en del af risikoen i form af økonomiske omkostninger.

Forskeren fortæller, at der vil komme en lignende trinvis model med stramninger og fokus på CO2 fra 2023. Fra årsskiftet vil der være krav i Bygningsreglementet, at alle skal udføre livscyklusanalyser på bygninger. For byggeri over 1000 m^2 vil der være krav for CO2-udledningen, som gradvist vil skærpes i 2025, 2027 og 2029. Forskeren mener, at kravet om LCA-beregninger inden for byggeriet, vil påvirke branchen, ved at de skal forholde sig til materialevalg og for nogle byggerier bliver det også vigtig at overholde de fremtidige krav:

> "*Det vil sige at de bliver tvunget til at tænke over materialevalg.*" - Forskereren

Rådgiveren forventer at fokus på CO2 forbliver det samme, eller endda større. Videre ønsker de at bæredygtighed også skal komme til at omhandle mere end CO2:

> "*Det skal optimeres så meget som muligt. Vi skal tænke langsigtet. Vi skal tænke at de ting vi bygger også kan stå i fremtiden og er resilient. Jeg vil rigtig gerne se noget mere social bæredygtighed, lokalmiljø, fokus på biodiversitet (...). Og så tør jeg også godt sige, at jeg håber, at vi kommer til at se CO2 kompensation. Fordi på et tidspunkt så har man gjort tingene så godt man overhovedet kan.*" - Rådgiveren

Videre lægger Rådgiveren vægt på, at fodaftrykket fra infrastrukturen er stort, og det er vigtigt at være transparent omkring det. Alligevel er det er vigtigt at undersøge mulighederne som findes inden for projektrammerne, såvel som udenfor, eksempelvis CO2 kompensation. I fremtiden håber Rådgiveren, at der bliver kutyme at tale om CO2-neutralitet, og eventuelt også har en CO2-negativ tilgang til projektet.

Rådgiveren forventer også, at der begynder at blive stillet krav til bæredygtighed i udbud, eksempelvis krav til reduktion af CO2. Alligevel håber de, at fokus på andre aspekter af bæredygtighed, som eksempelvis biodiversitet og vandkvalitet også vil indgå i udbud.

Entreprenøren, ønsker i lighed med Rådgiveren, at der vil indgå flere dimensioner af bæredygtighed, herunder sociale parametre. Entreprenøren formoder, at bæredygtighed vil indgå i tildelingskriterierne i fremtidens udbud, så det ikke blot bliver en priskonkurrence, men også en konkurrence på hvem som kan levere bedst på bæredygtighed. Vejdirektoratet forventer ligeledes, at bæredygtighed vil være et tildelingskriterie i udbud i fremtiden og indgå i en vurdering.

Lige nu, oplever Entreprenøren at bæredygtighed kan blive lidt fiktivt og at der er meget greenwashing i branchen. De ønsker, at bygherren i fremtiden tydeliggør hvordan bæredygtighed bliver vurderet i udbudene, i takt med at der bliver udviklet bedre værktøj for at måle og vurdere bæredygtighed.

Entreprenøren mener også at de vil være afhængige af teknologiudvikling for at kunne levere på bæredygtighed, både i form af det maskinel de skal anvende, men også i form af materialemuligheder. Lige nu, er det ikke muligt at skifte det hele til el i følge Entreprenøren. Men hvis det bliver muligt at have en helelektrisk maskinpark i fremtiden, vil det fossile materiel blive solgt videre til andre dele af verden, hvor det vil anvendes:

> "*Men hvis det nu er muligt at skifte det hele til el, så skulle vi udskifte vores maskinflåde inden for en ret kort tidsperiode. Hvad sker der så med det? Så bliver det sendt til den tredje verden og så kan det stå dernede og brænde CO2. Det giver ikke den store globale forskel, så der ligger virkelig en teknologisk udfordring i at få det der til at hænge sammen.- Entreprenøren*

Vejdirektoratet forventer som tidligere nævnt ikke at anvende bæredygtighedscertificeringer som CEEQUAL i deres projekter i fremtiden, da de mener pointgivningen er for subjektiv. De ønsker i højere grad at anvende InfraLCA, som igennem tredjepartsverificerede EPD-er indeholder objektiv og konkret data.

Inden for byggeriet, mener Forskeren at mætningspunktet for stramning af energirammen er nået:

> "*Altså vi er nået grænsen for hvor meget der kan svare sig. (..) Vi har lavet en analyse hvor man ser om isolering, hvor meget energi sparer det kontra, hvad har det kostet af CO2 at producere det. Så det kan godt være at man måske kommer til at tippe det den anden vej. fordi at man ser det i et lidt større perspektiv nu, hvor der også er noget med CO2 vi har med ind i regnestykket nu.*" - Forskeren

Forskeren mener at det fremtidige arbejde med bæredygtighed i sektoren, må handle om cirkulær økonomi og genbrug, og køre det op i stor skala, hvor der ligger en stor udfordring:

> *Der hvor det hele tiden bliver spændt ben for det (Cirkulær økonomi red.), det er ved regulering, (...) altså der er sindssygt mange krav. Og så længe vi har det, så er det meget svært at køre cirkulær økonomi op i stor skala. Fordi der hele tiden bliver spændt ben fra myndighederne om at de vil have alt muligt dokumentation på alt muligt. Vi skal derhen, vi bliver nødt til at gøre noget. De (myndighederne red.) bliver nødt til at slække på kravene, for at det der det kan køres op på stor skala, og vi bliver nødt til at køre det op i stor skala, fordi at ellers så kommer vi ikke i mål ift. CO2.* - Forskeren

10 Sammenfatning og diskussion af resultater

I dette kapitel vil resultaterne fra de tidligere kapitler diskuteres. Interviewundersøgelsen med relevante aktører fra branchen diskuteres og sammenholdes med det præsenterede litteratur. Sammen danner de grundlag for besvarelse af problemformuleringen og de tilhørende underspørgsmål. Diskussionen er inddelt i fire afsnit, et for hvert underspørgsmål i problemformuleringen.

10.1 Beskrivelse af bæredygtighed

For at opnå en forståelse af begrebet bæredygtig udvikling i et globalt perspektiv og hvordan det har fået afsæt i Danmark, samt hvordan bæredygtighed skal forstås i relation til infrastruktur, blev følgende underspørgsmål stillet i projektbeskrivelsen:

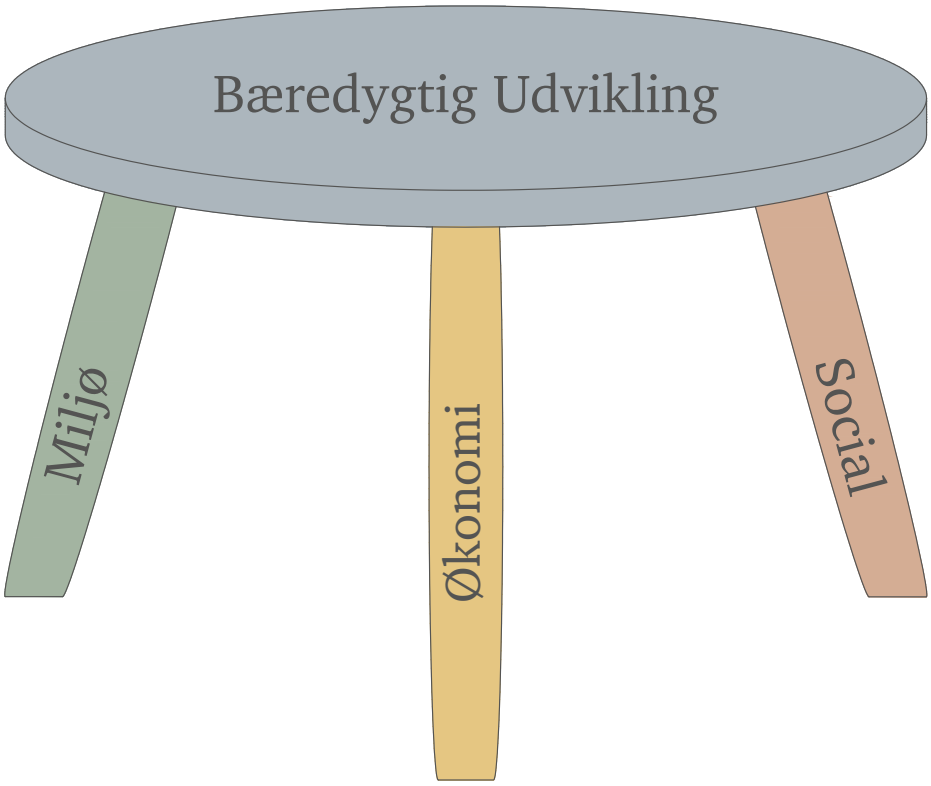
> *Hvad definerer bæredygtig udvikling og hvordan skal det forstås i relation til infrastruktur?*

I det globale, historiske tilbageblik for begrebet bæredygtig udvikling, præsenteres en række begivenheder og publikationer, der har været med til at påvirke hvordan begrebet defineres i dag. Gennemgangen viser hvordan begrebet bæredygtig udvikling har udviklet sig over tid, siden at der først kom fokus på bæredygtighed i 1950-60'erne. På trods af at det i år er 50 år siden FN's første miljøkonference, Stockholmkonferencen, blev afholdt, er der stadig forskellige beskrivelser af bæredygtighed, og ingen fast definition på hvordan en bæredygtig udvikling bedst sikres.

Tidligt var en bæredygtig udvikling primært forbundet med fokus på miljø, natur og ressourcebevarelse. Udgivelsen af Brundtlandrapporten "Our Common Future" i 1987, præsenterede en ny fortolkning og definition af bæredygtig udvikling, som i dag stadig er den mest kendte og anvendte. Brundtlandrapporten knytter fattigdomsbekæmpelse og miljøbeskyttelse sammen, og slår fast at det er væsentligt at indtænke behovet til de fremtidige generationer. Rapporten var også medvirkende til at introducere de tre dimensioner af bæredygtig udvikling; miljømæssig-, social- og økonomisk bæredygtighed. Efter udgivelsen af Brundtlandrapporten er der udarbejdet en række modeller, der beskriver samspillet mellem de tre dimensioner, som præsenteret i kapitel 3.3.

Rådgiveren, Vejdirektoratet og Nye Veier referer til Brundtlandrapportens definition af *bæredygtig udvikling*, når de beskriver bæredygtighed, hvor det tydeliggøres at det nuværende behov skal opfyldes, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.

Beskrivelsen af bæredygtig udvikling med de tre dimensioner: social-, økonomisk- og miljømæssige bæredygtighed anvendes også af alle respondenterne i interviewundersøgelsen. Det er tydelig, at tre-søjlemodellen, præsenteret på figur 3.3 på side 25 er en velkendt beskrivelse af bæredygtighed af aktørerne i branchen. Forskeren og Rådgiveren pointerer at det er vigtigt at der er en balance mellem de tre dimensioner af bæredygtighed, hvilket også fremgår af overlapsmodellen præsenteret på figur 3.5 på side 27. Som det fremgår af figur 10.1, kan tre-søjlemodellen også illustreres som en tre-benet skammel, hvor skamlen vælter, hvis et af benene mangler.



Figur 10.1: Tre-søjlemodellen illustreret som en tre-benet skammel.

Ingen af respondenterne referer til rangeringsmodellen præsenteret på figur 3.6 på side 27, der beskriver samspillet mellem de tre dimensioner af bæredygtighed, hvor den økonomiske og sociale dimension, ikke må overskride miljømæssig bæredygtighed. Dette kan være grundet det traditionelle beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter, præsenteret i kapitel 8 på side 63, hvor der lægges stor vægt på samfundsøkonomi. Ligeledes indeholder den samfundsøkonomiske analyse som regel ikke LCA på anlægsfasen. Nye Veier mener at der ofte ikke er fokus på ikke-prissatte miljøkonsekvenser, hvorfor de kan blive sekundære prioriteter i projekter. Derved skabes der ofte et stort fokus på økonomisk bæredygtighed i projekter. Forskeren mener ligeledes at der inden for byggeriet altid har været fokus på økonomi, men der er kommet et større fokus på miljø og LCA, grundet brugen af DGNB.

