



Bilag

Revision 26. marts 2020



Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren



A: Energieffektivisering i den eksisterende bygningsmasse	4
Forslag 1: 10% bindende mål for reduktion af energiforbruget til opvarmning i 2030	7
Forslag 2: 120.000 energieffektive almene boliger kræver øget ramme i Landsbyggefonden	10
Forslag 3: Giv den offentlige sektor mulighed for at investere i varmebesparelser	13
Forslag 4: Pakkeløsninger til energirenovering til husejere	16
Forslag 5: Energimærket skal være et aktivt redskab til energibesparelser	19
Forslag 6: Klare og tydelige energikrav i Bygningsreglementet	21
Forslag 7: Mere præcise beregninger af effekter ved energieffektivisering	23
Forslag 8: Krav om ambitiøst energimærke ved leje af bygninger	24
Forslag 9: Bedre muligheder for kommunale energibesparelser ved fritagelse af alle energirelaterede byggearbejder fra anlægsloftet	25
Forslag 10: Grønnere boligjobordning med mulighed for at opspare fradraget	27
Forslag 11: Grønt element i ejendomsskatten	28
Forslag 12: Revitalisering af bygningsfornyelsen og fastholdelse af Byggeskedefondens rolle i forhold til energieffektivisering af privatejede etageboliger	29
Forslag 13: Krav om porteføljestyring af bygningers tilstand og energiforbrug for bygningsejere med mange ejendomme	30
Forslag 14: CO2-besparelser ved renovering frem for nedrivning og nybyg	31
B: CO2-reduktion fra bygningsdrift	33
Initiativ 1: Udfas naturgas til bygningsopvarmning	36
Initiativ 2: Udskift oliefyr til bygningsopvarmning	40
Initiativ 3: Optimer varmepumpeinstallationer	43
Initiativ 4: Styrk mulighederne for intern udnyttelse af egen overskudsvarme til rumopvarmning	45
Initiativ 5: Styrk intelligent styring af energiforbrug	47
Initiativ 6: Optimer de tekniske installationer gennem renovering	50
Initiativ 7: Skab lettere adgang til energidata	53
Initiativ 8: Styrk løbende service af bygninger	56
Initiativ 9: Brug bygninger til lagring af energi	59
Initiativ 10: Ligestil energiarter	62
Initiativ 11: Juster tarifstruktur og afregning af el, gas og fjernvarme	64
Initiativ 12: Tilpas bygningsreglement ift. CO2 og energiforbrug	66
Initiativ 13: Sæt fokus på totaløkonomi	70
Initiativ 14: Lad den offentlige sektor og den almene sektor gå forrest	73
C: Projektering og materialers indlejrede CO2	76
Initiativ 1: Brug af LCA og mål for CO2 i udbudsmateriale	83
Initiativ 2: Projektspecifikt klimaregnskab i alle udbud	85

Initiativ 3: Reducere materialeforbrug og CO ₂ -udledning i projektering	87
Initiativ 4: Udvikling af datagrundlag for livscyklusanalyser (LCA) i byggeriet	89
Initiativ 5: Udvikling af bæredygtighedsklassen og revision af teknisk fælleseje	92
Lovgivningsinitiativ: 1. Revision af lovgivningsgrundlag for byggeriet	94
Lovgivningsinitiativ: 2. Udvikling af økonomiske incitamenter	96
D: CO₂-reduktion på byggepladsen	97
Forslag 1: Elforsyning på byggepladsen (enabler)	98
Forslag 2: CO ₂ -fri udtørring og opvarmning på byggepladsen.....	100
Forslag 3: Fossilfri maskinpark på byggepladser	106
Forslag 4: CO ₂ -regnskab for byggepladsen (enabler)	108
Forslag 5: Minimer spild og affald, og øg genbrug og genanvendelse af materialer fra byggepladsen	111
Forslag 6: Bedre planlægning og proces på byggepladsen	120
E: CO₂-reduktion i anlægssektoren	127
Forslag 1: Anvend mindre cement i beton til anlægskonstruktioner	130
Forslag 2: Anvend nye cementtyper med mindre cementklinker	134
Forslag 3: Anvend eldrevet maskinel i betonindustrien	136
Forslag 4: Klimavenlig asfalt	138
Forslag 5: Produktion af 'grøn' asfalt og koldblandet asfalt	144
Forslag 6: Længere levetider på asfalt som følge af færre gravninger og bedre reetableringer	150
Forslag 7: Andre materialevalg og -typer – stål, glasfiber, træ	152
Forslag 8: Ændring af normer og beregningsmodeller med fokus på klima	155
Forslag 9: Designoptimering – reduktion af mængder.....	158
Forslag 10: Fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner i 2030 – Strategisk udskiftning af maskinparken	161
Forslag 11: Alternative drivmidler, brændstof	163
Forslag 12: "Deleøkonomisk perspektiv" og "Fuld udnyttelse af kapaciteten på maskiner: Vejning og højde/krøje-stop"	165
Forslag 13: Optimeret intern logistik og fragt.....	167
Forslag 14: Robotter, Additive Manufacturing og digitale tvillinger	170
Forslag 15: Effektive maskiner og maskinstyring	176
Forslag 16: Klimasikring – risikounddragelse	181
Forslag 17: Overgang til elkøretøjer på vejene (kun anlægssektoren).....	185
Tværgående forslag: Overgang til elkøretøjer på vejene	187

A: Energieffektivisering i den eksisterende bygningsmasse

For at undgå, at den grønne omstilling bliver unødvendigt dyr, skal energiforbruget reduceres så længe, det er en bedre investering for samfundet end at udbygge med vedvarende energi. Det er påpeget af både Energikommissionen i 2017¹ og af Klimarådet i 2020².

En 10 % reduktion af energiforbruget til opvarmning af bygninger frem til 2030 giver en samfundsøkonomisk gevinst på i alt ca. 6 mia. kr.³ Gevinsten ligger i et mindsket forbrug af brændsler i energiforsyningen, reduceret behov for investeringer i udbygning med vedvarende energi, et mere effektivt energisystem pga. mindsket tab, mulighed for fleksibelt forbrug og lavtemperaturfjernvarme. Dertil kommer potentialet for at frigøre ikke-fossile brændsler til andre sektorer.

Et reduceret varmekonsum mindsker også udledningerne af CO₂ – såvel i individuel opvarmning med olie- og naturgas, men også i fjernvarmesektoren, hvor 40 % i dag er fossile brændsler. Der har været store omlægninger i fjernvarmeproduktionen gennem årtier, så varmebesparelser giver ikke 1:1 CO₂-reduktioner. Redskabet til at mindske klimabelastningen fra varmeproduktion har været øget anvendelse af biomasse, der er steget med 220 % siden 1990⁴. Dette er ikke uproblematisk, og mindsket varmebehov kan reducere anvendelsen af biomasse og dermed øge ressourceeffektiviteten.

Arbejde med energieffektivisering af den eksisterende bygningsmasse er fokuseret på energiforbruget til opvarmning, og potentialerne er vurderet ud energikrav til eksisterende bygninger i BR15. Initiativerne retter sig mod almene boliger, bygninger i den offentlige sektor samt parcel- og rækkehuse og privatejede etageboliger. Den overordnede vurdering er, at der er et tilsvarende potentiale for varmebesparelser i opvarmede bygninger i andre klimapartnerskaber som handel & servicesektoren samt produktionserhverv og industri, der også har administrationsbygninger, men disse bygningstyper er ikke adresseret her.

Initiativerne retter sig mod reduktioner i varmekonsumet. Energibesparelser ved effektivisering af bygningsdrift behandles under afsnittet CO₂-reduktion fra bygningsdrift.

Potentialer

Arbejdet med reduktion af energiforbruget til opvarmning i eksisterende bygninger har identificeret de største potentialer inden for 3 bygningstyper:

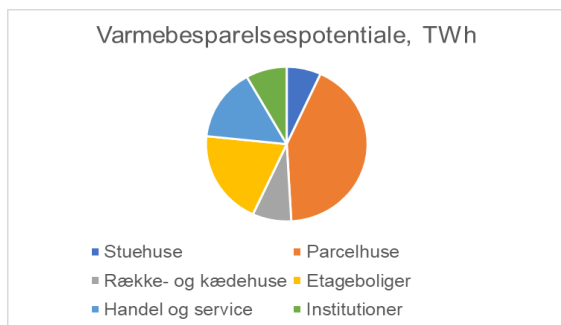
Det største besparelspotentiale målt i TWh ligger i parcel- og rækkehuse. Det skyldes dels deres store antal, dels at hovedparten af dem blev opført i perioden 1960-1972, hvor der ikke var samme fokus på at begrænse energiforbruget. Det er imidlertid en målgruppe, som erfaringsmæssigt er svære at motivere til at investere i energibesparelser.

¹ Energikommissionen 2017, *Energikommissionens anbefalinger til fremtidens energipolitik*.

² Klimarådet 2020, *Kendte veje og nye spor til 70% reduktion. Retning og tiltag for de næste ti års klimainsats i Danmark*.

³ Ea Energianalyse 2018, *Samfundsøkonomisk værdi af varmebesparelser, Optimum mellem forsyningsomkostninger og varmebesparelser i eksisterende bygninger*.

⁴ Energistyrelsen 2018, *Energistatistik*.



Dernæst kommer boliger i den almene sektor, hvor det er muligt at komme i gang hurtigt, hvis der er politisk vilje til at frigive sektorens egne midler til renoveringsprojekter, hvilket også vil medføre betydelige besparelser.