De seneste år er der igen kommet et større fokus på naturbevarelse og biodiversitet. På trods af at FN's Naturpanel ikke har fået den samme opmærksomhed som FN's Klimapanel, er det tydeligt at bæredygtig udvikling skal relateres til mere end klimaforandringer og -udfordringer. Videre er det vigtigt at en bæredygtig udvikling, har et bredere fokus end blot udledningen af drivhusgasser.

I dag er FN's 17 Verdensmål et vigtigt værktøj til at beskrive og arbejde mod en bæredygtig udvikling i hele verden. Verdensmålene bygger på de tre dimensioner; miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed, som blev introduceret i forlængelse af Brundtlandrapporten. Entreprenøren, Rådgiveren og Vejdirektoratet nævner ikke FN's verdensmål i beskrivelsen af eller arbejdet med bæredygtighed. Dette på trods af at alle tre, jævnfør deres hjemmesider, anvender verdensmålene i arbejdet med bæredygtighed (Arkil, u.å.; Rambøll, u.å.; Vejdirektoratet, 2022c). Respondenterne havde ikke fået tilsendt spørgsmålet vedrørende beskrivelse af bæredygtighed på forhånd, hvilket kan forklare at FN's Verdensmål ikke indgår i besvarelsen hos alle

respondenterne. Modsat bruger Nye Veier FN's Verdensmål aktivt og anvender det som et værktøj til at beskrive, hvordan de arbejder med bæredygtighed. Verdensmålerne indgår i Nye Veiers bæredygtighedsstrategi, hvor det er udpeget hvilke verdensmål de har særligt fokus på. Der er udpeget tre verdensmål, 8, 9 og 13 som berører alle de tre dimensioner af bæredygtighed.

Fra et dansk perspektiv er det tydeligt, at de globale initiativer har fået afsæt nationalt. I følge Regeringen (2021b) er Danmark førende globalt i opfyldelse af de 17 Verdensmål. Samtidig med at der kom fokus på miljø internationalt, begyndte arbejdet med bæredygtighed også i Danmark, blandt andet med stiftelsen af nationale miljøbevægelser og -organisationer. Efter udgivelse af Brundtlandrapport, kom der et stort fokus på bæredygtig udvikling i dansk politik, og der blev udarbejdet en række handlingsplaner i forskellige sektorer, for at tilstræbe en bæredygtig udvikling nationalt. En af handlingsplanerne "Energi 2000" var i følge Tornbjerg (2020), med til at sætte Danmark på verdenskortet, som det første land i verden med målsætninger for reduktion af drivhusgasser.

Bæredygtighed i relation til transport har ikke været et fokusområde, eller blevet nævnt som et kendetegn for en bæredygtig udvikling, i global sammenhæng, før Rio+20 konferencen i 2012. I konferencedokumentet "The Future We Want" fremhæves bæredygtig transport, som væsentlig for at opnå en bæredygtig udvikling. I 2016 definerer UN (2016) infrastrukturen som en del af en bæredygtig transport. Bæredygtig transport og bæredygtig infrastruktur er knyttet tæt sammen, og de tre dimensioner af bæredygtighed kan sættes i relation til transport, såvel som transportinfrastrukturen, som er grundlaget for at opnå en bæredygtig transport.

Rådgiveren nævner i interviewet, at de for ti år siden arbejdede med bæredygtig transport, i form af fokus på transportmiddelvalg. Dette stemmer overens med at bæredygtig transport, blev et fokusområde for den bæredygtige udvikling globalt i 2012. På trods af en række handlingsplaner inden for transportsektoren i Danmark, viser litteraturen og de nationale udledninger, at det ikke er lykkes at ændre tendensen af den stigende udledning i transportsektoren.

I transportsektoren i Danmark har der og er stadig et stort fokus på drivhusgasudledning, hvilket også er gældende for infrastrukturen. Rådgiveren og Nye Veier mener at en bæredygtig udvikling i relation til infrastruktur, skal forstås som mere end CO2. De mener ligeledes, at det er vigtig at betragte bæredygtigheden af infrastrukturprojekter i hele projektets levetid, og ikke blot i anlægsfasen.

Litteratursøgningen underbygger at det er væsentlig at vurdere det ud fra et livscyklusperspektiv, hvor der både tages hensyn til udledninger fra anlæg, drift og vedligehold samt efter endt levetid. Samtidig er det vigtigt at ikke bare vurdere infrastrukturens bæredygtighed ud fra klimaaftrykket i alle projektets faser. Herunder indgår infrastrukturen indgreb på natur og miljø, herunder forhold som forringer biodiversitet og arealændringer samt sociale dimensioner.

Når respondenterne beskriver bæredygtig udvikling i relation til infrastruktur, nævner Entreprenøren minimering af ressource- og energiforbrug, samt genbrug. Videre har Entreprenøren er stort fokus på social bæredygtighed, ved at beskæftige sociale udsatte, samt fremme ligestilling, uddannelse og diversitet i virksomheden. Den økonomiske dimension kommer tydeligt til udtryk ved at Entreprenøren mener at den ekstra omkostning ved bæredygtighedstiltag skal betales af bygherren.

Vejdirektoratet har fokus på sociale dimensioner, som støjbekæmpelse og arbejdsmiljø, når de beskriver bæredygtighed i relation til infrastruktur. Desuden beskrives miljømæssige dimensioner,

som flora og fauna, biodiversitet, miljø og klima, som værende vigtige. I øvrigt nævnes der at Vejdirektoratet vurderer bæredygtighedstiltag ud fra et økonomisk aspekt, hvorfor den økonomiske dimension også kommer til udtryk gennem deres beskrivelse bæredygtighed i relation til infrastruktur.

Nye Veier beskriver at en bæredygtig udvikling i relation til infrastruktur, må betragtes på baggrund af de tre dimensioner af bæredygtighed. Infrastrukturprojekter skal være økonomisk holdbare, mens der samtidig tages hensyn til samfundet, naturen og menneskerne omkring. Dette understøtter at der skal tages hensyn til alle dimensioner af bæredygtighed, og der ikke kan undlades en dimension.

Det vurderes at der i branchen er et tilstrækkeligt vidensniveau til at beskrive bæredygtig udvikling, men der er udfordringer med at sætte det i relation til infrastruktur. Når respondenterne sætter bæredygtig udvikling i relation til infrastruktur, er der et tydeligt fokus på kvantificerbare konsekvenser, som drivhusgasudledninger, mens at ikke-prissatte konsekvenser, som biodiversitet og naturbevarelse, ikke har det samme fokus. Dette er problematisk, da en bæredygtig udvikling i infrastrukturprojekter ikke blot kan sikres ved økonomisk bæredygtighed, der skal også være fokus på social- og miljømæssig bæredygtighed.

10.2 Potentialet ved bæredygtighed i infrastrukturprojekter

For at undersøge drivhusgasudledningerne fra infrastruktursektoren i dag, samt hvilket potentiale der er for reduktion af drivhusgasser i sektoren, blev følgende underspørgsmål stillet i projektbeskrivelsen:

Hvilket potentiale er der for reducering af drivhusgasudledning i infrastrukturprojekter?

Gennem undersøgelse af Danmarks drivhusgasudledning, ses der at den siden 1990-erne har været faldende. Samtidig er de globale drivhusgasudledningerne stigende. Igennem Kyotoaftalen, og senere Parisaftalen har Danmark forpligtet sig til at reducere udledningen af drivhusgasser. Forpligtelserne er blevet implementeret i den danske lovgivning gennem den nye klimalov, hvor målsætningen er at reducere CO2-udledningen med 50-54 % i 2025, 70 % i 2030 og at opnå klimaneutralitet i 2050. Samtidig viser Klimarådets Statusrapport fra 2022 at der kræver yderligere tiltag hvis de ambitiøse nationale klimamål skal opnås. (Klimarådet, 2022)

De danske klimamålsætninger er baseret på territorial-princippet, hvilket betyder at det blot er udledningerne fra dansk territorium, der medregnes når opgørelserne og målsætningerne måles op mod Klimaloven. Klimarådet (2022) mener at Danmark bør tage et bredere ansvar for udledninger fra varer og tjenester, der importeres til Danmark, men at de ikke bør medregnes i den danske opgørelse, som Klimalovens målsætninger er knyttet op mod.

Som præsenteret i afsnit 7.1.1 på side 54 findes der ikke opgørelser over hvor stor en andel af drivhusgasudledningen i Danmark der kommer fra infrastrukturen, da bygge- og anlægsbranchen opgøres samlet, og enten med eller uden fremstillingserhvervsektoren. Dette gør det vanskeligt, at estimere hvor stort potentialet for reduktion af drivhusgasser, inden for infrastruktur, er i Danmark. Endvidere er det også væsentligt at antage at dele af udledningen fra transportsektoren kan relateres tilbage til infrastrukturen, igennem aktiviteter som transport af materialer og drift af infrastruktur. Skanska (2021) estimerer at omkring 4-5 % af udledningerne fra transportsektoren i Norge stammer fra bygge- og anlægsvirksomheder.

Opgørelser fra Sverige estimerer udledningen fra infrastruktur til at være 2,8-3,0 mio. tons CO2e årligt. I følge Karlsson (2020) er det mulig at reducere udledninger fra bygge- og anlægssektoren i Sverige med 50 % inden 2030, med allerede tilgængelig teknologi og eksisterende tiltag. For opnåelse af nettonuludledning i 2045 vil det kræve omfattende tiltag, som inkluderer nye teknologier inden for anlægsmaskiner- og køretøjer, samt beton- og stålindustrien.

Som præsenteret i afsnit 7.1.3, stammer omkring 25 % af udledningerne fra nyanlæg af infrastruktur, fra direkte udledninger på anlægspladsen, i form af fossile brændsler i anlægsmaskiner, som anvendes til masseflytning og -håndtering. De resterende 75 % af udledningerne kan betegnes som indirekte udledninger, der stammer fra produktion af materialer som stål, beton og asfalt, samt transport af materialer til anlægspladsen. Fordelingen mellem direkte og indirekte udledninger viser, at det er væsentlige udledninger fra materialeproduktion, mens de direkte udledninger fra anlægspladsen står for en mindre andel. De direkte udledninger på anlægspladsen, er baseret på territorial-princippet og vil dermed indgå i Energistyrelsens opgørelser for drivhusgasser. Indirekte udledninger som stammer fra transport og materialeproduktion i Danmark vil ligeledes indgå i Energistyrelsens opgørelse, mens indirekte udledninger som stammer fra udlandet ikke vil indgå. Eksempelvis vil udledninger fra beton produceret i Danmark, som anvendes i en brokonstruktion indgå i opgørelsen, og udledninger fra stål produceret i Kina, der også anvendes til brokonstruktionen, ikke indgå i opgørelsen.

Ved undersøgelse af potentialet for reduktion af udledninger i infrastrukturprojekter, er det væsentligt at betragte udledningerne fra drift og vedligehold. Analyser fra Norge og Sverige viser at de årlige udledninger fra drift og vedligehold udgør en større andel af de nationale udledninger, end udledninger fra infrastruktur end nyanlæg. Det er relevant at vurdere drivhusgasudledninger fra infrastrukturprojekter i et livscykusperspektiv, hvor der tages højde for udledninger fra alle projektets faser. Ved anvendelse af LCA-beregninger, er det væsentlig at vurdere flest mulig faser, så det bliver en 'cradle-to-cradle' vurdering. Herunder produktionsfasen (A1-A3), anlægsfasen (A4-A5), brugsfasen (B1-B7), endt levetid (C1-C4) samt D-fasen for næste produktsystem som figur 8.1 på side 63 viser. InfraLCA medtager i dag kun faserne A1-A5 samt udskiftningsfasen B4, hvilket gør at den vurderer projektet fra 'cradle-to-practical-completion'. Dette gør at beregningen ikke er en fuldstændig livscyklusvurdering, som medregner alle faser i projektets livscyklus.