Den offentlige sektor er en betydelig bygningsejer, og ud over at bidrage til klimamålsætningen ved at energieffektivisere egne bygninger kan sektoren også

inspirere øvrige bygningsejere til for alvor at komme i gang med energieffektivisering.

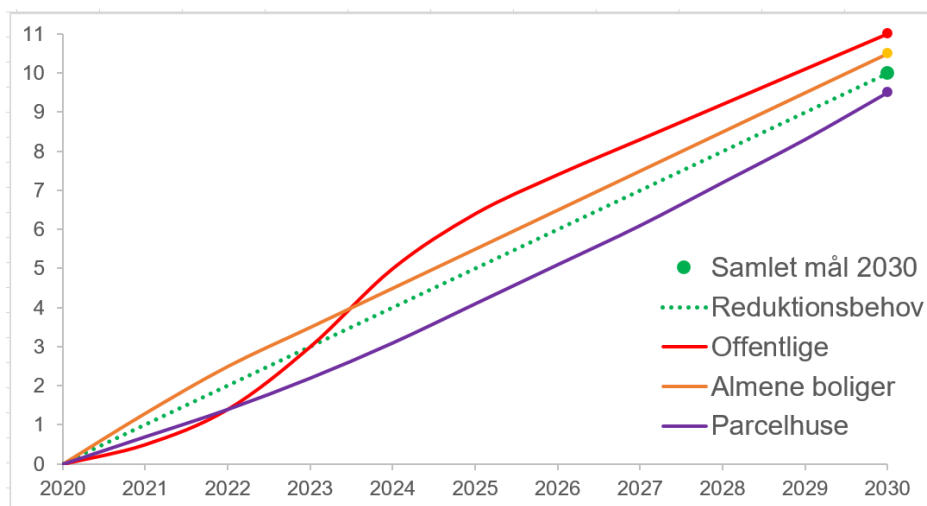
Forslag til indsatser

Initiativerne er for det første et overordnet mål for realisering af det samfundsøkonomiske potentiale for varmebesparelser, dernæst initiativer, der adresserer de 3 omtalte bygningskategorier. Derudover er der en række initiativer, som er tværgående tiltag, og som kan betragtes som 'løftestænger' for at realisere det overordnede og de mere bygningsspecifikke samfundsøkonomiske potentialer for varmebesparelser. Arbejdsgruppen er enige om, at der er behov for mere håndfaste initiativer, end hvad vi har set de seneste år, hvis det betydelige potentiale skal høstes til gavn for den enkelte ejer/lejer og for samfundet som helhed. 70 %-målsætningen er nødvendig, men ambitiøs, og for at komme i mål er det afgørende med nye virkemidler og den nødvendige balance mellem 'gulerod' og 'pisk'.

Energieffektivisering af eksisterende bygninger er kompleks; der er mange bygningstyper og beslutningstagere; mange aktører fra finansiering til rådgivere, udførende og leverandører kan påvirke beslutningen i positiv eller negativ retning. Vidensniveauet og interessen for energibesparelser er meget forskelligt, og der er ofte tale om store investeringer, som ikke besluttet fra den ene dag til den anden. En undtagelse herfor er den aktuelle kø af godkendte renoveringsprojekter i den almene boligsektor, som blot afventer politisk beslutning om finansiering. Desuden har en række kommuner og regioner fokus på energieffektiviseringer, der af forskellige årsager ikke realiseres – for kommunernes vedkommende bl.a. som følge af anlægsloft.

Der er derfor behov for en lang række forskellige virkemidler til at understøtte et overordnet mål om at mindske opvarmningsbehovet med 10% frem til 2030. De præsenteres i det følgende.

Energieffektivisering af bygninger har den store fordel, at indsatsen kan igangsættes med det samme, for der er tale om kendte, velafprøvede løsninger. Alligevel vurderer arbejdsgruppen, at der er forskel på, hvor hurtigt man kan komme i gang med en indsats i de 3 områder. Det skyldes flere forhold, bl.a. muligheden for finansiering, men også interesse og viden samt mulighed for regulering. Dette er afspejlet i prioriteringen af initiativerne: 1) almen boligsektor, 2) offentlig sektor og 3) parcel- og rækkehuse.



Figur 1: Igangsættelse og besparelseeffekter af indsats i de 3 områder: almen boligsektor, offentlig sektor og parcel- og rækkehuse.

Opgørelse af effekter

Der er foretaget en konkret vurdering af effekten af de 4 første initiativer: sparet energi til opvarmning, CO₂-reduktion samt frigjort biomasse. For det første initiativ, der er et mål på 10 % varmebesparelser i 2030, er også opgjort den samlede samfundsøkonomiske gevinst i 2030. Det er imidlertid vanskeligt at vurdere den konkrete effekt for de øvrige initiativer, som er 'løftestænger' til at opfylde de overordnede mål. Mange af initiativerne understøtter hinanden og kan i mange tilfælde være indbyrdes forbundne. Hvad er f.eks. den kvantitative effekt af klarere og tydeligere energikrav til renovering eller en revision af energimærket, så det er mere handlingsanvisende og indeholder indeklimate, som erfaring viser motiverer mere end besparelser på varmeregningen?

På den baggrund er der ikke opgjort effekter for alle tiltag, men de vurderes alle at muliggøre den grønne omstilling og sikre, at den for det første ikke bliver unødigt dyr og for det andet bidrager til forbedring af indeklimaet i vores bygninger til gavn for danskerne.

På de næste sider præsenteres i alt 14 initiativer, der skal understøtte en overordnet målsætning om at realisere 10 % varmebesparelser frem til 2030 som et vigtigt bidrag til den grønne omstilling. Der er ikke et initiativ om information/kommunikation, men det er klart, at det generelt er helt afgørende for den grønne omstilling, at befolkningen bliver medspiller gennem viden om formålet og midlerne, og hvad den enkelte kan bidrage med. Det gælder også for bygningsejere – særligt private boligejere, der ofte ikke har samme viden og interesse for muligheden for at mindske varmekonsumet.

Initiativer

Forslag 1: 10% bindende mål for reduktion af energiforbruget til opvarmning i 2030

Kort beskrivelse af initiativet

For at sikre realisering af de samfundsøkonomisk rentable varmebesparelser skal der sættes et absolut og bindende mål for reduktionen af energiforbruget til opvarmning i 2030.

Analyser⁵ har vist, at det er såvel privat- som samfundsøkonomisk rentabelt at reducere opvarmningsbehovet i bygninger med 1 % årligt frem til 2050. Den samfundsøkonomiske gevinst skyldes, at den grønne omstilling bliver billigere med et lavere behov for tilført energi til opvarmning.

Derfor skal der være et mål om 10 % reduktion af energiforbruget til opvarmning i 2030 sammenlignet med 2020. Målet skal være en del af klimahandlingsplanen i lighed med andre energi- og klimapolitiske mål.

Målet gør det muligt at foretage en løbende vurdering af, om det samfundsøkonomiske potentiale for varmebesparelser realiseres, og hvorvidt der er behov for at iværksætte andre virkemidler for at komme i hus.

Målet vil sætte en overligger for andre bygningsejeres indsats, den almene boligsektor, den offentlige sektor samt motivere bygningsejere til at sikre energitiltag ifm. renoveringsopgaver på bygningen.

Konsekvenser ved initiativet

Initiativet understøtter realiseringen af det samfunds- og privatøkonomiske potentiale på årlig reduktion i varmekonsumet på 1 %. Initiativet har direkte effekt på reduktion af udledningen af CO₂ fra bygningsopvarmning, men har også vigtige effekter for hele den grønne omstilling, idet det gør omstillingen hurtigere, nemmere og billigere.

Tabel 1

Effekter ved initiativet om 10 % varmebesparelser i 2030

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Årlig reduktion i CO ₂ -udledning: Ca. 560.000 tons	

⁵ EA Energianalyse: Samfundsøkonomisk værdi af varmebesparelser, Optimum mellem forsyningsomkostninger og varmebesparelser i eksisterende bygninger.

SBI 2017: Varmebesparelser i eksisterende bygninger: Potentiale og økonomi.

Effekt på input	Generelt mindre brændselsbehov i energiforsyningen.	
	Mindre forbrug af biomasse: 760.000/år.	
	Lavere investeringsbehov i energisystemet og højere effektivitet i energiforsyningen.	
Effekt på output	Samfundsøkonomisk gevinst på	
	i alt 6 mia. kr. i 2030.	
Øvrige effekter	Udvikling af nye løsninger og forretningskoncepter.	Eksportmuligheder. Ikke mindst i EU, hvor 97 % af bygningerne skal renoveres, for at EU kan nå sine energi- og klimamål.
	Derudover sidegevinster i form af bedre indeklima.	

Beskrivelse af effekter

Reduktion i varmebehovet vil dels reducere forbruget af fossile brændsler ved individuel opvarmning med olie- og naturgasfyr, dels reducere anvendelsen af fjernvarme, som i 2018 var produceret med ca. 40 % fossile brændsler, fortrinsvis naturgas. Frem til 2030 vil ske yderligere omlægninger i energiforsyningen fra fossile brændsler til vedvarende energi. I varmforsyningen er det i høj grad omlægninger til biomasse, som i stigende grad er til debat, for så vidt angår bæredygtighed og klimaneutralitet. Dertil kommer spørgsmål om forsyningssikkerhed og priser i fremtiden. I dag importeres 43 % af vores biomasse fra udlandet (Klimarådet, 2018), hvilket giver anledning til CO₂ ifm. transport. En reduktion af varmeforbruget på 10 % i 2030 vil medføre en betydelig reduktion af forbruget af biomasse.

Dertil kommer effekterne for energisystemet ved et lavere varmeforbrug:

En ny analyse⁶ viser, at investeringer i energieffektivitet (bygninger og industri) næsten kan halvere nettomeromkostningerne i perioden frem mod 2030. Den samfundsøkonomiske besparelse ved at investere i energieffektivitet består i lavere brændsels- og energiomkostninger, herunder sparede omkostninger til udbygning af elnettet og lagring.

Energieffektivisering af den eksisterende bygningsmasse vil give en markant spill-over-effekt, ikke alene til fjernvarmesektoren, men også til de bygninger, der ligger uden for potentielt fjernvarme-område, og som med fordel kan opvarmes med individuelle varmepumper. Igen vil renovering af

⁶ EA Energianalyse 2020, Samfundsøkonomisk optimum mellem energieffektivitet, vedvarende energi, elektrificering og sektorkobling.

bygningmassen kunne mindske temperaturkravet til opvarmningen, og dette har stor betydning for varmepumpens effektivitet (COP). Ud over at øge varmepumpens effektivitet og dermed mindske elforbruget har dette også stor betydning for spidsbelastningen om vinteren og dermed for belastningen af hele el-infrastrukturen.

Forslag 2: 120.000 energieffektive almene boliger kræver øget ramme i Landsbyggefonden

Kort beskrivelse af initiativet

Renoveringer i almene boliger finansieres i høj grad gennem penge fra Landsbyggefonden, hvis midler er indbetalt af beboere i de almene boliger. Omfanget af Landsbyggefondens investeringer fastlægges af Boligforlig vedtaget i Folketinget.

Gennem de seneste år har renoveringsbehovet været større end de politisk fastsatte rammer. Konsekvensen er, at projekter for 17 mia. kr. og omfattende ca. 60.000 almene boliger over hele landet står i kø til Landsbyggefondens renoveringsstøtteordningen. Der er tale om helt konkrete renoveringssager prækvalificeret af Landsbyggefonden og vedtaget lokalt af boligorganisation og kommune. En screening af projekterne viser, at op mod 2/3 af projekterne er relateret til forbedringer af klimaskærmen. Projekterne og de energibesparelser, de vil realisere, er således klar til at blive gennemført og kan igangsættes med kort varsel.

Ud over køen af projekter, der kan igangsættes med kort varsel, er der en årlig tilgang af renoveringsbehov på 5-6 mia. kr. i den almene sektor svarende til ca. 6.000 boliger.

Der er således et samlet potentiale for at gennemføre renovering af 120.000 boliger frem mod 2030. Det vil føre til betydelige varmebesparelser og bidrage til at høste det samfundsøkonomiske potentiale på 10 % reduktion i energiforbruget til opvarmning.

Eneste forudsætning er, at de politiske partier beslutter en højere økonomisk ramme for Landsbyggefonden, når der skal forhandles boligaftale i foråret 2020.

De betydelige muligheder for at renovere almene boliger spiller en afgørende rolle i klimaomstillingen af boligbyggeriet. Med næsten 600.000 boliger udgør de almene boliger en femtedel af boligmassen i Danmark. Mange af boligerne er af ældre dato med en ikke-tidssvarende energistandard og dermed et stort potentiale for energi- og CO₂-besparelser.

Landsbyggefonden støtter gennemgribende renoveringer, herunder udbedring af klimaskærm, hvilket er tilfældet i mere end en tredjedel af renoveringerne. Erfaringerne viser, at der i forbindelse med renoveringer af klimaskærm er et varmebesparelspotentiale på ca. 30 %. Udgangspunktet er, at Landsbyggefonden yder støtte til projekter, der forbedrer de ældre bygningers energistandard, så det svarer til et nutidigt niveau. Gennem de seneste 10 år har Landsbyggefonden via sin støtte til renovering løftet mere end 50.000 boliger op til en nutidig energistandard. Og det er således dette løft, der i gennemsnit fører til de nævnte energibesparelser på en tredjedel.

Der ligger et yderligere potentiale i forbindelse med renoveringer i, at Landsbyggefonden øger energi- og klimaambitionerne og får mulighed for at støtte dybe energirenoveringer, som vil løfte boligerne til fremtidens højere energistandard.

Renoveringer finansieret af Landsbyggefonden udføres med et totaløkonomisk perspektiv, idet besparelserne på energiregning og løbende drift indtænkes i alle renoveringsprojekter. Andre bygningsejere kunne hente vigtig inspiration her.

Midlerne i Landsbyggefonden er indbetalt af lejerne i den almene sektor. De ganske betydelige potentielle energibesparelser kan derfor høstes, uden det belaster kommunernes økonomi eller de offentlige finanser i øvrigt.

Ved sidste boligaftale blev der desuden afsat en delramme på 350 mio. kr. i Landsbyggefondens renoveringsstøtteordning til at afprøve innovative energibesparende løsninger. Det kan gøres igen med mere fokus på skalerbare løsninger, som vil gavne dansk erhvervsliv.

Tidsperspektiv

Da der er tale om helt konkrete renoveringssager prækvalificeret af Landsbyggefonden og vedtaget lokalt af boligorganisation og kommune, er det muligt at igangsætte indsatsen fra 2020, når Boligaftalen er vedtaget.

Effekter ved initiativet:

Tabel 2

Effekter ved initiativet om 120.000 energieffektive almene bygninger gennem øget ramme i Landsbyggefonden

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Årlig reduktion i CO ₂ -udledning: Ca. 60.000 tons	
Effekt på input	Generelt mindre brændselsbehov i energiforsyningen. Lavere varmekonsum: 0,48 TWh/år Mindre forbrug af biomasse: 78.000/år.	
Effekt på output	Reduktion af vedligeholdelsesbehov på 100-200 mia kr. over de næste 20 år. Forbedret indeklimate.	
Øvrige effekter	Der er stor skala i disse tiltag og derfor god mulighed for udvikling af	Eksportmuligheder. Ikke mindst i EU, hvor 97 % af bygningerne skal renoveres, for at

nye løsninger og kompetencer.

EU kan nå sine energi- og klimamål.

Indsatsen i den almene boligsektor kan dermed blive en driver for indsatsen i den øvrige bygningsmasse.

Forslag 3: Giv den offentlige sektor mulighed for at investere i varmebesparelser

Kort beskrivelse af initiativet

Når det danske samfund sætter sig det vigtige og ambitiøse mål om 70 % reduktion af klimagasser i 2030, er det helt naturligt, at den offentlige sektor skal spille en fremtrædende rolle. Den offentlige sektor kan inspirere øvrige bygningsejere på flere måder:

Ved at sikre energieffektivisering af egne bygninger: Den offentlige sektor råder over ca. 6 % af Danmarks samlede bygningsareal. Heraf råder kommuner over ca. 3/4.

Ved gennem dialog og målrettede aktiviteter at motivere husejere, boligselskaber og virksomheder til at energieffektivisere deres bygninger.

Indsats i egne bygninger

En analyse fra Dansk Byggeri⁷ viser, at ca. 16.000 kommunale bygninger, svarende til 70 %, har et dårligt energimærke (D-G). Resten, ca. 7.000, har et godt energimærke (A-C). Potentialet for energibesparelser findes i alle kommuner.

En indsats for energieffektivisering kan også være med til at afhjælpe det betydelige vedligeholdelsesefterslæb i den offentlige sektor. Det er vurderet til 50 mia.⁸ kr. Dårlig tilstand i bygningerne har også store konsekvenser for indeklimaet, så et løft vil have afgørende betydning for de velfærdsfunktioner, som foregår i de offentlige bygninger som daginstitutioner, undervisning, pleje og sundhed.

EU stiller krav om energieffektivisering af 3 % af den offentlige bygningsmasse årligt. Danmark har valgt at tolke dette som statslige bygninger, men det er oplagt, at forpligtelsen udvides til resten af den offentlige sektor. Det ligger der da også et klart signal om i det forståelsespapir, der er aftalt mellem regeringen og dens støttepapir fra juni 2019.

Et overordnet mål om 1 % årlige varmebesparelser bør ligeledes fordeles på den offentlige bygningsmasse, så det er muligt at følge udviklingen i de enkelte kommuner. Mål og resultater skal være offentligt tilgængelige og bør være en del af en løbende evaluering og opfølgning af en klimahandlingsplan.

Som et led i et mål for den enkelte kommune bør den have pligt til at etablere en 'baseline' og en udviklingsplan for energibesparelser kommunens bygninger.

En øget indsats for energieffektivisering er en økonomisk udfordring for kommunerne, som adresseres i initiativforslag 12.

Igangsætter for kommunens borgere og virksomheder

⁷ Dansk Byggeri, 2019: Kommunernes rolle i klimakampen. Analyse af potentialet for energibesparelser.

⁸ Dansk Byggeri, 2019: Kommunernes rolle i klimakampen. Analyse af potentialet for energibesparelser.

Adskillige kommuner har gode erfaringer med at facilitere og understøtte andre bygningsejere i kommunen i at energieffektivisere. Disse aktiviteter skal samles op og videreformidles for at give inspiration til andre kommuner.

Tidsperspektiv

KL har præsenteret et udspil til kommunernes rolle i opfyldelsen af 70 % målet: "CO₂-REDUKTION I KOMMUNERNE. EN STYRKET LOKAL KLIMAINDSATS". Heri fremgår, at kommuner i driften af egen virksomhed kan gå forrest som rollemodel, f.eks. gennem energieffektiv drift af bygningerne.

Det er naturligt, at kommuner og regioner indgår en 'samfundskontrakt' og forpligter sig til at reducere varmekonsumet i egne bygninger frem til 2030. Det eksakte mål bør fastsættes på både fælles niveau og for den enkelte kommune. Hvis de økonomiske rammevilkår tilvejebringes, kan indsatsen iværksættes forholdsvis hurtigt.