Alligevel vil både direkte og indirekte udledninger fra et infrastrukturprojekt indgå i InfraLCA-beregningen for det specifikke infrastrukturprojekt, hvor det ikke skelnes på oprindelsen af produktet. Gennem EPD'er vil produkters miljøpåvirkning, energi- og ressourceforbrug, samt affaldsgenering dokumentes. Ved produktspecifikke EPD'er vil det være muligt at sammenligne forskellige produkter, og det vil fremgå hvis beton produceret i Danmark er mere miljøvenlig end beton produceret i udlandet.

Det vurderes at der er potentialer for at reducere drivhusgasudledningen fra infrastruktur, på trods at det ikke er muligt at opgøre hvor meget udledning der er relateret hertil. Det er vigtigt at pointere væsentligheden i at reducere både direkte udledninger fra anlægspladsen, såvel som indirekte udledninger fra produkter og materialer, der anvendes i projektet. Selvom udenlandske udledninger ikke indgår i Danmarks territoriale opgørelse af drivhusgasudledninger, og ikke har indflydelse på Klimalovens målsætninger, vil det stadig påvirke det globale klima.

10.3 Arbejdet med bæredygtighed

For at undersøge hvordan aktører i branchen arbejder med bæredygtighed i infrastrukturprojekter og hvorvidt arbejdet er ændret de seneste år, blev nedenstående underspørgsmål stillet i projektbeskrivelsen:

Hvordan arbejder aktører i branchen med bæredygtighed i infrastrukturprojekter i dag?

Rådgiveren, Vejdirektoratet og Entreprenøren mener alle at der er sket en stor udvikling i arbejdet med bæredygtighed de seneste 2-4 år. Rådgiveren påpeger at de tidligere primært arbejdede med bæredygtig transport, hvor der var fokus på transportmiddelvalg, og der kun inden for de seneste 3-4 år, er begyndt at komme fokus på arbejdet med bæredygtighed i infrastrukturprojekter. Vejdirektoratet mener at den største forskel sammenlignet med tidligere, er at der nu arbejdes med konkrete tal, tredjepartsverificeret data gennem EPD'er og InfraLCA, som kan håndtere dette. Forskeren mener at myndighederne har spillet en vigtig rolle i udviklingen af arbejdet med bæredygtighed inden for byggeriet.

I byggeriet har der i en længere periode været et stort fokus på reduktion af driftsenergiforbruget i nybyggeri. Dette er kommet til udtryk ved løbende stramninger af energirammen, siden det første bygningsreglement med energikrav kom i 1961 (BUILD, 2017). Inden for infrastruktur findes der ikke myndighedskrav vedrørende bæredygtighed, og det øgede fokus på arbejdet med bæredygtighed de seneste 2-4 år, kan skyldes Klimaloven fra 2020, hvor Danmark for første gang får lovfæstet konkrete målsætninger om reduktionen af drivhusgasser.

Nye Veier mener at brugen af CEEQUAL i Norge har bidraget til udviklingen af arbejdet med bæredygtighed, og har skabt et øget fokus på bæredygtighed i infrastrukturprojekter. Dette har resulteret i at Nye Veier og Vegvesenet har vedtaget at bruge det i alle større infrastrukturprojekter. Både Rådgiveren og Nye Veier mener at CEEQUAL kan påvirke arbejdet med bæredygtighed, ved at ændre den gængse arbejdsproces, grundet fokusset på alle aspekter af bæredygtighed. Ligeledes mener Forskeren af DGNB har påvirket arbejdet med bæredygtighed i byggeriet, ved at skabe et øget fokus på miljø.

Hverken Entreprenøren, Rådgiveren eller Vejdirektoratet har konkrete målsætninger for arbejdet med bæredygtighed, på trods af dette har disse respondenter alle en bæredygtighedsstrategi. Entreprenøren lægger i deres strategi vægt på social bæredygtighed, og har blandt andet målsætninger om mængden af lærlinge i arbejdsstyrken og kvinder i ledelsen. Rådgiverens strategi anser arbejdet med bæredygtighed som et samfundsansvar, hvor viden forpligter og der er et ansvar om at oplyse kunder om hvordan der i projekter bedst arbejdes med bæredygtighed. Vejdirektoratet har en strategi om at lykkes med bæredygtighed, hvor det giver størst effekt, hvilket blandt andet kommer til udtryk ved at der udarbejdes økonomiske analyser af bæredygtighedstiltag, og derfra vurderes om tiltaget er inden for betalingsvilligheden. Denne strategi har Vejdirektoratet blandt andet anvendt på HVO-diesel, hvor de mener at effekten er for lille sammenlignet med prisen, hvorfor der inden for drivmidler fokuseres mere på el-maskinel. FN's 17 verdensmål er en del af Entreprenørens, Rådgiverens og Vejdirektoratets bæredygtighedsstrategier, hvor de har udpeget hvilke verdensmål, der er centrale i virksomhedens arbejde mod en bæredygtig udvikling. Nye Veier har som den eneste respondent konkrete målsætninger for arbejdet med miljømæssig bæredygtighed; en reduktion af drivhusgasudledningen i anlæg på 50 % og i drift 75 % sammenlignet med 2005.

Vejdirektoratet har ikke konkrete målsætninger om årlig reduktion af drivhusgasudledning, da de mener at vil være for svært. De forventer umiddelbart ikke at der i Vejdirektoratet vil komme konkrete krav og målsætninger om reducering af drivhusgasudledning i fremtiden. Dette kan være grundet at Vejdirektoratet ikke kender udledningen fra deres infrastrukturprojekter, hvilket er en betingelse for at opstille målsætninger og krav til reduktion af drivhusgasudledning. Yderligere stiller de ikke krav i udbud til reducering af drivhusgasudledningen, da de mener at det bliver for ambitiøst, og medfører at færre byder på entrepriserne, hvilket betyder at prisen for Vejdirektoratet stiger. Dette er sammenhængende med til at Vejdirektoratet vægter den økonomiske bæredygtighed højt, og ønsker at opnå mest bæredygtighed for færrest penge. Yderligere ønsker Vejdirektoratet at udføre projekter, som bidrager positivt til samfundsøkonomien. Entreprenøren fortæller i interviewet at de er klar til at levere på bæredygtighed, hvis Vejdirektoratet stiller krav herom, blot det er præciseret hvilke tiltag der konkurreres på i udbuddet. Ligeledes har Nye Veier oplevet at entreprenører kan levere på bæredygtighedstiltag.

Arbejdet med bæredygtighed i infrastrukturprojekter varierer afhængig af rollen i branchen. Entreprenøren er som udgangspunkt den udførende part og skal udføre en veldefineret opgave, med mange forskellige krav stillet af bygherren. Dette sætter store begrænsninger for entreprenørens muligheden for at påvirke projekter og implementere bæredygtighedsfremmende tiltag. Dette er også illustreret på figur 7.4 på side 59, hvor bygherren har større påvirkningskraft end entreprenøren. Nye Veier anvender udelukkende totalentrepriser, hvor projektet ikke er færdigdesignet, og det er op til entreprenøren at finde de gode løsninger ud fra definerede funktionskrav. Dette gør at totalentreprenøren har væsentligt større mulighed for at påvirke et projekt, til blandt andet at inkludere bæredygtighedstiltag. Entreprenøren mener ligeledes, at de har et langt større potentiale for at påvirke projektet i totalentrepriser, og ved tidlig inddragelse af entreprenøren i projektet. Nye Veier mener også at der i totalentrepriser er mere rum for innovation og mulighed for at afprøve nye tiltag og teknologier.

Rådgiveren arbejder meget med screeninger af projekter, hvor de undersøger mulige bæredygtighedstiltag og om de er anvendelige. De lægger vægt på at det er vigtigt at blive tilknyttet projekter så tidligt som muligt, hvor der er bedre muligheder for at påvirke beslutninger og løsninger. Rådgiveren beskriver også dette i deres strategi, hvor der er fokus på at viden forpligter, og det er vigtigt at oplyse kunder om hvordan bæredygtighed bedst implementeres i projektet, hvilket bedst kan opnås i de tidlige projektfaser. Dette stemmer overens med afsnit 7.2.5 på side 59, hvor det findes at er der størst mulighed for at påvirke projekter i de tidlige faser, hvor beslutninger ikke er fastlagte endnu. Ligeledes kan det også være fordelagtigt at inddrage entreprenøren tidligt i projekter. Dette gør at bygherre, rådgiver og entreprenør samarbejder tidligt, hvilket fremmer ekspertisen i projektet. Tidlig inddragelse kan også bidrage til bedre integration af beslutninger fra planlægningsfasen i konstruktionsfasen, mindre risiko, økonomiske- og tidsbesparelser, samt forbedring af bæredygtighed i projektet. (Kadefors et al., 2021; Sanchez et al., 2015; Vignisdóttir et al., 2021).

Entreprenøren nævner at 60-70 % af deres projekter er vundet ved en konkurrence udelukkende på pris. Fernando & Guppy (2006) skriver at projekter hvor entreprenører kun konkurrerer på pris, har en større risiko for blandt andet forsinkelser, budgetoverskridelser og dårlig udførelse. Endvidere nævner Entreprenøren at der i udbud hvor der konkurreres på pris, ikke stilles krav til reduktion af drivhusgasser. Nye Veier nævner at de i et projekt har anvendt bæredygtighed og reduktion af drivhusgasser som et tildelingskriterie. Kadefors et al. (2021)

undersøger projektcases i flere lande, hvor der er anvendt krav til reduktion af drivhusgasser i udbud. I Australien har der været projekter med krav til reduktion af drivhusgasser i forhold til en opstillet baseline på 15-25 %, og i Holland og Storbritannien op til 50 %. I Holland fik entreprenøren op til 5 % 'rabat' på prisen givet i udbuddet, afhængig af hvor meget de har som målsætning at reducere drivhusgasudledningen. Den satte målsætning af reduktion af drivhusgasudledning blev skrevet ind i kontrakten, og hvis denne ikke blev overholdt, fik entreprenøren en bøde svarende til 1,5 gange rabatsummen. I Australien fik entreprenøren ikke bøder hvis målsætninger ikke blev overholdt, da bygherre mente det ville hindre den optimale innovation, grundet usikkerheder ved entreprenøren. I Sverige har der siden 2016 være krav til reduktion af drivhusgasudledningen i projekter med en pris over 5 mio. euro, hvor målsætninger for reduktionen øges afhængig af hvornår anlægget tages i drift, for at stemme overens med de nationale klimamålsætninger, der bliver mere ambitiøse over tid. Her gives der op til 1 % af anlægssummen i bonus, hvis entreprenøren overholder eller overgår reduktionsmålsætningen. I Sverige har der været udfordringer med at målsætninger ikke var ambitiøse nok, og entreprenører kunne overholde dem ved traditionel designoptimering. I Storbritannien blev der lagt vægt på betydningen af tidlig indragelse og samarbejde med entreprenører, for at opnå reduktionsmålene. Kadefors et al. (2021) lægger vægt på at målsætninger til reduktion af drivhusgasser i udbud er et nyt og komplekst type arbejde, hvor der findes mange forskellige metoder, som stadig er under udvikling.

Entreprenøren lægger i interviewet vægt på at eventuelle øgede omkostninger ved bæredygtighedstiltag skal betales af bygherren. Entreprenøren forklarer det med at de oftest konkurrerer på pris, hvorfor de ikke har mulighed for at anvende yderligere ressourcer på bæredygtighedstiltag. Det stemmer overens med Roth et al. (2022), som skriver at Norges 100 største entreprenører i 2020 havde en fortjeneste på 4,4 %. Nye Veier mener at reducering af drivhusgasudledninger og økonomiske besparelser ofte er sammenhængende, grundet potentialet i designoptimering af materialer. Entreprenøren fortæller at de ofte ikke har mulighed for designoptimering, da projektet ofte er færdigprojekteret når de inddrages i projektet. Kadefors et al. (2019) og Nye Veier mener at omkostninger forbundet med innovation ikke udelukkende skal betales af entreprenørerne, men at en del af det også skal betales af bygherrer.

Vejdirektoratet arbejder som tidligere nævnt ud fra strategien om at lykkes med bæredygtighed, hvor det giver størst effekt. Dette afspejles i at de fokuserer arbejdet med bæredygtighed, på kvantificerbare konsekvenser, eksempelvis drivhusgasudledning. Det store fokus på drivhusgasudledning afspejles også i Klimaloven, hvor målsætningerne udelukkende er omhandlende drivhusgasudledning. Vejdirektoratet arbejder i projekter med at opstille en baseline for drivhusgasudledning, hvor der i udbuddet er krav til at drivhusgasudledning skal være lig eller mindre end baselinen. Til beregning af baselinen anvender Vejdirektoratet InfraLCA og markedsgennemsnitlige branche-EPD'er. InfraLCA danner et fælles beregningsgrundlag for hele branchen, hvor Vejdirektoratet lægger vægt på at inddrage relevante aktører, så værktøjet bliver brugbart for alle.

Ivanov et al. (2019) undersøger nogle af usikkerhederne ved brug af LCA-modeller, som InfraLCA, i infrastrukturprojekter. Det findes at udover emissionfaktorer, er der også stor usikkerhed forbundet med materialemængder og levetid af materialer. Endvidere skrives der at det er vigtigt at have disse usikkerheder in mente når en LCA vurderes. Tidligere transportminister Benny Engelbrecht valgte i Infrastrukturplan 2035 at undlade InfraLCA-beregninger på drivhusgasudledning i anlægsfasen, blandt andet grundet en stor usikkerhed

i beregningerne, herunder særligt omkring teknologisk udvikling, der har indflydelse på drivhusgasudledning (Lindqvist & Andersen, 2022b).

InfraLCA kan håndtere kvantificerbare miljøkonsekvenser, som drivhusgasudledning, forsuring og nedbrydning af ozonlaget, men konsekvenser der ikke kan kvantificeres på en tilfredsstillende måde, som biodiversitet og naturbevarelse, kan ikke indgå i modellen. Disse skal håndteres i mere kvalitative undersøgelser, som eksempelvis miljøkonsekvensvurderinger, men kan også bearbejdes i bæredygtighedscertificeringer, som eksempelvis CEEQUAL, der kan anvendes i infrastrukturprojekter. CEEQUAL indeholder otte kategorier der spænder fra samfund og interesser til arealbrug og økologi, hvilket gør at også ikke-kvantificerbare konsekvenser bearbejdes. Nye Veier og Rådgiveren lægger desuden vægt på at det ikke er den endelige certificering i CEEQUAL som er vigtig, men at en bredere reflektion af bæredygtighed nu indgår i arbejdsprocessen.

Der har i Danmark endnu ikke været et projekt, der er CEEQUAL-certificeret, men Rådgiveren nævner at de har arbejdet med projekter, som er gjort certificerbare. Endvidere anvender Rådgiveren kategorier og emner fra CEEQUAL og DGNB når de screener projekter. CEEQUAL er mere anvendt i andre lande, herunder Norge og Sverige, hvor flere projekter er CEEQUAL-certificeret, og i Norge stiller Nye Veier krav til at alle større projekter skal CEEQUAL-certificeres. Statens Vegvesen har krav til anvendelse af CEEQUAL ved projekter over 200 mio. NOK. Vejdirektoratet mener at den objektive tilgang i InfraLCA er at foretrække, fremfor den mere subjektive tilgang i CEEQUAL, og er arbejder derfor ikke med CEEQUAL mere.

Forskeren fortæller at der i byggeriet er tæt sammenhæng mellem DGNB og LCAbyg. LCAbyg er et værktøj til at håndtere livscyklusvurderinger, mens DGNB bearbejder de øvrige aspekter, der indgår i bæredygtigt byggeri. Livscyklusvurderinger er en kategori i DGNB, der er vægter 9 % af den samlede certificering. Forskeren mener ligeledes at brugen af DGNB har skabt et øget fokus på miljø i byggeriet.

I forhold til drivhusgasudledning er InfraLCA god til at sammenligne mellem projekter, og optimere inden for det enkelte projekt. Men i det holistiske tilgang med bæredygtighed, som inkluderer alle tre dimensioner er InfraLCA ikke tilstrækkelig. Her er CEEQUAL et bedre alternativ, da de forskellige kategorier og emner behandler alle tre dimensioner af bæredygtighed.

I den politiske beslutningsproces for infrastrukturprojekter i Danmark indgår blandt andet samfundsøkonomiske analyser og miljøkonsekvensvurderinger. Den samfundsøkonomiske analyse består af en cost-benefit analyse, der undersøger de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger ved et infrastrukturprojekt. Cost-benefit analysen baseres blandt andet på de transportøkonomiske enhedspriser, der er enhedspriser som skal anvendes på transportområdet. Brugergevinster, herunder tidsomkostninger, udgør ofte en væsentlig del af den samfundsøkonomiske analyse på transportområdet, hvilket betyder at forbedringer af rejsetider vil have en betydelig vægtning i den endelige analyse. Miljømæssig bæredygtighed indgår blandt andet i den samfundsøkonomiske analyse ved eksterne klimaeffekter, som er bestående af drivhusgasudledninger fra den ændrede trafikmængde og -sammensætning. Her anvendes de transportøkonomiske enhedspriser til at omsætte den ændrede drivhusgasudledning til en samfundsøkonomisk gevinst eller omkostning. Prisen på drivhusgasudledning i de transportøkonomiske enhedspriser baseres på prisen for CO2-kvoter i EU's kvotesystem, og repræsenterer derfor betalingsvilligheden for drivhusgasudledning. Dette stemmer ikke overens med den overordnede målsætning for en cost-benefit analyse, som er at beregne de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger. Prisen for drivhusgasudledning bør nærmere

være baseret på den skadevirkning på samfundsøkonomien udledningen har. Yderligere har prisen på CO2-kvoter tidligere været væsentligt lavere end de samfundsøkonomiske konsekvenser af udledningen. I 2018 var CO2-kvoteprisen 60 kr. per ton, mens Det Økonomiske Råd i 2017 opgjorde de samfundsøkonomiske omkostninger til at være 563 kr. per ton. (Thuesen, 2019; Det Økonomiske Råd, 2018) I dag er den transportøkonomiske enhedspris på drivhusgasudledning steget til 617 kr. per ton. Endvidere indgår drivhusgasudledning fra anlæg som regel ikke i den samfundsøkonomiske analyse af infrastrukturprojekter.

Manzo & Salling (2016) undersøger effekten hvis LCA-beregninger, herunder drivhusgasudledning fra anlæg, inkluderes i en cost-benefit analyse. Det findes ved et casestudie af Kronprinsesse Marys Bro i Frederikssund, at inklusionen af LCA-beregninger har stor indflydelse på de eksterne effekter, en stigning på 246 %. Derfor vurderes det at inddragelsen af LCA-beregninger i en cost-benefit analyse kan have en væsentlig indflydelse på det samfundsøkonomiske beslutningsgrundlag i infrastrukturprojekter.

I 2021 blev "Infrastrukturplan 2035" offentliggjort, og præsenteret som værende, i modsætning til tidligere infrastrukturplaner CO2-neutral. At præsentere planen som værende CO2-neutral baseres på samfundsøkonomiske analyser, hvor der kun indgår drivhusgasudledning fra den ændrede trafikmængde og -sammensætning; ikke fra anlæg af infrastruktur. (Finansministeriet, 2021a) Ingeniøren publicerede i januar 2022 en artikel navngivet "Ingeniøren afslører: Sådan blev infrastrukturaftale til 160 mia. kr. vasket grøn". Der bliver i artiklen skrevet at drivhusgasudledning fra anlæg ikke indgår i Infrastrukturplan 2035, hvorfor det er misvisende at præsentere planen som værende CO2-neutral. I en tidligere artikel publiceret af Information, kritiserer eksperter at drivhusgasudledning fra anlæg ikke er med i planen, og betegner det som værende misvisende. I samme artikel forklarede daværende transportminister Benny Engelbrecht beslutningen om ikke at inkludere anlægsfasen, med at det er den gængse metode, og at anlægsfasen er underlagt EU's kvotesystem. Yderligere nævner Benny Engelbrecht at infrastrukturplanen omhandler adfærdsændringer som har permanente og varige konsekvenser, og ikke anlæg, hvor udledningen kun vil være i anlægsperioden. (Lindqvist & Andersen, 2022b; Gjerding et al., 2021)

Nu kan spørgsmålet stilles om Infrastrukturplanen stadig kan beskrives som værende "i sig selv CO2-neutral", eller drivhusgasudledning fra anlæg har ændret denne opfattelse (Finansministeriet, 2021a). Efterspillet af Ingeniørens artiklen førte til at Benny Engelbrecht måtte afgå som transportminister (Lindqvist et al., 2022).

Ikke-kvantificerbare miljøkonsekvenser, som biodiversitet og naturbevarelse, der ikke kan behandles i en samfundsøkonomisk analyse, skal behandles ved mere kvalitative metoder, eksempelvis en miljøkonsekvensvurdering. Nye Veier mener at disse konsekvenser ofte kan blive sekundære prioriteter i projekter, og arbejder derfor i samarbejde med rådgivningsvirksomheder, på at finde nye og bedre metoder til at kvantificere og prissætte disse konsekvenser, så de er nemmere at prioritere i projekter. Hvis konsekvenser bliver prissatte, kan de indgå i den samfundsøkonomiske analyse, på niveau med trafikændringer og drivhusgasudledninger. Vejdirektoratet beskriver ligeledes miljøkonsekvensvurderinger som et supplement til InfraLCA, og fremhæver ideen om at de to muligvis kan forenes i en samlet model i fremtiden.

Som præsenteret i afsnit 7.2.5 på side 59 har aktører i branchen forskellige muligheder for at påvirke bæredygtighed i infrastrukturprojekter, hvor myndighederne har størst påvirkningskraft. Dette er grundet muligheden for at regulere krav i branchen. Der findes lige nu ikke et apparat der regulerer projekter i infrastrukturbranchen. Modsat findes der i byggeriet bygningsreglementet,

der indeholder krav som alle byggearbejder skal overholde (Bolig- og Planstyrelsen, u.å.). I bygningsreglementet har der over en årrække været løbende stramninger af energirammen, som har medført et mindsket driftsenergiforbrug i nybyggeri. Der er nu et forslag til ændring af BR18 til høring, hvor der foreslås CO2-krav for nybyggeri over 1.000 m^2, med løbende stramninger i fremtiden (Andersen, 2021). Bygherrerne har næststørst mulighed for at påvirke bæredygtighed i infrastrukturprojekter, og har derfor også et stort ansvar, som illustreret på figur 7.4 på side 59. Vejdirektoratet stiller ikke bæredygtighedskrav i deres projekter, modsat Nye Veier der har ambitiøse klimamålsætinger og samtidig også anvender det som et tildelingskriterie i udbud. Nye Veier mener også at bygherrer har et stort samfundsansvar for at drive bæredygtighed i infrastruktur i fremtiden. Endvidere mener de at staten er nødt til at stille krav til infrastrukturprojekter, for at sikre en bæredygtig udvikling. Entreprenøren fortæller ligeledes at de afventer/efterspørger bæredygtighedskrav fra bygherrer og forventer også det vil have en stor indflydelse på deres arbejde i fremtiden.

Det vurderes at arbejdet med bæredygtighed i infrastrukturprojekter i Danmark er mangelfuldt. Der er fra alle aktører et stort fokus på kvantificerbare konsekvenser, især drivhusgasudledning, og ikke-prissatte konsekvenser kan godt blive en sekundær prioritet i projekter. Vejdirektoratet har et stort fokus på implementeringen af InfraLCA, hvor den objektive tilgang skaber en god ramme for vurdering og optimering af drivhusgasudledning, men ikke inddrager andre bæredygtighedsaspekter i projektet. Rådgiveren anvender kategorier og emner fra bæredygtighedscertificeringer i screeninger af projekter, hvilket er positivt, da det sikrer et bredere fokus på alle aspekterne af bæredygtighed.