Konsekvenser ved initiativet

Tabel 2

Effekter ved initiativet om den offentlige sektors mulighed for at investere i varmebesparelser

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Årlig reduktion i CO ₂ -udledning: Ca. 42.000 tons	
Effekt på input	Generelt mindre brændselsbehov i energiforsyningen. Lavere varmekonsum: 0,38 TWh/år Mindre forbrug af biomasse: 49.000/år.	
Effekt på output	Reduktion af vedligeholdelsesbehov på anslået 50 mia. Forbedret indeklima og dermed bl.a. bedre indlæring i institutioner og skoler.	
Øvrige effekter		Eksportmuligheder.

Ikke mindst i EU, hvor
97 % af bygningerne
skal renoveres, for at
EU kan nå sine energi-
og klimamål.

Forslag 4: Pakkeløsninger til energirenovering til husejere

Kort beskrivelse af initiativet

Hvis det samfundsøkonomiske potentiale for 1 % årlig reduktion i energiforbruget til opvarmning skal realiseres, er det helt afgørende, at indsatsen for energieffektivisering øges i private boliger. Segmentet spænder fra parcelhuse til private etageboliger herunder andelssektoren. Boligejerne mangler ofte viden om energiforhold og muligheder for forbedringer og har ikke en professionel organisation at støtte sig til. Erfaringen viser også, at denne ejergruppe og i særlig grad parcelhusejerne sjældent sender bud efter rådgivere for at få et overblik over muligheder og konkrete anvisninger til energieffektivisering.

30 % af Danmarks samlede energiforbrug anvendes til opvarmning, og heraf bruges 54 % i enfamiliehuse. Heraf udgør parcelhusene med et antal på 1,1 mio. et meget vigtigt segment. Dette initiativ er rettet mod denne boligtype og mod rækkehuse.

På trods af mange forsøg er dette energirenoveringsmarked endnu ikke blevet aktiveret for alvor. Energieffektiviseringsindsatsen i denne gruppe skal i høj grad ske ad frivilligheden vej. Håndfaste metoder som krav om en bestemt energistandard ved salg eller låntagning er næppe politisk farbar. Men det kan ikke udelukkes, at formidling af et overordnet mål for reduktion af energiforbruget i bygninger kan motivere.

Det er helt afgørende for succes, at der er fokus på at gøre det enkelt for boligejeren at investere i varmebesparelser, og at der er økonomiske incitamenter (initiativ 10 og 11).

En række af de øvrige foreslåede initiativer har til hensigt at understøtte indsatsen over for denne bygningstype. Det gælder bl.a. forslaget om enklere og tydeligere energikrav i Bygningsreglementet, mere retvisende beregninger af effekter af energitiltag, forbedring af energimærket m.m. Disse initiativer kan bidrage til, at de aktører, som kan have stor direkte og indirekte indflydelse på beslutninger om energieffektivisering, kan spille en aktiv rolle. For mange boligejere er håndværkerne en vigtig ambassadør for energiforbedrende tiltag. En anden kan være finansieringsinstitutioner. Der investeres årligt store mia.-beløb i vedligeholdelse af bygninger, og hvis disse midler i højere grad målrettes, og der skabes mere fokus på marginalomkostningen ved også at gennemføre energieffektivisering, kan det løfte renoveringsraten.

Følgende tiltag kan være med til at gøre det enklere at komme i gang for boligejere:

- Tiltag, der gør det enkelt og overskueligt.
- Let forståelige og konkrete krav til fremtidig energipræformance – f.eks. kan forberedelse til fremtidig forsyning, udfasning af fossile varmekilder anvendes til at sikre rettidige overvejelser og afklaringer af fremtidige arbejder og initiativer.

Renoveringspakker udviklet af SBI i samarbejde med rådgiverbranchen og tilpasset segmentets arketyper af bygninger:

- Pakker indeholder gennemarbejdede forslag til etablering af forskellige tiltag f.eks. loft- og facadeisolering, nye vinduer, etablering af ventilation, varmeanlæg, varmepumpe mv.
- Pakker defineres og beskrives, så de med få tilpasninger kan bruges ifm. indhentning af tilbud eller ved udbud.
- Effekterne i form af bedre indeklima/komfort og funktionalitet skal understreges og konkretiseres. Erfaring viser, at det i høj grad er ønsket om bedre komfort og anden

funktionalitet, som motiverer til investeringer, der kan medføre energibesparelser, hvis de gennemføres iht. energikravene i Bygningsreglementet.

Tidsperspektiv

Dele af initiativet afhænger af forenkling og tydeliggørelse af energikravene i Bygningsreglementet samt udvikling af mere dækkende beregningsmetoder til værktøjer for energirenovering. Derfor kan initiativet igangsættes i løbet af de kommende år.

Effekter ved initiativet

Tabel 2

Effekter ved initiativet om pakked løsninger til privatejede boliger:

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Årlig reduktion i CO ₂ -udledning: Ca. 66.000 tons	
Effekt på input	Generelt mindre brændselsbehov i energiforsyningen. Lavere varmekonsum: 0,7 TWh/år Mindre forbrug af biomasse: Ca. 113.000 ton/år.	
Effekt på output	Forbedret indeklima og dermed bedre sundhed	
Øvrige effekter	Ca. 500.000 af disse bygninger er opvarmet med olie- eller naturgasfyr. En reduktion af det forbrug medvirker til at opfylde Danmarks EU-forpligtelse.	Eksportmuligheder. Ikke mindst i EU, hvor 97 % af bygningerne skal renoveres, for at EU kan nå sine energi- og klimamål.

Beskrivelse af effekter

Ud over den generelle forbedring af energistandarden i parcel- og rækkehuse har indsatsen særlig effekt i de ca. 500.000 boliger, som er opvarmet med hhv. olie- og naturgas (ca. 100.000/ca. 400.000), og som ligger uden for fjernvarmeforsynede områder. Et skift i energiforsyning i disse boliger er et bidrag til den grønne omstilling, og det vil oftest være et skift til varmepumpe. Et lavere varmebehov gør, at der kan vælges en mindre og billigere varmepumpe, og at dens effektivitet bliver højere. Se initiativer om konvertering af olie- og naturgasfyr til vedvarende energikilde fra arbejdsgruppe 3.

Opvarmning med olie- og naturgas er uden for den såkaldte kvotesektor og udledningerne derfra. Der er et særskilt EU-mål om reduktion af udledningen af drivhusgasser uden for kvotesektoren. For Danmarks vedkommende er det 39 % i 2030. En reduktion af varmekonsumet i bygninger med individuel forsyning er et vigtigt element i at opfylde Danmarks forpligtelse.

Forslag 5: Energimærket skal være et aktivt redskab til energibesparelser

Kort beskrivelse af initiativet

Energimærket bør være et vigtigt grundlag for at vurdere bygningens aktuelle energistandard og mulighederne for at forbedre den. Energimærket har en stigende betydning i forbindelse med køb og salg af bygninger, men analyser tyder på, at der er behov for forbedringer af mærket, hvis det skal spille en afgørende rolle i bygningsejerens beslutning om at energioptimere bygningen. En undersøgelse fra Realmæglerne⁹ viser, at

- Kun **hver 3. boligkøber** forstod energimærkningsrapporten helt ved deres seneste boligkøb.
- Kun **38 %** af boligkøberne følger anbefalingerne i energimærkningsrapporten. Næsten **50 %** følger dem ikke.
- Kun **20 %** af boligkøberne ser energimærkningsrapporten som ”meget vigtig” i forhold til de øvrige dokumenter, rapporter og attester i en bolighandel.

Der er således et stykke vej endnu, før energimærket vurderes som brugbart og anvendes løbende af bygningsejeren til at vurdere og planlægge mulighederne for at foretage energiforbedringer.

Især de private boligejere er kendetegnet ved, at de ikke har viden og kompetencer til at tage stilling til potentialet for energiforbedringer. Det betyder også, at andre aktører som håndværkere og långivere fra finansieringsinstitutter kan spille en afgørende rolle for at motivere bygningsejere til at investere i energitiltag. Energimærket bør være et dialogværktøj, men det forudsætter, at det indeholder relevante oplysninger, anviser konkrete handlinger og effekter heraf samt forstås bredt.

For at sikre større anvendelse af energimærket som motivationsfaktor er der behov for at revidere indholdet og formen.

- Indeklimaforhold som træk og kulde, kondens og skimmelsvamp, støj samt dagslys bør være en del af energimærket. Erfaringer fra markedet viser, at indeklimaproblemer snarere end ønsket om en lavere energiregning er motivationen for at gå i gang med energitiltag.
- Anvisninger af konkrete forbedringsmuligheder og deres effekt: Energitiltag skal foretages i forbindelse med almindelige vedligeholdelsesarbejder og udskiftninger af bygningsdele. Bygningsdele har forskellige levetider, men hvis man antager en 20-30 års cyklus, vil muligheden for at foretage energitiltag vise sig over årtier. Det bør angives i energimærket. Ligeledes skal effekterne fremgå, såvel energimæssige som indeklimaforbedringer.
- De tekniske installationer i bygninger, såsom varme- og ventilationsanlæg, rummer store effektiviseringspotentialer, som ofte er skjulte for bygningsejeren. Derfor bør der i energimærket være et styrket fokus på, om installationerne fungerer optimalt, herunder om de er korrekt indregulerede og vedligeholdt.
- Energimærket bør kobles til initiativet om klarere og tydeligere energikrav i Bygningsreglementet (initiativforslag 6) samt forslaget om på den baggrund at opstille pakkelsninger.