10.4 Fremtidigt arbejde med bæredygtighed

Det sidste underspørgsmål omhandler hvordan bæredygtig udvikling i infrastruktur skal sikres i fremtiden, med henblik på at opnå en grøn omstilling i branchen. I projektbeskrivelsen er følgende underspørgsmål stillet:

> *Hvordan sikres en bæredygtig udvikling i infrastrukturprojekter i fremtiden?*

Det er utvivlsomt at der skal ske en grøn omstilling i infrastrukturbranchen, hvis Danmark skal kunne opnå sine ambitiøse klimamålsætninger for fremtiden. Respondenterne er overordnet enige om, at krav fra myndighederne er væsentligt for at skubbe i gang udviklingen.

Forskeren er sikker på at myndighedernes krav og trinvise stramninger af energirammen, reguleret igennem Bygningsreglementet, har været væsentlig for at opnå reduceringen i energiforbruget i nybyggeri. Endvidere nævnes DGNB som væsentligt for at skabe fokus på bæredygtighed i byggeriet. Der skal fra 2023 udføres LCA-beregninger på alle byggerier. For byggerier over 1000 m^2 vil der også komme krav for CO2-udledningen, som trinvis vil strammes i 2025, 2027 og 2029. Forskeren mener at aktørene i byggeriet har været glade for en trinvis stramning, da dette har givet forudsigelighed for den ønskede udvikling i branchen.

Nye Veier mener at implementeringen af certificeringsordningen CEEQUAL har været af stor betydning for det store fokus på bæredygtighed i deres projekter. På trods af Nye Veier stiller krav om brug af CEEQUAL i alle større projekter, mener de ikke at det er den endelige certificering som er vigtigst. CEEQUAL har været medvirkende til en større bevidstgørelse omkring bæredygtighed i branchen, hvor det er processen som er væsentlig, og ikke det endelige stempel. Infrastruktur er modsat byggeri i høj grad bygget og ejet af det offentlige. Dermed vil det ikke have den samme

betydning og værdi om en offentlig vej har et CEEQUAL-certificeret som 'excellent', sammenlignet med et byggeri, der er bygget af private virksomheder, som kan sælge bygningen efter opførelse og et stempel kan øge værdien.

Det er relevant at perspektivere til byggeriet, for hvordan en lignende bæredygtig omstilling i infrastruktur kan foregå. Implementering af krav ved trinvise stramninger og brug af DGNB har vist sig at være gunstig for at drive udviklingen i den ønskede retning. Det vurderes at det vil være gunstigt at perspektivere byggeriet, og erfaringerne herfra er eksempler til efterfølgelse for at opnå en lignende omstilling i infrastrukturen.

I lighed med forståelsen af begrebet bæredygtig udvikling, har der også inden for bæredygtig infrastruktur været et stort fokus på drivhusgasudledninger. På trods af dette er det vigtig at forstå bæredygtighed som mere end drivhusgasudledninger. Rådgiveren og Entreprenøren er også af samme opfattelse, da de ønsker at bæredygtighed i infrastruktur skal omhandle mere end CO2 i fremtiden. Samtidig forventer de, at fokusset på CO2 fortsætter, og bliver endnu vigtigere i fremtiden. Rådgiveren håber at det på sigt, bliver kutyme at have en CO2-neutral eller CO2-negativ tilgang i projektene.

Endvidere lægger Entreprenøren vægt på den sociale dimension af bæredygtig infrastruktur, og ønsker at den, vil indgå som et tildelingskriterie i fremtidige udbud, hvilket vil medføre der i større grad bliver konkurrence omkring bæredygtighed, og ikke bare pris som det er i dag. Samtidig udtrykker Entreprenøren at bæredygtighed ofte opfattes som et udefinerbart og flydende begreb, og at der forekommer greenwashing i branchen. De oplever ligeledes at der mangler værktøjer for at kunne vurdere og måle bæredygtighed i projekterne.

Vejdirektoratet satser stort på at videreudvikle InfraLCA, hvor målet på sigt er at opstille krav til reduktion af CO2 i infrastruktur, både i forbindelse med planlægning og anlæg, men også i drift- og vedligeholdsfaserne.

Bygherrerne inden for infrastruktur i Norge har egne målsætninger for reduktion af drivhusgasudledningen. Der er endnu ikke nationale målsætninger for sektoren, som det er tilfældet i Sverige. Nye Veier forventer imidlertid at der vil komme krav fra myndighederne i fremtiden. Alligevel mener Nye Veier, at bygherren har et ansvar for at drive udviklingen, hvor de igennem samfundsansvaret også har et ansvar for at sikre en bæredygtig udvikling.

Vejdirektoratet forventer ikke at anvende bæredygtighedscertificeringer, som eksempelvis CEEQUAL, i fremtiden. Baggrunden for dette, er at de mener pointgivningen i CEEQUAL er for subjektiv. Ved anvendelse af InfraLCA, mener de at få en mere objektiv vurdering af projekterne, da InfraLCA er bygget op af EPD-er, som er tredjepartsvertificeret data. CEEQUAL kan i modsætning til InfraLCA vurdere flere aspekter ved bæredygtighed end drivhusgasudledninger. Som figur 8.5 på side 68 illustrerer, vurderes alle de tre dimensioner af bæredygtighed ved anvendelse af CEEQUAL. CEEQUAL vurderer både prissatte- og ikke-prissatte konsekvenser i et infrastrukturprojekt, og kan anvendes i flere faser af projektet.

Tidlig involvering og samarbejde mellem aktørene er vigtigt for at opnå potentialet for bæredygtighed i infrastrukturprojekter. Erfaringerne fra Nye Veier, viser at totalentrepriser, hvor bygherren gennem funktionsbeskrivelser og -krav, samt kvalifikations- og tildelingskriterier, giver den entreprenøren større påvirkningsmulighed, for at implementere bæredygtighedstiltag i projektet, hvilket er illustreret på figur 7.5 på side 61. Her vil det være op til totalentreprenøren at projektere og finde de gode løsninger.

Interviewundersøgelsen og litteratursøgningen viser at der er et stort fokus på drivhusgasudledningen i dag, men at det er vigtigt at fokusere på andre aspekter end blot reduktion af drivhusgasser, for at sikre en bæredygtig infrastruktur. Bæredygtighedscertificeringer, som CE-EQUAL, kan håndtere flere aspekter ved bæredygtighed og har en mere holistisk tilgang end InfraLCA, der fokuserer på CO2. For at sikre det fremtidige arbejde med bæredygtighed i infrastruktur, er det væsentlig at løse de identificerede udfordringer, som hindrer omstillingen inden for infrastruktur. Myndighederne har størst påvirkningsmulighed for sikre den bæredygtige udviklingen gennem reguleringer og krav. Videre har bygherrerne, som inden for infrastruktur, næsten udelukkende er offentlige, et ansvar for at udnytte de eksisterende tiltag, værktøjer og teknologier gennem udbud. Videre er det behov for mere forskning, udvikling og kompetence i branchen for at sikre den grønne omstilling.

Afslutning

11 Konklusion
12 Perspektivering

11 Konklusion

Det blev gennem specialets indledning redegjort for at en grøn omstilling er central i en bæredygtig fremtid, og at drivhusgasudledninger skal reduceres, for at begrænse den globale opvarmning og opnå målsætningerne i Parisaftalen. Endvidere blev det beskrevet at den nuværende politik i Danmark ikke vil føre til opnåelse af de nationale klimamål, samt at en grøn omstilling af infrastruktur skal indgå i denne.

På baggrund af indledningen blev følgende problemformulering opstillet:

> *Hvordan indgår bæredygtighed i infrastrukturprojekter, og hvilke udfordringer skal løses for at sikre en grøn omstilling i branchen?*

I specialet er der undersøgt hvad der definerer bæredygtig udvikling og hvordan det relateres til infrastruktur. Det findes både gennem litteratursøgning og interviewundersøgelsen at den gængse definition og opfattelse af bæredygtig udvikling, består af de tre dimensioner: økonomisk-, social- og miljømæssig bæredygtighed, hvilket også er beskrivende for bæredygtig infrastruktur. Det er vigtigt med en holistisk tilgang, hvor alle tre dimensioner indgår, for at opnå en bæredygtig udvikling. Samtidig må økonomisk- og social bæredygtighed ikke opnås på bekostning af miljømæssig bæredygtighed. I relation til infrastruktur er der både fra myndigheder og branchen et stort fokus på økonomisk bæredygtighed og kvantificerbare konsekvenser, som drivhusgasudledning.

Ved undersøgelse af potentialet for reducering af drivhusgasudledning i infrastrukturprojekter findes der, at det i Danmark ikke er muligt at opgøre udledningen relateret til infrastruktur. På baggrund af litteratursøgningen konkluderes der at der findes potentialer for reduktion af drivhusgasudledninger i infrastrukturprojekter, både i planlægning og projektering, samt ved anlæg, drift og vedligehold.

Med udgangspunkt i litteratursøgning og interviewundersøgelsen kan det konkluderes, at det store fokus, der er på reduktion af drivhusgasudledning er en udfordring i arbejdet mod bæredygtig udvikling i infrastruktur. For at opnå en bæredygtig udvikling i infrastrukturprojekter og sikre en grøn omstilling i fremtiden er det vigtigt at skabe et øget fokus på alle tre dimensioner af bæredygtighed, samt betragte bæredygtighed ud fra et livscyklusperspektiv.

Det konkluderes at myndigheder og bygherrer har det største potentiale for at påvirke arbejdet med bæredygtighed, hvorfor disse er centrale i at opnå en bæredygtig udvikling i infrastrukturen. Der er væsentligt at anvende værktøjer og metoder, der understøtter alle dimensioner af bæredygtighed, herunder ikke-prissatte konsekvenser. Endvidere er ny teknologi, innovation og samarbejde mellem aktørerne i branchen essentielt for at sikre den grønne omstilling i infrastruktur.

12 Perspektivering

Det vurderes at værktøjerne, der anvendes i arbejdet med bæredygtighed, vil være væsentlige for opfattelsen og forståelsen af begrebet i fremtiden. Værktøjer som InfraLCA i den nuværende form, vil forstærke den oplevede betydning af drivhusgasudledning, mens mere holistiske værktøjer, som bæredygtighedscertificeringer, vil øge den opfattede betydning af en bæredygtig udvikling, bestående af alle tre dimensioner af bæredygtighed. Samtidig er FN's verdensmål i dag med til at definere en bæredygtig udvikling, og har gjort arbejdet med bæredygtighed mere konkret. Ligeledes vil fremtidige bæredygtighedsmålsætninger påvirke opfattelsen og forståelsen af begrebet, hvor eksempelvis målsætninger omkring biodiversitet, vil skabe et øget fokus på dette i arbejdet med bæredygtighed, men også øge betydning af det, i den opfattede definition af bæredygtig udvikling.

For at sikre en bæredygtig udvikling bliver myndigheder og bygherrer på infrastrukturområdet nødt til at stille krav, ligesom det gøres i bygningsreglementet i byggeriet og af Nye Veier i Norge. Hvis Vejdirektoratet stiller krav om reduktion af drivhusgasudledning i fremtiden, er der væsentlig at stille ambitiøse krav, for at skabe et incitament til innovation og udvikling i branchen. Hvis der stilles for uambitiøse krav, vil disse blot løses ved traditionel designoptimering. Yderligere vil ambitiøse krav til drivhusgasudledninger skabe et incitament for udvikling af produkter med lavere drivhusgasudledning, som kan verificeres ved udarbejdelse af produktspecifikke EPD'er. Innovation, teknologi, samt ny viden og produkter i branchen vurderes som værende centrale i en bæredygtig infrastruktur, da klimaneutralitet ikke kan opnås uden.