⁹ <https://www.realmæglerne.dk/realmaeglerne/presse/faa-forstaar-energimaerket-i-bolighandler>

- Mærket skal løbende kunne opdateres digitalt, så bygningsejeren kan se effekten af forbedringer uden at skulle rekvirere en energikonsulent for at få udarbejdet et nyt mærke.

I dag er kun knapt halvdelen af de danske boliger energimærket. Derfor bør der skabes motivation til, at flere bygninger energimærkes. Det kan f.eks. ske som et krav ifm. låntagning og fornyelse af lån, eller hvis man ønsker et 'puljet' fradrag fra Boligjobordningen (initiativ 10) eller tilskud fra den nye bygningspulje under energisparepuljen fra 2021.

Tidsperspektiv

Revisionen af energimærket kan igangsættes hurtigt.

Konsekvenser ved initiativet

Initiativet er en såkaldt 'løftestang', og det er ikke muligt at regne konkrete CO₂-effekter. Men initiativet betragtes som et væsentligt virkemiddel ift., at det overordnede mål på 10 % varmebesparelser frem til 2030 kan nås.

Forslag 6: Klare og tydelige energikrav i Bygningsreglementet

Kort beskrivelse af initiativet

Som hovedregel skal energiforbedringer af bygninger ske i forbindelse med almindelige vedligeholdelsesarbejder og udskiftninger af bygningskomponenter for at være rentable. For at sikre, at eksisterende bygningers energistandard løbende forbedres, indeholder Bygningsreglementet også energikrav i forbindelse med renovering af eksisterende bygninger. Kravene og betydningen af at overholde dem kan imidlertid være vanskelige at forstå. Det betyder, at der er manglende viden og/eller tvivl om, hvornår der er tale om en renovering, som skal overholde energikrav, samt hvilke specifikke tiltag som skal gennemføres.

I praksis går bygningsejerne og samfundet glip af store energibesparelspotentialer, som kunne realiseres som marginale investeringer i byggearbejder, der allerede gennemføres, når energikravene ikke følges. Dansk Byggeri¹⁰ vurderer, at der i 2016 blev anvendt ca. 76 mia. kr. til såkaldt 'professionel bygningsreparation og hovedreparation'. Ifølge SBI¹¹'s beregninger af potentialet for varmebesparelser frem til 2050, skal der investeres 727 mia. kr. i den basale renovering af bygningers klimaskærm indtil 2050. Ekstrainvesteringen i at sikre, at Bygningsreglementets energikrav overholdes, er ca. 40 mia. kr.

Det er afgørende at sikre, at mulighederne for at energiforbedre i forbindelse med renovering ikke forpasses. Ikke mindst fordi bygningskomponenter har lange levetider, så der går ofte adskillige årtier, før muligheden for rentable investeringer kommer igen. 80 % af de eksisterende bygninger står også i 2050, hvor målet er netto-nul-udledning, så det er helt afgørende, at bygninger omstilles til en anden energi- og klimafremtid gennem løbende energiforbedringer.

Udfordringen med manglende overholdelse af Bygningsreglementets energikrav gælder på tværs af alle dele af branchen og rammer bredt fra tagudskiftningen på parcelhuset til udskiftningen af belysningsanlæg hos den større bygherre.

Tydeliggørelse og forenkling af gældende regler og præcisering af og vejledning til fortolkning vil medvirke til øget overholdelse af energikravene og dermed realisering af store og relativt billige, kost-effektive energibesparelser.

Derudover er der behov for kontrol med efterlevelse af energikravene. Det bør undersøges, hvordan det sikres. Det kunne være i tilknytning til de certificeringsordninger, som er etableret for den tekniske byggesagsbehandling, eller det kunne være dokumentation for udført byggearbejder og tilhørende energibesparelser ifm. belåning.

Konkrete initiativer er:

- Øget tilgængelighed af lovgivningsgældende renovering, herunder Bygningsreglementets krav ved tydeliggørelse i selve Bygningsreglementet af de specifikke energikrav til eksisterende bygninger (f.eks. via en positivliste).
- Præcisering af gældende fortolkninger af renoveringsrelevante krav i Bygningsreglementet og enklere adgang til dem i form af en fælles offentlig platform.

¹⁰ Dansk Byggeri, Byggeriets energianalyse 2017. https://www.danskbyggeri.dk/media/24229/final_byggeriets-energianalyse_samlet_net_2017.pdf

¹¹ Varmebesparelse i eksisterende bygninger: Potentiale og økonomi. SBI, 2017:16.

- Løbende publicering af og kontrol med kommunernes fortolkninger og dispensationer.
Certificerede energiberegnere og større kontrol af energisyns- og mærkningskonsulenter.

Tidsperspektiv

Præciseringen og tolkningen af regler kan iværksættes i løbet af 2020.

Konsekvenser ved initiativet

Initiativet er en såkaldt 'løftestang', der skal muliggøre, at det overordnede mål på 10 % varmebesparelser frem til 2030 nås. Det er ikke muligt at beregne konkrete effekter.

Forslag 7: Mere præcise beregninger af effekter ved energieffektivisering

Kort beskrivelse af initiativet

Når bygningsejere/-lejere skal tage beslutning om at investere i energieffektivisering, er det afgørende, at de kan være sikre på de lovede besparelser. Derfor er det vigtigt, at grundlaget for at foretage beregningerne af energiforbrug før og efter, tilbagebetalingstid for investeringer samt forbedret komfort er pålidelige.

Bygninger skal overholde fastsatte energikrav for at reducere energiforbruget. Det gælder både nye bygninger og ved renovering. Hvis der er tale om en mindre renovering, kan man tage udgangspunkt i krav til de enkelte komponenter, som udskiftes, f.eks. vinduer eller tag. Hvis der er tale om en større, mere omfattende renovering, som f.eks. er tilfældet i den almene sektor, men også for private og offentlige byggerier, foretages en egentlig energiberegning efter fastsatte metoder. Disse metoder indeholder en række antagelser om temperatur, ventilation, belysning m.m. i den færdige bygning. Desværre er der generelt uoverensstemmelse mellem det beregnede og det faktiske forbrug. Bl.a. fordi vores opfattelse af komfort har forandret sig siden energikriserne, hvor vi lærte, at 20 °C er den optimale temperatur. 1 grads stigning i temperaturen fører som fingerregel til 5% stigning i energiforbruget til opvarmning.

Det kan forklare, hvorfor det gentagne gange er påvist, at de beregnede besparelser ikke opnås i praksis. Problemet med uoverensstemmelse mellem de antagne besparelser og de faktiske er imidlertid også med til at skabe en tvivl om effekten af energibesparelser.

For at modvirke denne form for barrierer mod energieffektivisering er det derfor vigtigt, at der udvikles nye metoder og værktøjer, så der er sikkerhed for besparelser for den enkelte bygningsejer/lejer. Det er med til at øge sandsynligheden for, at de rigtige energitiltag vælges, samt at det reelle energiforbrug i fremtiden svarer til det beregnede.

Yderligere perspektiver for forslaget:

Som foreslået i initiativ 5 bør der være øget fokus på den CO₂-besparelse, som ligger i at renovere frem for at rive ned og nyopføre. Her er såkaldte livscyklusvurderinger (LCA) for bygningen centrale, og for at få et korrekt billede af udgangssituation og konsekvenser ved de forskellige løsninger er det også her vigtigt, at beregningerne i tilknytning hertil er retvisende.

Tidsperspektiv

Nye metoder og værktøjer kan iværksættes i løbet af 2020.

Konsekvenser ved initiativet

Initiativet er en såkaldt 'løftestang', og det er ikke muligt at beregne konkrete CO₂-effekter. Men initiativet betragtes som et væsentligt virkemiddel ift., at det overordnede mål på 10 % varmebesparelser frem til 2030 kan nås.

Forslag 8: Krav om ambitiøst energimærke ved leje af bygninger

Kort beskrivelse af initiativet

Den offentlige sektor såvel som private virksomheder bør stille krav til energimærkets niveau og dermed bygningens energistandard, når de indgår lejeaftaler. Statens institutioner er allerede forpligtet til at sikre, at de bygninger, de lejer, har en bestemt energistandard som led i målsætningen om, at staten skal reducere energiforbruget i 2020 med 14 % i forhold til 2006.

Hvis hele den offentlige sektor – og gerne også private virksomheder – efterspørger bedre energistandard i bygninger, øges efterspørgslen på bygninger med lavere energiforbrug. Derved motiveres bygningsejere på dette marked til at energieffektivisere deres bygninger. En øget efterspørgsel kan i sig selv bidrage til at udvikle nye løsninger til og øget viden om energieffektivisering af bygninger.

Kravet er ligeledes med til at sikre lavere energiregninger for den offentlige sektor. Dertil kommer gevinsterne ved et forbedret indeklima.

Kravet bør gøres dynamisk, så kravene strammes med passende intervaller, f.eks. hvert 5. år. I dag er der følgende krav til bygninger, som statens institutioner lejer: For ejendomme opført før 1961: energimærke E eller bedre; for ejendomme opført efter 1961, men før 2006: energimærke C eller bedre; for ejendomme opført i 2006 eller senere: energimærke B eller bedre. Kravene er ikke blevet skærpet, siden de blev indført.

Tidsperspektiv

Kravet for kommuner og regioner kan implementeres hurtigt gennem en bekendtgørelse. En tilsvarende indsats for private virksomheder forudsætter øget informationsindsats og bør tilrettelægges sammen med Ejendomsforeningen Danmark. Et initiativ som 'Energispring' i Københavns Kommune kan også anvendes som løftestang.

Konsekvenser ved initiativet

Kan beregnes.

Forslag 9: Bedre muligheder for kommunale energibesparelser ved fritagelse af alle energirelaterede byggearbejder fra anlægsloftet

Kort beskrivelse af initiativet

Mange kommuner har vanskeligt ved at investere i de rentable og nødvendige energitiltag i deres bygninger, fordi anlægsloftet sætter begrænsninger for deres aktiviteter. For at være rentable skal energibesparelser gennemføres i forbindelse med almindelige byggearbejder og skal foretages, når bygningsdelen er klar til udskiftning, f.eks. tag eller vinduer. Investeringer i energiforbedringer er undtaget fra anlægsloftet, men i de mange tilfælde, hvor besparelsen skal opnås ved almindelige byggearbejder, kan denne undtagelse ikke komme i funktion, da selve byggearbejdet er omfattet af anlægsloftet.

For at sikre den nødvendige energieffektivisering af offentlige bygninger skal de økonomiske begrænsninger lempes.

To løsninger på finansieringsudfordringen bør analyseres:

1. Staten bør finde en model, som gør, at det bliver muligt at dispensere fra anlægsloftet på en kontrolleret måde, så det ikke udgør en barriere for hensigtsmæssige og rentable energirenoveringsprojekter i kommunerne på de optimale tidspunkter.
2. Reglerne for offentlig gældsætning gøres mere fleksibel, når det gælder offentlige investeringer, der over tid betaler sig selv tilbage. Der er behov for en ny autoritativ fællesoffentlig opgørelse af, hvor meget stat, regioner og kommuner kan gældsætte sig, når det gælder selvfinansierende investeringer.

Konsekvenser ved initiativet

Der er et stort behov for energieffektivisering af de kommunale bygninger. En opgørelse fra Dansk Byggeri¹² viser, at

- 70 % af 23.000 kommunale bygninger med energimærke har energimærke D-G.
- Kun 30 % har et godt energimærke (A til C).

Det giver en unødvendigt høj energiregning til skade for den kommunale driftsøkonomi, ligesom det har negative konsekvenser for både klimaet og indeklimaet.

Dertil kommer muligheden for at mindske det store vedligeholdelsesefterslæb i de offentlige bygninger, som vurderes at være 50 mia. kr.¹³

Tidsperspektiv

Kan igangsættes i forbindelse med økonomiaftalen og finansloven for 2021.

¹² Dansk Byggeri 2017: Byggeriets energianalyse.

¹³ Dansk Byggeri 2017: Byggeriets energianalyse.

Konsekvenser

Initiativet er en væsentlig forudsætning for, at effekterne af en indsats i den offentlige sektor, som er beskrevet under initiativ 3, kan opnås.

Forslag 10: Grønnere boligjobordning med mulighed for at opspare fradraget

Kort beskrivelse af initiativet

En kortsigtet økonomiske gevinst ved at energieffektivisere sin bygning og konvertere fra fossile opvarmningskilder som olie- og naturgasfyr kan have stor betydning for motivationen til at gennemføre tiltaget. Privatøkonomisk er investeringen i energiforbedring af bygningen en af de bedste, langsigtede investeringer, en bygningsejer kan foretage¹⁴, men det kan være vanskeligt at tænke så langsigtet, ligesom mange boligejere ikke regner med at skulle bo så længe i deres hus, at de får glæde af resultatet af investeringen. Tilsvarende er det afgørende for at fremtidssikre boligen, at der skiftes fra olie- og naturgas til varmepumpe eller fjernvarme, hvor det er muligt.

I lyset af, at den generelle energirenoveringstakt i Danmark i disse år er alt for lav til at opnå de samlede energieffektiviseringer, som er samfundsøkonomisk optimale, bør der tilvejebringes omkostningseffektive økonomiske virkemidler/incitamenter, der ansporer bygningsejere til at energirenovere mere og mere omfattende, når de er i gang med den løbende vedligeholdelse af bygningen. Tilsvarende kan det være nødvendigt at sikre de nødvendige investeringer i konverteringer af varmeforsyningen.

Grønnere boligjobordning og mulighed for at opspare fradrag

Boligjobordningen skal igen fokuseres til energirenoveringstiltag på baggrund af en positivliste samt på investeringer i konvertering i varmeforsyning. I den forbindelse er det vigtigt, at muligheden for at mindske energibehovet vurderes og indtænkes, så varmepumpens kapacitet ikke bliver unødvendigt stor og dermed dyr, samt at dens virkningsgrad bliver højere.

Det skal være muligt at "opspare sit fradrag", så man ved større energieffektiviseringer og konverteringer har mulighed for at bruge op til 3 års fradrag på én gang – både bagud- og fremadrettet.

Sidstnævnte kan bidrage til større additionalitet, da det ansporer til, at der primært gives støtte til større energibesparelserprojekter, der ellers ikke bliver gennemført, fordi der er tale om en større investering.

Tidsperspektiv

Ændringen kan træde i kraft fra 2021.

Konsekvenser ved initiativet

Analyser viser, at det er såvel privatøkonomisk som samfundsøkonomisk rentabelt at sikre 1 % årlig reduktion i opvarmningsbehovet. Der er behov for flere incitamenter, der skaber interesse for at realisere disse besparelsemuligheder.

Initiativet er en såkaldt 'løftestang', og det er ikke muligt at regne konkrete CO₂-effekter. Men initiativet betragtes som et væsentligt virkemiddel ift., at det overordnede mål på 10 % varmebesparelser frem til 2030 kan nås.

14 <https://sbi.dk/Pages/Varmebesparelse-i-eksisterende-bygninger.aspx>

Forslag 11: Grønt element i ejendomsskatten

Kort beskrivelse af initiativet

Beskatningen af ejendomme er under revision, og i den forbindelse bør det medtænkes, hvordan det over en årrække er muligt at indfase en grøn ejendomsskat. Ud fra princippet om, at man skal betale for eksternaliteter, bør ejendommens energistandard indgå i grundlaget for beskatning.

Vurderingsgrundlaget for energistandarden bør være et energimærke, der skal have en kvalitet, der sikrer bygningsejerens retssikkerhed. For bygninger, der ikke har et energimærke, kan beskatningen fastlægges ud fra bygningens alder og bygningskategori samt benchmarking.

Energibeskatningen kan udgøre en mindre del af beskatningsgrundlaget, men skal mest af alt medvirke til at 'nudge' og belønne en forbedring af bygningens energistandard.

Forslaget følger den samme logik som bilbeskatningen, som i de senere år også er blevet grøn, men som udgør en forsvindende del af den samlede beskatning (registreringsafgift). Initiativet kan være provenuneutralt.

Ikrafttræden kan ske med lang indfasning, så energihensyn medtænkes, når der alligevel skal foretages renovering. Forslaget kan have en socialt skæv fordeling, hvilket kan kompenseres ad anden vej.

Tidsperspektiv

Ændringen afhænger af omlægningen af beskatningssystemet for ejendomme, der er forsinket.

Konsekvenser ved initiativet

Initiativet vil kunne give bygningsejere et meget stærkt incitament til at investere i tiltag, som reducerer varmemeforbruget

Forslag 12: Revitalisering af bygningsfornyelsen og fastholdelse af Byggeskadefondens rolle i forhold til energieffektivisering af privatejede etageboliger

Kort beskrivelse af initiativet

Den offentligt støttede bygningsfornyelse og de tilknyttede byggeskadefonde har siden 1970-erne spillet en vital rolle ift. opgraderingen af den eksisterende boligmasse. Det gælder ikke mindst i forhold til etageejendomme med installationsmangler, mens energieffektivisering i de første 3-4 årtier med byfornyelsen af forskellige gode grunde spillede en mindre rolle.

Når vi skal i gang med at energirenovere vores bygninger i stor stil, bør det overvejes at anvende bygningsfornyelsen som virkemiddel. Byfornyelsesloven gælder stadig, og kommunerne kan fortsat give støtte til bygningsfornyelse, men den statslige støtte er bortfaldet fra 2019. Nogle kommuner har allerede målrettet deres indsats imod energirenovering og har strukturen herfor intakt. Hvis staten genoptager sin støtte til bygningsfornyelse på Finansloven, kan bygningsfornyelsesindsatsen revitaliseres og målrettes energirenovering.

Det vil i givet fald være hensigtsmæssigt, at de pågældende arbejder fortsat kan forsikres imod byggeskader i BvB – Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse – der ligeledes fortsat vil kunne spille en vigtig rolle i formidlingen af gode løsninger og erfaringer.

Tidsperspektiv

Forslaget kan deles i 2 – dels en genoptagelse af en statslig støttet indsats med finanslovsbevilling allerede fra 2021, dels en direkte videreførelse af byggeskadefondens virke som forsikringsselskab og vidensformidler.

1. Energieffektiviseringsindsatsen struktureres mht. anvendelse af fiskale midler og løsninger og indtænkes i en koordineret offentlig (kommunal) indsats.
2. Struktureringen gør det muligt at samle erfaring/data mhp. dokumentation af effekter.
3. Erfaringsopsamlingen og formidlingen gør det muligt at vælge de meste effektive løsninger i den bedste kvalitet.

Ved at strukturere, måle, indsamle og dokumentere energitiltag, erfaringer og resultater opnås muligheden for at fokusere på de dele af effektiviseringsindsatsen, hvor klimaeffekten ift. bygningernes udledninger er størst, og dermed at kunne målrette indsatsen mod de mest energimæssigt ineffektive ejendomme og de mest effektive løsninger.