Endvidere er det relevant at stille krav og målsætninger til drivhusgasudledning i drift og vedligehold, da der er væsentlige potentialer for reduktion i disse faser. Yderligere er det vigtigt at arbejde med bæredygtig infrastruktur i et livscyklusperspektiv, for at rette fokus mod genbrug og recirkulering i det næste produktsystem. Det er positivt, at Vejdirektoratet som bygherre, i fremtiden forventer at stille krav for reduktion af drivhusgasser i infrastruktur, set i et livscyklussperspektiv med fokus på alle projektfaser. Samtidig er det vigtig at bygherrer også har fokus på andre aspekter end drivhusgasudledning, for at sikre en bæredygtig infrastruktur og en grøn omstilling i branchen.

Det vurderes at der bør gøres brug af bæredygtighedscertificeringer, som eksempelvis CEEQUAL, i infrastrukturprojekter i Danmark, for at skabe et bredere fokus på bæredygtighed, som går udover drivhusgasudledninger. Hvis implementering af certificeringsordninger kan medvirke til en større bevidstgørelse og fokus på bæredygtighed i infrastrukturbranchen i Danmark, som har været tilfældet i Norge, vil dette være positivt.

Samspillet der er mellem LCAbyg og DGNB, bør også kunne eksistere mellem InfraLCA og CEEQUAL, hvor InfraLCA kan være et værktøj til at håndtere og optimere drivhusgasudledning i projekter, samt indgå i CEEQUAL-certificeringen, mens CEEQUAL håndterer de øvrige aspekter af bæredygtighed. Derved anvendes det objektive InfraLCA, hvor det er muligt, og det mere subjektive CEEQUAL håndterer de ikke-kvantificerbare konsekvenser, der ikke kan indgå i InfraLCA.

Det vurderes at tidlig inddragelse af eksterne parter i projekter, kan bidrage til at sikre en bæredygtig udvikling i infrastruktur. Yderligere er det vigtigt at undersøge hvorvidt der er potentiale i brugen af andre kontraktformer i infrastrukturprojekter i Danmark.

Endeligt er det vigtigt at fremhæve at den grønne omstilling ikke alene kan sikres af branchen. Der er behov for teknologiudvikling, forskning og innovation, både inden for den emissions- og energitunge beton- og stålindustri, samt nye teknologier til anlægsmaskinel, i form af mere klimavenlige drivmidler for at lykkes.

Nærværende speciale omhandler bæredygtig udvikling og dets relation til infrastrukturprojekter, hvor der fokuseres på branchens arbejde og udfordringer. Gennem litteratursøgning og interviews findes et stort fokus på miljømæssig bæredygtighed, primært drivhusgasudledning, hvilket afspejles i specialet. Bæredygtig udvikling kræver alle tre dimensioner af bæredygtighed, hvorfor det også havde været relevant at rette fokus mod social- og miljømæssig bæredygtighed i relation til infrastrukturprojekter. Dette resulterer i en overfladisk analyse af de sociale og økonomiske dimension af infrastrukturprojekter, samt hvilke potentialer infrastruktur har i denne sammenhæng.

Ligeledes kunne der i specialet den politiske beslutningsproces og vedrørende beslutningsgrundlag være nærmere undersøgt. Specialet havde blandt andet til formål at belyse udfordringer i den grønne omstilling af infrastrukturprojekter, hvor den politiske beslutningsproces og beslutningsgrundlag vurderes at være en væsentlig faktor. Det er væsentligt at belyse hvilke processer der indgår i beslutningen om at anlægge infrastruktur, samt nærmere analysere beslutningsgrundlaget og hvordan bæredygtig udvikling relateres til dette. I denne proces ville det være aktuelt at udføre interviews med relevante beslutningstagere, samt eksperter inden for områder der indgår som beslutningsgrundlag.

I interviewundersøgelsen er der interviewetinddraget et begrænset antal af aktører fra branchen. Kommunerne indgår ikke, på trods af de er ansvarlige for størstedelen af vejinfrastruktur i Danmark, og samtidig er bygherre på mange infrastrukturprojekter. Der ligger derfor et stort potentiale hos kommunerne i den grønne omstilling af infrastruktur. I en udvidelse af interviewundersøgelsen havde det ligeledes været relevant at inddrage Banedanmark, Sund & Bælt og andre større bygherrer og ejere af infrastruktur i Danmark. Det vil også være interessant at interviewe materialeproducenter, for at undersøge hvordan der bedst skabes incitamenter til innovation og udvikling af nye materialer. Endvidere kunne interviewundersøgelsen udvides til at inddrage flere aktører fra udlandet.

Gennem litteratursøgningen og interviewundersøgelsen identificeres potentialer i totalentrepriser og tidlig inddragelse af eksterne parter. Derfor ville en analyse af andre kontraktformer været relevant, for at kortlægge mulige potentialer ved dette.

Der er i specialet primært undersøgt vejinfrastruktur, mens der ikke har været fokus på jernbaneinfrastruktur. Det er interessant om potentialer ved vejinfrastruktur også er gældende ved jernbaner. Et casestudie af et infrastrukturprojekt, med inddragelse af InfraLCA og CEEQUAL, ville endvidere være interessant for at yderligere belyse styrker og svagheder ved værktøjerne, og skabe en dybere forståelse af potentialer heri.

Referenceliste

Andersen, U. (2021). Ny aftale: CO2-krav til nybyggeri fra 2023. Ingeniøren. https://ing.dk/artikel/ny-aftale-co2-krav-nybyggeri-2023-244491

Anker, H. T. (2009a). *Miljøkonsekvensvurdering*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/milj%C3%B8konsekvensvurdering

Anker, H. T. (2009b). *VVM-direktivet*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/VVM-direktivet

Arkil (u.å.). FN's verdensmål. Arkil. https://www.arkil.dk/verdensmaal

Arler, F. (2017). 1987 Bæredygtighed. In P. Bejder (Ed.) *Danmark i Europa 1950-2000*, (pp. 86–87). Aarhus: Aarhus Universitetsforslag. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/333081978/Finn_Arler._1987_B_redygtighed.pdf

Arler, F., Mosgaard, M. A., & Riisgaard, H. (Eds.) (2015). *Bæredygtighed - værdier, regler og metoder*, vol. 1. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag, 3 ed.

Barfod, M. B., & Leleur, S. (2021). Decision Support and Strategic Assessment. DTU Management Compendium.

Bolig- og Planstyrelsen (u.å.). BR18. Bolig- og Planstyrelsen. https://bygningsreglementet.dk/

BRE Group (2018). An introduction to CEEQUAL. BRE Global Limited. https://files.bregroup.com/CEEQUAL/An_introduction_to_CEEQUAL_May_2018.pdf

BRE Group (2020). CEEQUAL Version 6 Technical Manual, International Projects. BRE Global Limited, Watford. https://files.bregroup.com/CEEQUAL/SD6053-CEEQUAL-V6-International-Projects-Technical-Manual-0.1.pdf

BRE Group (u.å.a). About us. BRE Group. https://www.bregroup.com/about-us

BRE Group (u.å.b). Discover CEEQUAL. BRE Group. https://www.bregroup.com/products/ceequal/discover-ceequal/

BRE Group (u.å.c). How CEEQUAL Works. BRE Group. https://bregroup.com/products/ceequal/discover-ceequal/how-ceequal-works/

BUILD (2017). Bygningers opførelse er mere miljøbelastende end bygningers drift. Institut for byggeri by og miljø, Aalborg Universitet. https://www.build.aau.dk/Nyheder/nyhed/bygningers-opfoerelse-er-mere-miljoebelastende-end-bygningers-drift.cid334580

Christensen, J. H., & Mernild, S. (2021). *IPCC – FN's Klimapanel*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/IPCC_-_FN's_Klimapanel

Danmarks Statistik (2020a). DRIVHUS: Drivhusgasregnskab (i CO2-ækvivalenter) efter emissionstype, branche og tid. Danmarks Statistik.
https://www.statistikbanken.dk/DRIVHUS

Danmarks Statistik (2020b). MRO2: Overgangstabel for drivhusgasser efter emissionstype, overgangsposter og tid. Danmarks Statistik.
https://www.statistikbanken.dk/MRO2

Det Norske Nobelinstitutt (u.å.). 2007 - Nobel Peace Prize. Det Norske Nobelinstitutt.
https://www.nobelpeaceprize.org/prisvinnere/2007

Det Økonomiske Råd (2018). Økonomi og Miljø 2018 - sammenfatning og anbefalinger. Det Økonomiske Råd, København.
https://dors.dk/files/media/rapporter/2018/M18/sammenfatning_anbef/m18_sammenfatning_og_anbefalinger.pdf

DS (2019). DS/EN 15804 Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg - Miljøvaredeklarationer - Grundlæggende regler for produktkategorien byggevarer. Dansk standard.

DS (u.å.). Hvad er EUs Taksonomi? Dansk Standard.
https://www.ds.dk/da/fagomraader/byggeri-og-anlaeg/eu-taksonomi/hvad-er-eus-taksonomi

Energiministeriet (1990). Energi 2000 : Handlingsplan for en bæredygtig udvikling. Kbh: Statens Informationstjeneste.

Energistyrelsen (2020). Biomasseanalyse. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomasseanalyse_final_ren.pdf

Energistyrelsen (2021a). 6A KF21 sektornotat - Fremstilling og bygge-anlæg. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/6a_kf21_sektornotat_-_fremstilling_og_bygge-anlaeg.pdf

Energistyrelsen (2021b). 8A KF21 sektornotat - El og fjernvarme. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/8a_kf21_sektornotat_-_el_og_fjernvarme.pdf

Energistyrelsen (2021c). Dansk Klimapolitik. Energistyrelsen.
https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-dansk-energi-klimapolitik/dansk-klimapolitik

Energistyrelsen (2021d). KF21 resultater - Tal bag figurer. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf21_resultater_-_tal_bag_figurer.xlsx

Energistyrelsen (2021e). Klimastatus og -fremskrivning 2021. Energistyrelsen, København.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf21_hovedrapport.pdf

Energistyrelsen (2022a). KF22 resultater - Tal bag figurer. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf22_resultater_tal_bag_figurer_20220516.xlsx

Energistyrelsen (2022b). Klimastatus og -fremskrivning 2022. Energistyrelsen.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf22_-_samlet_rapport.pdf

Energistyrelsen (2022c). Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner. Energistyrelsen, København.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/soeb22.pdf

Energistyrelsen (u.å.). Fakta om drivhusgasser. Energistyrelsen.
https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-drivhusgasser

EPD Danmark, & BUILD (2021a). Hvad er en miljøvaredeklaration (EPD)? . EPD Danmark.
https://www.epddanmark.dk/media/sa2oycn5/epddanmark_guide1.pdf

EPD Danmark, & BUILD (2021b). Hvad er en miljøvaredeklaration (EPD), og hvordan læses den? EPD Danmark.
https://www.epddanmark.dk/media/5ajndan3/epddanmark_guide3.pdf

EPD Danmark, & BUILD (2021c). Hvordan læses og bruges en miljøvaredeklaration (EPD)? EPD Danmark.
https://www.epddanmark.dk/media/nxvppn4v/epddanmark_guide4.pdf

EUR-Lex (2011). Kyoto-protokollen om klimaændringer. EUR-Lex.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=LEGISSUM%3Al28060

EUR-Lex (2019a). Montrealprotokollen om stoffer, der nedbryder ozonlaget. EUR-Lex.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=LEGISSUM:4413653

EUR-Lex (2019b). Wienerkonventionen om beskyttelse af ozonlaget. EUR-Lex.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=LEGISSUM:4413654

Europa-Kommissionen (u.å.). Den europæiske grønne pagt. Europa-Kommissionen.
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_da#thebenefitsoftheeuropeangreendeal

European Commission (u.å.). Delivering the European Green Deal. European Commission.
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

European Environment Agency (2021). EEA greenhouse gases - data viewer. European Environment Agency.
https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/5e8d1c3335a342b1822a39b5eb964715