Klimaeffekt¹⁵ af forslaget vil både være den direkte afledte af de opnåede besparelser, men forslaget kan også være afgørende for, at andre initiativer opnår maksimal effekt eller undgår tab af effekt, og kan ses i synergi med initiativforslag 3 om kommunernes og regionernes rolle.

Principielt kræves der alene tilførsel af statslige midler og mindre justeringer af eksisterende (byfornyelses)lovgivning for at videreføre denne indsats.

¹⁵ Klimakatalog, Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse <https://bvb.dk/media/5mkbdpef/bvb-s-klimakatalog-november-2019-pdf.pdf>

Forslag 13: Krav om porteføljestyring af bygningers tilstand og energiforbrug for bygningsejere med mange ejendomme

Kort beskrivelse af initiativet

Store porteføljer af ejendomme ejes/drives af professionelle aktører/organisationer i byggeriet, f.eks. i det offentlige og almene regi. Når der i de enkelte ejendomme foretages mindre ombygninger, renoveringsarbejder eller blot enkeltstående energieffektiviseringsarbejder, konstateres det alt for ofte, at disse ikke foretages struktureret og ud fra en helhedsvurdering af behovene nu og på sigt. Således forstås den reelle udvikling og energieffektiviseringen af den enkelte ejendom ofte ud fra kortsigtede, meget nære og smalle perspektiver, som ikke understøtter langsigtede forventninger til energieffektivisering og brug/funktion på sigt.

I praksis betyder dette ofte, at det ikke er de rette/tilstrækkelige arbejder, der gennemføres, eller at samfundet går glip af store potentialer for dybere renovering, fordi overblikket ikke er tilstrækkeligt til at se behovet for og mulighederne heri.

De professionelle bygningsejere med porteføljer kan med rette forventes at have et højt videns- og kompetenceniveau. Ved at stille krav om, at alle store porteføljeejere gennemfører og vedligeholder en porteføljestrategi for den samlede portefølje såvel som for de enkelte ejendomme, kan der dannes retmæssigt plan- og beslutningsgrundlag for ejendommenes fremtid.

Porteføljestrategien bør forholde sig til og kombinere viden om løbende vedligeholdelsesbehov, krav til løbende energieffektivisering samt nuværende og fremtidige forventninger til brug og funktionalitet. Porteføljestrategien bør udgøre grundlaget for en langtidsplanlægning for det enkeltes byggeri og understøtte en helhedsorienteret udvikling af dette.

Opstilles der fra myndighedsside klare forventninger og mål til det eksisterende byggeris forsyningsforhold og energieffektivisering, kan dette indgå som et aktivt styringsværktøj heri.

Konkrete initiativer er:

- at opstille rammer og principper for porteføljestrategi
- at udvikle metode og værktøj til gennemførelse af porteføljestrategi
- at opstille myndighedsformulerede forventninger og krav til det eksisterende byggeri nu og på sigt.

Tidsperspektiv

Rammer og metodeudvikling kan forestås i løbet af 2020, og der kan påbegyndes afprøvning og implementering i løbet af 2021.

Konsekvenser ved initiativet

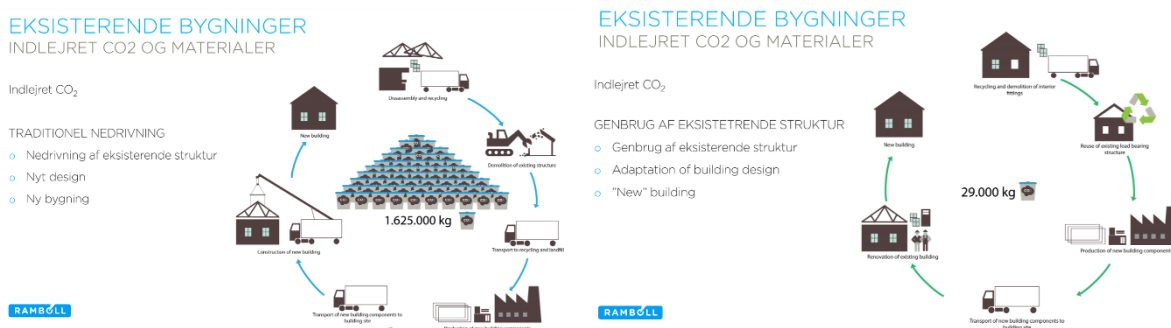
Initiativet er en såkaldt 'løftestang', og det er ikke muligt at regne konkrete CO₂-effekter. Men initiativet betragtes som et væsentlig virkemiddel ift., at det overordnede mål på 10 % varmebesparelser frem til 2030 kan nås.

Forslag 14: CO₂-besparelser ved renovering frem for nedrivning og nybyg

Kort beskrivelse af initiativet

Eksisterende bygninger repræsenterer allerede en stor mængde indlejret CO₂ fra opførsel og løbende udskiftning af materialer. Bygningerne har lange levetider, og derfor er meget af den indlejrede CO₂ 'afskrevet' længe før bygningens 'end-of-life'. Derfor kan renovering af den eksisterende bygningsmasse frem for nedrivning og nyopførelse medvirke til en betydelig netto-CO₂-besparelse.

En beregning fra Rambøll af en konkret case illustrerer de store besparelsesmuligheder, der ligger i at genbruge den eksisterende bygningskrop:



DTU har i en rapport opgjort, at der alene i de eksisterende københavnske bydele vil være plads til yderligere 22.000 indbyggere placeret i nye moderne tagboliger på eksisterende ejendomme.

Et andet eksempel er en igangværende debat om 27 kommuners planer om at etablere eller udbygge indkøbscentre uden for byerne, samtidigt med at forretningslokaler i bykernen står eller bliver tomme som konsekvens.

Eksemplerne viser, at der kan være et stort potentiale for CO₂-besparelser gennem fortætning og bedre udnyttelse af eksisterende bygningsarealer. Det kræver dog øget viden om og fokus på dette potentiale og vigtigheden af at udnytte eksisterende m², da indsatsen for mindre energiforbrug i bygninger ellers risikerer at føre til, at eksisterende bygninger erstattes af nye. Med en systematisk tilgang kan bygningskroppen tilføjes ny funktionalitet og få nutidig komfort og indeklima, og det bør således indgå som et vigtigt element i den samlede planlægning af byudviklingen.

Når den offentlige sektor står i et valg mellem eksisterende bygninger eller nybyg, skal der i særlig grad være krav om at foretage en CO₂-beregning af renovering respektive nyopførelse samt drift af begge forhold i f.eks. 50 år.

Det må derfor kræves, at der foretages både LCA- og LCC-analyser ved større offentlige bygge- og anlægsprojekter.

Økonomisk løftestang: De nye, moderne tagboliger kan enten sælges eller udlejes og kan finansieres på den måde. Derudover kan indtægterne fra salg eller udlejning give et tilskud til en optimal kvalitetsforbedrende og energibesparende renovering af den underliggende bygning.

Tidsperspektiv

Det kan være nødvendigt at fjerne krav i lokalplaner som f.eks. antal parkeringspladser for at få en målrettet anvendelse af eksisterende bygninger til fortætning.

Derudover bør formålet om renovering frem for nybyg integreres i planlovgivning.

Konsekvenser ved initiativet

Som illustreret i figuren ligger der i sig selv store CO₂-besparelser i genanvendelse af bygningers eksisterende strukturer. Dertil kommer, at tilføjelsen af tagboliger opført efter de bedste energiklasser vil efterisolere øverste loft i eksisterende etagebygninger og dermed reducere bygningernes samlede varmebehov.

Tagboliger giver bedre udnyttelse af byernes eksisterende infrastruktur og giver mulighed for at huse de mange nye indbyggere, der forventes at flytte til de store byer uden udstykning af byggegrunde og udbygning af en dyr, ny infrastruktur.

Eksemplet tyder på, at der kan være en faktor 50-besparelse i CO₂ i at renovere frem for at rive ned og bygge nyt, men det bør analyseres og beregnes nærmere, idet et initiativ som dette potentielt kan have vidtrækkende konsekvenser for byudvikling, energiplanlægning, byggelovgivning osv.

B: CO₂-reduktion fra bygningsdrift

Regeringen og et bredt flertal i Folketinget har med Klimaloven sat et ambitiøst og bindende mål for den danske CO₂-udledning: Den skal være reduceret med 70 % i 2030 i forhold til 1990. Samtidig skal den grønne omstilling ske så omkostningseffektivt som muligt og under hensyntagen til en fortsat positiv udvikling af det danske samfund.¹

Samlet stod drift og opvarmning af bygninger for ca. 40 % af det samlede energiforbrug og ca. 23 % af CO₂-udledningen fra energi i 2017.¹ Forbruget til opvarmning med fossile brændsler som olie og naturgas udgør ca. 35 % af bygningers CO₂-udledning, og frem mod 2030 forventes energisystemet at skifte fra overvejende sort til overvejende grøn energi.

Der forventes i perioden at ske en væsentlig elektrificering af bl.a. bygningsopvarmningen og transportområdet, ligesom bl.a. nye datacentre er med til at øge elforbruget. Samlet set betyder det, at behovet for grøn energi øges kraftigt. Samtidig udfases meget af den traditionelle kraftværkskapacitet til fordel for særligt vindmøller og solceller over de kommende år. Forskellen mellem elproduktionskapaciteten og det forventede elforbrug i 2030 skal dækkes af ny vedvarende energiproduktion, energibesparelser, fleksibilitet i forbruget og import af el.

Bygningsområdet kan bidrage gennem en mere klimavenlig og energieffektiv drift, intelligent styring af forbruget og omstilling til et grønnere energimiks. Analyser viser, at den grønne omstilling bliver markant dyrere, hvis der ikke energieffektiviseres¹, og Klimarådet vurderer, at energirenovering af bygninger og udbredelse af individuelle varmepumper er blandt de mest hensigtsmæssige omstillingselementer frem mod 2030.¹ Fokus på omstilling og optimering i bygningsdriften rummer derfor et stort potentiale for at bidrage til 70 %-målsætningen i 2030 på den samfundsøkonomisk bedste måde. Erfaringen viser dog, at energieffektiviseringen går langsomt på trods af incitamenter i form af tilskud og korte tilbagebetalingstider.

Arbejdsgruppe 3 om reduktion af drivhusgasudledningen fra bygninger via energieffektiviseringer og optimeret drift fremlægger 4 initiativgrupper, der kan realisere det signifikante potentiale i bygningsdrift: Grøn varme, Klimavenlig og energieffektiv bygningsdrift, Fleksibelt bidrag til energisystemet og Klimakrav til nybyggeri og renoveringer.

Samlet set har initiativerne et potentiale til i 2030 at levere

- 86 % reduktion af bygningers CO₂-udledning ift. 1990
- 17 % reduktion af energiforbruget ift. 1990
- ~20 % af energiforbruget i bygninger kan gøres fleksibelt og derved reducere udbygningen af elproduktionskapacitet og tilpasningen til grøn energi.

Bygge- og anlægssektoren skal tage initiativ til bl.a. opkvalificering af medarbejdere og at understøtte investeringer med fokus på totaløkonomi og klima. Sektoren kan dog ikke alene løfte ambitionen om stor CO₂-reduktion i driften af bygninger. Derfor indeholder de fremsatte initiativer ligeledes forslag til regeringen og øvrige sektorer om ændringer i regulering og afgifter samt forslag rettet imod offentlige og private bygningsejere om at investere i den grønne omstilling.

Forudsætninger

Beregninger i initiativerne tager udgangspunkt i Rådet for Grøn Omstillings opgørelse af bygningers energiforbrug og CO₂-udledning og lægger Energistyrelsens Basisfremskrivning for 2019 til grund for udviklingen frem mod 2030. Beregningen af effekter fra initiativer er udført af EA Energianalyse under forudsætning af den nuværende bedst tilgængelige teknologi. Dermed vil potentialet i mindre grad blive opfyldt, hvis der ikke vælges bedst tilgængelige teknologi.¹

Der er anvendt en forudsætning om, at CO₂-udledninger i 2030 vil være 200 g/kWh. Dette er ikke udtryk for en gennemsnitsbetragtning for dansk produceret, men derimod for ændringen i CO₂-udledning i det samlede nordeuropæiske elsystem ved et ændret dansk elforbrug. I 2030 antages fjernvarmeproduktionen at være baseret på 50 % eldrevne varmepumper, mens den øvrige fjernvarmeproduktion kommer fra andre VE-kilder uden tilknyttet CO₂-emission. Derved bliver emissionsfaktoren for fjernvarme blot 0,08 ton/GJ.¹

Barrierer for CO₂-reduktion fra bygningsdrift

Der er altså et markant potentiale, som dog ikke bliver realiseret af sig selv grundet en række barrierer på trods af, at størstedelen af den krævede teknologi og viden er til stede i dag.

Potentialer ved klima- og energieffektiviseringer af bygningsdrift er beskrevet i en lang række analyser. På trods af, at de teknologiske løsninger er tilgængelige, oplever forskellige aktører barrierer, der forhindrer, at tiltagene gennemføres på et samfundsøkonomisk optimalt niveau. De centrale aktører er bygningsejere/slutbrugere, installatører og entreprenører, rådgivere og komponentleverandører. I figur 2 er opstillet de væsentligste barrierer for realisering af reduktionen i CO₂-udledningene.

Figur 2: Barrierer for energieffektivisering og CO₂-reduktion af bygningsdrift

Bygningsejere / slutbrugere	• Forskelligrettede incitamenter for ejer og lejer • Mangler interesse for og prioritering af bygningsdrift • Efterlyser rådgivning om energisparemuligheder • Fokuserer på investering fremfor driftsomkostninger • Mangler incitamenter i takst og afgiftspolitik • Har begrænset mulighed for investering i energirenovering (fx anlægsloft)
Installatører og entreprenører	• Mangler adgang til energidata og dermed mulighed for at beregne effekter • Mangler incitamenter til energieffektive løsninger • Har opdeling i delkontrakter med manglende tværfaglig koordinator
Rådgivere	• Mangler fokus på totaløkonomi og genberegning ved projektændringer • Efterlyser tværfaglighed ved store projekter • Mangler datakvalitet, -tilgængelighed og -standardisering
Komponentleverandører	• Har begrænset kompatibilitet i systemer og komponenter til energibesparelse • Mangler datakvalitet, tilgængelighed og standardisering

Kilde: Copenhagen Economics; COWI; Concito; Userneeds; SBI; Viegand & Maagøe; Rambøll; Arbejdsgruppe 3 i Klimapartnerskabet for Byggeri og anlæg.

Overblik over initiativerne

Arbejdsgruppen fremlægger 4 initiativgrupper med 14 initiativer i alt, der bidrager til at realisere potentialet ved energieffektiviseringer og optimering af bygningsdrift. Grupperne er: Grøn varme, Klimavenlig og energieffektiv bygningsdrift, Fleksibelt bidrag til energisystemet og Klimakrav til nybyggeri og renovering, jf. Figur 3.

Initiativerne er udvalgt og prioriteret ud fra effekt på CO₂-udledning og reduktion af energiforbrug. Der er i udvælgelsen lagt vægt på initiativer, der er realiserbare og ikke belaster det statslige budget i væsentlig grad.

Figur 3: Overblik over grupper af initiativer

Omstilling til grøn varme	Klimavenlig og energieffektiv bygningsdrift	Fleksibelt bidrag til energisystemet	Klimakrav til nybyggeri og renovering
1 Udfas naturgas til boligopvarmning	5 Styrk intelligent styring af energiforbrug	9 Brug bygninger til lagring af energi	12 Tilpas bygningsreglementet ift. CO ₂ og energiforbrug
2 Udsift oliefyrene til boligopvarmning	6 Optimer de tekniske installationer gennemrenovering	10 Ligestil energiarter	13 Sæt fokus på totaløkonomi
3 Optimer varmepumper	7 Skab lettere adgang til energidata	11 Juster tarifstruktur og afregning på el, gas og fjernvarme	14 Lad den offentlige og den almene sektor gå forrest
4 Styrk mulighederne for intern udnyttelse af overskudsvarme	8 Styrk løbende service af bygninger		

Initiativer

Initiativ 1: Udfas naturgas til bygningsopvarmning

Kort beskrivelse af initiativet

Ca. 400.000 bygninger opvarmes i dag med fossil naturgas. Disse bygninger skal have udskiftet deres forsyningsform fra enten naturgas til VE-baserede gasser som fx biogas, eller de skal have udskiftet deres opvarmningskilde fra gasfyr til et alternativ som fjernvarme eller varmepumpe. Ca. 100-200.000 bygninger ligger i områder, der vil kunne blive fjernvarmeområder, mens de øvrige 200-300.000 er i områder, hvor der vil være behov for en individuel opvarmningsform¹⁶. Som følge af Energifaften fra 2012 etableres der ikke længere nye naturgasområder, men bygninger, der ligger inden for et etableret naturgasnet kan fortsat frit installere naturgasfyr. Bygninger med oliefyr, der er beliggende i områder med naturgas, kan også frit konvertere til naturgas.

Forbruget af naturgas til bygningsopvarmning vurderes på baggrund af Energistyrelsens Basisfremskrivning 2019 at være tæt på samme niveau i 2030 som i dag, hvis der ikke iværksættes målrettede initiativer. Ændringer i energiinfrastrukturen er kostbare og tager lang tid at gennemføre. Hvis 70 procents-målsætningen skal kunne indfris, er det derfor nødvendigt hurtigt at afklare, hvad der skal ske med de naturgasopvarmede bygninger. Danmark skal i 2050 være uafhængig af fossile brændsler og derfor skal naturgas til bygningsopvarmning være udfaset inden 2050.

Barrierer

- **Gassens fremtid som opvarmningsform er uafklaret**

En væsentlig forudsætning for at indfri 70 procents-målsætningen er, det meget snart afklares, hvad der skal ske med de naturgasopvarmede boliger. Skal naturgas erstattes af grøn biogas, skal gas til bygningsopvarmning helt ophøre, eller bibeholdes natur- eller biogas til dele af bygningsopvarmningen? Der skal derfor udarbejdes en samlet, national plan for naturgassens fremtid særligt i forhold til bygningsopvarmning, da ændringer i energiinfrastrukturen er kostbare og tager meget lang tid at gennemføre. Planen skal skabe overblik og fælles forståelse for, i hvilke områder der ikke fremover skal være naturgasbaseret bygningsopvarmning og hvornår udfasningen i de enkelte områder i givet fald skal ske. I den forbindelse bør det også afklare, om oliefyrsopvarmede bygninger, der er beliggende i områder med naturgas, bør konvertere til naturgas.

- **Finansiering**

Naturgas er generelt en billig opvarmningsform, og der er derfor ikke nogen stor økonomisk besparelse for bygningsejere ved konvertering fra naturgas til et alternativ. Derfor er det vanskeligt at forrente investeringen i fx en varmepumpe alene med reducerede energiudgifter. Hertil kommer at naturgaskunder, der ønsker at blive afkoblet naturgasnettet bliver pålagt afkoblingsgebyr på typisk 7-8.000 kr., som derfor udgør en væsentlig andel