Farbøl, R., Sørensen, A. E., Olesen, T. B., & Olesen, N. W. (2018). Dansk miljøpolitik, 1970-1993. Danmarkshistorien.dk.
https://danmarkshistorien.dk/vis/materiale/dansk-miljoepolitik-1970-1993/

Fenger, J. (2021). *Klimakonventionen*. Den Store Danske.
https://denstoredanske.lex.dk/Klimakonventionen

Fernando, M. S., & Guppy, R. (2006). Expanding the Use of Non-Price Criteria for Medium Sized Public Sector Construction Projects. In *22nd ARRB conference : research into practice : proceedings.*. Canberra: ARRB Group Ltd.
https://trid.trb.org/view/795652

Finansministeriet (2017). Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensanalyser. Finansministeriet, København.
https://fm.dk/media/14822/Vejledningisamfundsoekonomiskekonsekvensvurderinger_web.pdf

Finansministeriet (2021a). Bred aftale om infrastruktur for mere end 160 mia. kroner vil samle Danmark frem mod 2035. Finansministeriet.
https://fm.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2021/juni/bred-aftale-om-infrastruktur-for-mere-end-160-mia-kroner-vil-samle-danmark-frem-mod-2035/

Finansministeriet (2021b). Infrastrukturplan 2035. Finansministeriet.
https://www.trm.dk/media/rt1h51td/endelig-aftaletekst-infrastrukturplan-2035-final-a.pdf

FN-sambandet (u.å.). Bærekraftig utvikling. FN-sambandet.
https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling

Fossilfritt Sverige (2018). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft - Bygg-och anläggningssektorn. Fossilfritt Sverige.
https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2021/10/Fardplan_for_fossilfri_bygg-_och_anlaggningssektor_20181228-1.pdf

Gjerding, S., Hansen, J. L., & Elkjær, B. (2021). Regeringen har udeladt CO2 fra anlægsfasen i sin »klimaneutrale« infrastrukturplan. Information.
https://www.information.dk/indland/2021/04/regeringen-udeladt-co2-anlaegsfasen-klimaneutrale-infrastrukturplan

Globalis (2020a). Biodiversitet. Globalis.
https://www.globalis.dk/tema/klima-og-miljoe/biodiversitet

Globalis (2020b). Klimakonventionen. Globalis.
https://www.globalis.dk/om-fn/aftaler/miljoe-og-klima/klimakonventionen

Globalis (2020c). Konventionen om biologisk mangfoldighed. Globalis.
https://www.globalis.dk/om-fn/aftaler/miljoe-og-klima/konventionen-om-biologisk-mangfoldighed

Globalis (2020d). Kyoto-protokollen. Globalis.
https://www.globalis.dk/om-fn/aftaler/miljoe-og-klima/kyoto-protokollen

Globalis (2020e). Montreal-protokollen. Globalis.
https://www.globalis.dk/om-fn/aftaler/miljoe-og-klima/montreal-protokollen

Globalis (2020f). Parisaftalen. Globalis.
https://www.globalis.dk/om-fn/aftaler/miljoe-og-klima/parisaftalen

Globalis (u.å.). Bæredygtig udvikling. Globalis.
https://www.globalis.dk/tema/fattigdom/baeredygtig-udvikling

Green Building Council Denmark (u.å.). Kort om DGNB. Green Building Council Denmark.
https://dk-gbc.dk/dgnb

Grønn Byggallianse (2022). Veileder - bruk av CEEQUAL i norske infrastrukturprosjekter. Grønn Byggallianse.
https://www.tekna.no/globalassets/gjenbrukbare-blokker/arrangorer/ceequal-manual-v1.0---utkast.pdf

Gudmundsson, H., Hall, R. P., Marsden, G., & Zietsman, J. (2015). *Sustainable Transportation*. Springer Texts in Business and Economics. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg. https://doi.org/10.1007

Gudmundsson, H., & Höjer, M. (1996). Sustainable development principles and their implications for transport. *Ecological Economics*, *19*(3), 269–282. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00045-6

Holden, E., & Linnerud, K. (2007). The sustainable development area: satisfying basic needs and safeguarding ecological sustainability. *Sustainable Development*, *15*(3), 174–187. https://onlinelibrary-wiley-com.zorac.aub.aau.dk/doi/full/10.1002/sd.313 https://doi.org/10.1002/SD.313

Holden, E., & Linnerud, K. (2021). *Bærekraftig utvikling - En ide om rettferdighet*. Universitetsforlaget.

Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2013). Sustainable passenger transport: Back to Brundtland. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *54*, 67–77. https://doi.org/10.1016/J.TRA.2013.07.012

Høyer, K. G. (2000). *Sustainable Mobility - the Concept and its Implications* . Ph.D. thesis, Western Norway Research Institute, Sogndal.

Hunding, C. (2012). *Stockholmkonferencen*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/Stockholmkonferencen

IPBES (2019). Media Release: Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating' . IPBES secretariat. https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment

IPCC (2022a). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, New York. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/uncertainty-guidance-note.pdf. https://doi.org/10.1017/9781009157926

IPCC (2022b). Figure: Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-1/

IPCC (2022c). IPCC Press Release. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2022/04/IPCC_AR6_WGIII_PressRelease_English.pdf

IUCN, UNEP, & WWF (1980). World Conservation Strategy : Living Resource Conservation for Sustainable Development. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations Environmental Programme, World Wildlife Fund, Gland,

Switzerland.
https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/wcs-004.pdf

Ivanov, O. L., Honfi, D., Santandrea, F., & Stripple, H. (2019). Consideration of uncertainties in LCA for infrastructure using probabilistic methods. *Structure and Infrastructure Engineering*, *15*(6), 711–724.
https://doi.org/10.1080/15732479.2019.1572200

Jespersen, P. H. (2009). Dansk transportpolitik – nu to tredjedele grøn? *Plan*, *41*(3-04), 62–67.
https://www.idunn.no/doi/epdf/10.18261/ISSN1504-3045-2009-03-04-12
https://doi.org/10.18261/ISSN1504-3045-2009-03-04-12

Jørgensen, E. B., Kanafani, K., Zimmermann, R. K., Sørensen, C. G., Birgisdottir, H., & Rasmussen, F. N. (2021). Brugervejledning til LCAbyg version 5.2. Build, Aalborg Universitet.
https://lcabyg.dk/en/download/49758

Kadefors, A., Lingegård, S., Uppenberg, S., Alkan-Olsson, J., & Balian, D. (2021). Designing and implementing procurement requirements for carbon reduction in infrastructure construction–international overview and experiences. *Journal of Environmental Planning and Management*, *64*(4), 611–634.
https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1778453

Kadefors, A., Uppenberg, S., Olsson, J. A., Balian, D., & Lingegård, S. (2019). Procurement Requirements for Carbon Reduction in Infrastructure Construction Projects - An International Case Study. KTH Royal Institue of Technology, Stockholm.
http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1324140/FULLTEXT01

Karlsson, I. (2020). *Decarbonization of construction supply chains - Achieving net-zero carbon emissions in the supply chains linked to the construction of buildings and transport infrastructure*. Ph.D. thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
https://research.chalmers.se/publication/520591

Karlsson, I., Rootzén, J., Toktarova, A., Odenberger, M., Johnsson, F., & Göransson, L. (2020). Roadmap for Decarbonization of the Building and Construction Industry—A Supply Chain Analysis Including Primary Production of Steel and Cement. *Energies 2020, Vol. 13, Page 4136*, *13*(16), 4136.
https://www.mdpi.com/1996-1073/13/16/4136
https://doi.org/10.3390/EN13164136

Kim Kristensen (2014). Grønne organisationer kritiserer klimalov for at være varm luft. Information.
https://www.information.dk/indland/2014/03/groenne-organisationer-kritiserer-klimalov-vaere-varm-luft

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2014). Bred aftale om klimalov og ambitiøse klimamål. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.
https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2014/feb/bred-aftale-om-klimalov-og-ambitioese-klimamaal

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (u.å.). Parisaftalen 2015. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.
https://kefm.dk/klima-og-vejr/klimaforhandlinger/parisaftalen-2015

Klimaloven (2014). Lov om Klimarådet, klimapolitisk redegørelse og fastsættelse af nationale klimamålsætninger. (LOV nr 716 af 25/06/2014).
https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2014/716

Klimaloven (2021). Bekendtgørelse af lov om klima. (LBK nr 2580 af 13/12/2021).
https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/2580

Klimarådet (2022). Statusrapport 2022. Klimarådet.
https://klimaraadet.dk/da/system/files_force/downloads/statusrapport_2022_webpdf_final.pdf?download=1

Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber (1992). Grønbog om Transportens indvirkning på miljøet - En fællesskabsstrategi for bæredygtig mobilitet. European Commission, Bruxelles.
https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/98dc7e2c-6a66-483a-875e-87648c1d75c8

Krantz, J. (2017). *Reducing Carbon Dioxide Emissions in Transport Infrastructure Projects*. Ph.D. thesis, Luleå University of Technology, Luleå.
http://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1077781/FULLTEXT01.pdf

Lafferty, W. M., & Langhelle, O. (1999). Sustainable Development as Concept and Norm. *Towards Sustainable Development*, (pp. 1–29).
https://link-springer-com.zorac.aub.aau.dk/chapter/10.1057/9780230378797_1
https://doi.org/10.1057/9780230378797{_}1

Lahn, B. (2020). *CO2-ekvivalenter*. Store norske leksikon.
https://snl.no/CO2-ekvivalenter

LCAbyg (u.å.a). LCAbyg. LCAbyg.
https://www.lcabyg.dk/da/

LCAbyg (u.å.b). Om LCAbyg. LCAbyg.
https://lcabyg.dk/da/om-lcabyg/

Liljenström, C., Toller, S., Åkerman, J., & Björklund, A. (2019). Annual climate impact and primary energy use of Swedish transport infrastructure. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, *19*(2), 36–40.
https://journals.open.tudelft.nl/ejtir/article/view/4378
https://doi.org/10.18757/EJTIR.2019.19.2.4378

Lindqvist, A., & Andersen, U. (2022a). Her er CO2-tallene minister holdt skjult: Veje og anlæg koster 1,64 mio. ton CO2. Ingeniøren.
https://ing.dk/artikel/her-co2-tallene-minister-holdt-skjult-veje-anlaeg-koster-164-mio-ton-co2-253877

Lindqvist, A., & Andersen, U. (2022b). Ingeniøren afslører: Sådan blev infrastrukturaftale til 160 mia. kr. vasket grøn. Ingeniøren.
https://ing.dk/artikel/ingenioeren-afsloerer-saadan-blev-infrastrukturaftale-160-mia-kr-vasket-groen-253758

Lindqvist, A., Mølsted, H., & Andersen, U. (2022). Efter Ingeniørens afsløring: Benny Engelbrecht færdig som transportminister. Ingeniøren.

https://ing.dk/artikel/efter-ingenioerens-afsloering-benny-engelbrecht-faerdig-transportminister-253940

Manzo, S., & Salling, K. B. (2016). Integrating Life-cycle Assessment into Transport Cost-benefit Analysis. In *Transportation Research Procedia*, vol. 14, (pp. 273–282). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.064

Miljøministeriet (1988). *Regeringens handlingsplan for miljø og udvikling*. Kbh: Miljøministeriet.

Miljøministeriet (2002). Strategi for lokal Agenda 21-en vejledning. Miljøministeriet. https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/agenda21_vejledning.pdf

Miljøministeriet (2009). Vejledning om VVM i planloven. (VEJ nr 9339 af 12/03/2009). https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2009/9339

Miljøministeriet (2012). 40 år for grøn velfærd. Miljøministeriet. https://mst.dk/media/mst/9155659/126176_jubil_umsmagasin_netpdf.pdf

Miljøstyrelsen (2003). Danmarks Tredje Nationalrapport - Under de Forenede Nationers Rammekonvention om Klimaaendringer. Miljøstyrelsen. https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2003/87-7972-779-4/pdf/87-7972-780-8.pdf

Miljøstyrelsen (u.å.a). International regulering. Miljøstyrelsen. https://mst.dk/kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/ozonlags-nedbrydende-stoffer/international-regulering/

Miljøstyrelsen (u.å.b). Miljøvurdering af konkrete projekter. Miljøstyrelsen. https://mst.dk/natur-vand/miljoevurdering/miljoevurdering-af-konkrete-projekter/

Miljøstyrelsen (u.å.c). Om miljøvurderinger. Miljøstyrelsen. https://mst.dk/natur-vand/miljoevurdering/om-miljoevurderinger/

Miljøvurderingsloven (2021). Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). (LBK nr 1976 af 27/10/2021). https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1976

Nedergaard, P. (2020). *European Green Deal*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/European_Green_Deal

Nilsen, H. R. (2022). *EUs taksonomi for bærekraftig aktivitet*. Store norske leksikon. https://snl.no/EUs_taksonomi_for_b%C3%A6rekraftig_aktivitet

Nye Veier, & Zero (2020). Sjekkliste klimatiltak i anleggsbransjen. Nye Veier. https://www.nyeveier.no/media/ryfcjv22/sjekkliste-klimatiltak-i-anleggsbransjen.pdf

Olerud, K., & Halleraker, J. H. (2021). *FNs naturpanel – IPBES*. Store norske leksikon. https://snl.no/FNs_naturpanel_-_IPBES

Pedersen, O. G. (2021). 10.3 Om hvordan man opgør udledninger af drivhusgasser. In E. B. Rasmussen (Ed.) *Erhvervshåndbogen Klimaledelse*, chap. 10.3. Forslaget Andersen. https://www.dst.dk/Site/Dst/SingleFiles/GetArchiveFile.aspx?fi=2108992358&fo=0&ext=national

Planloven (2020). Bekendtgørelse af lov om planlægning. (LBK nr 1157 af 01/07/2020). https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1157

Rambøll (u.å.). Sustainable Development Goals. Rambøll. https://dk.ramboll.com/hvem-vi-er/et-ansvarligt-firma/sustainable-development-goals

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: seven ways to think like a 21st century economist*. London: Penguin Random House. https://doughnuteconomics.org/tools-and-stories/65

Regeringen (2002). Fælles fremtid - udvikling i balance. Regeringen. https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2002/87-7972-210-5/pdf/87-7972-187-7.pdf

Regeringen (2013). Regeringens klimaplan - På vej mod et samfund uden drivhusgasser. Regeringen, København. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/regeringens_klimaplan.pdf

Regeringen (2018). Sammen om en grønnere fremtid – Klima- og luftudspil. Energi, Forsynings og Klimaministeriet, København. https://kefm.dk/media/6728/klimaministeriet_klimaogluftudspil_digital.pdf

Regeringen (2021a). Danmark fremad - Infrastrukturplan 2035. Transportministeriet, København. https://www.regeringen.dk/media/10269/danmark_fremad_infrastrukturplan_2035_lrn.pdf

Regeringen (2021b). Handlingsplan for FN's Verdenmål. Finansministeriet, København. https://fm.dk/media/24855/handlingsplan-for-fns-verdensmaal_web_a.pdf

Regeringen (2021c). Køreplan for et grønt Danmark i 2030. Statministeriet, København. https://www.regeringen.dk/media/10651/pjece-koereplan-for-et-groent-danmark.pdf

Regeringens klimapartnerskaber (2021). Klimapartnerskab for bygge og anlæg - Sektorkøreplan. Regeringens klimapartnerskaber, København. https://em.dk/media/14288/sektorkoereplan-for-klimapartnerskab-for-bygge-og-anlaeg.pdf

Richardson, K. (2021). *Bæredygtig udvikling*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/b\T1\aeredygtig_udvikling

Roth, H., Søyland, K., Schjoldager, N. O., Dunham, K. K., Lycke, E. H., Holmås, H. E., Buvik, E. M., Garman, J., & Garman, C. (2022). Potensial for næringsutvikling - mer ambisiøse klimakrav til anleggsbransjen. Vital Infrastruktur Arena. https://www.multiconsult.no/assets/Potensial-for-naeringsutvikling_rapport_2022-04-20_org.pdf

Sanchez, A. X., Lehtiranta, L. M., & Hampson, K. D. (2015). Use of contract models to improve environmental outcomes in transport infrastructure construction. *Journal of Environmental Planning and Management*, *58*(11), 1923–1943. https://doi.org/10.1080/09640568.2014.969832

Skanska (2021). Skanska Norges klimaveikart. Skanska. https://www.skanska.no/498e8a/siteassets/hvem-vi-er/barekraft/skanska-norges-klimaveikart-april-2021.pdf

Skousen, B. K. (u.å.). Klimapolitik i EU. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. https://kefm.dk/klima-og-vejr/klimapolitik-i-eu

Søndergaard, J., & Dietrich, O. W. (2009). *Energi 2000*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/Energi_2000

Statens Vegvesen (u.å.). Klimagassreduksjoner i anlegg og drift. Statens Vegvesen. https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/

Statistisk sentralbyrå (2021). 09288: Klimagasser fra norsk økonomisk aktivitet, etter næring, komponent, statistikkvariabel og år. Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/statbank/table/09288/tableViewLayout1/

Statsrevisorerne (2012). *Beretning om Danmarks reduktion af CO2-udledningen*. Statsrevisorerne. https://www.ft.dk/statsrevisor/20121/beretning/sb2/bilag/1/1165371.pdf

Stockholm Resilience Centre (2016). The SDGs wedding cake. Stockholm Resilience Centre. https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html

Strand, A., Næss, P., Tennøy, A., & Steinsland, C. (2009). Gir bedre veger mindre klimagassutslipp? Transportøkonomisk Insitutt, Oslo. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/18866904/Veger_20og_20klimagassutslipp_1_.pdf

Tanggaard, L., & Brinkmann, S. (2015). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. In S. Brinkmann, & L. Tanggaard (Eds.) *Kvalitative metoder : En grundbog*, chap. 1, (pp. 29–53). København: Hans Reizels Forlag, 2 ed.

Thuesen, E. (2019). Regnemetoder og klima – CO2-prisen er 10 til 20 gange for lav. Ingeniøren. https://ing.dk/blog/regnemetoder-klima-co2-prisen-10-20-gange-lav-227349

Tornbjerg, J. (2020). Sådan fik Danmark verdens første klimamål. Dansk Energi. https://www.danskenergi.dk/nyheder/saadan-fik-danmark-verdens-foerste-klimamaal

Trafikministeriet (1990). Regeringens Transporthandlingsplan for Miljø og Udvikling. Trafikministeriet, København.

Trafikministeriet (1993). Trafik 2005 - Problemstillinger, mål og strategier. Trafikministeriet, København. https://www.trm.dk/media/0mvbfumf/trafik-2005-problemstillinger-maal-og-strategierpdf.pdf

Trafikministeriet (1996). Regeringens handlingsplan for reduktion af transportsektorens CO2-udslip. Trafikministeriet, København.
https://www.trm.dk/media/0oyiif3p/regeringens-handlingsplan-for-reduktion-af-transportsektorens-co2-udslippdf.pdf

Trafikministeriet (2001). Begrænsning af transportsektorens CO2-udslip - Regeringens handlingsplan. Trafikministeriet, København.
https://www.trm.dk/media/gkwl105l/begraensning-af-transportsektorens-co2udslippdf.pdf

Transportministeriet (2008). Bæredygtig transport - bedre infrastruktur. Transportministeriet, København.
https://www.ft.dk/samling/20081/almdel/TRU/bilag/134/621463.pdf

Transportministeriet (2015). *Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet*. Transportministeriet.
https://www.trm.dk/media/ycybjfyq/manual-for-samfundsoekonomisk-analyse-paa-transportomraadet-netversionpdf.pdf

Trolle, J. S. (2022). Støttepartier angriber transportminister efter tilbageholdte klimatal. Danmarks Radio.
https://www.dr.dk/nyheder/politik/stoettepartier-angriber-transportminister-efter-tilbageholdte-klimatal

UN (1968). Activities of United Nations Organizations and programmes relevant to the human environment : report of the Secretary-General. United Nations, New York.
https://digitallibrary.un.org/record/729430/files/E_4553-EN.pdf

UN (1972). Report of the United Nations Conference on the Human Environment. In *United Nations*. New.
https://undocs.org/en/A/CONF.48/14/Rev.1

UN (1982). Nairobi Declaration. United Nations.
http://www.un-documents.net/nair-dec.htm

UN (1992). A/CONF.151/26/Vol.I: Rio Declaration on Environment and Development. United Nations.
http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm

UN (2012). The Future We Want. In *Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Rio de Janeiro: United Nations.
https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf

UN (2015). The Millennium Development Goals Report. United Nations.
https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf

UN (2016). Mobilizing Sustainable Transport for Development - Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport. United Nations Secretary-General, New York City.
https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf

UN (2022a). Stockholm+50 issues call for urgent environmental and economic transformation . United Nations.
https://news.un.org/en/story/2022/06/1119732

UN (2022b). UN climate report: It's 'now or never' to limit global warming to 1.5 degrees. United Nations.
https://news.un.org/en/story/2022/04/1115452

UN (u.å.a). Agenda 21. United Nations.
https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21

UN (u.å.b). Millennium Summit. United Nations.
https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2000

UN (u.å.c). Stockholm+50. United Nations.
https://www.stockholm50.global/

UN (u.å.d). United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm 1972. United Nations.
https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972

UN (u.å.e). United Nations Millennium Development Goals. United Nations.
https://www.un.org/millenniumgoals/

UNDP (2016). UNDP 50th Anniversary. United Nations Development Programme.
http://50.undp.org/en/

UNDP's nordiske kontor i Danmark (u.å.a). Bæredygtighed på dagsorden - tidslinje. UNDP's nordiske kontor i Danmark.
https://www.verdensmaalene.dk/b\T1\aeredygtighed-på-dagsordenen-tidslinje

UNDP's nordiske kontor i Danmark (u.å.b). FN's verdensmål for bæredygtig udvikling. UNDP's nordiske kontor i Danmark.
https://www.verdensmaalene.dk/faq

UNDP's nordiske kontor i Danmark (u.å.c). Hvad er FN's verdensmål for bæredygtig udvikling. UNDP's nordiske kontor i Danmark.
https://www.verdensmaalene.dk/fakta/verdensmaalene

UNDP's nordiske kontor i Danmark (u.å.d). Kommunikationsmateriale. UNDP's nordiske kontor i Danmark.
https://www.verdensmaalene.dk/kommunikationsmateriale

UNEP (u.å.). Environmental Moments: A UNEP@50 timeline. United Nations Environmental Programme.
https://www.unep.org/environmental-moments-unep50-timeline

UNFCCC (u.å.). The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
https:
//unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

Vejdirektoratet (2021). Kursus i Infralca. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=2Fr0FyQnBNQ

Vejdirektoratet (2022a). InfraLCA. Vejdirektoratet.
https://www.vejdirektoratet.dk/infralca

Vejdirektoratet (2022b). InfraLCA - Præsentation af modellen. Vejdirektoratet.
http://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2021-06/Pr%C3%A6sentation%20af%20modellen.pptx

Vejdirektoratet (2022c). Sådan arbejder vi med bæredygtighed. Vejdirektoratet.
https://www.vejdirektoratet.dk/tema/saadan-arbejder-vi-med-baeredygtighed

Vignisdóttir, H. R., Kjellmark, G., Kristensen, T., Laanke, B., Rise, T., & Schmidt-Melbye, P. N. H. (2021). Veikart for grønn anleggssektor. SINTEF, Trondheim.
https://www.sintef.no/globalassets/project/gronn-anleggssektor/veikartsintef_digital.pdf

Vistrup, L. (2021). *Klimakonferencen*. Den Store Danske.
https://denstoredanske.lex.dk/Klimakonferencen

WCED (1987). Our Common Future. World Commission on Environment and Development, Oslo.
https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf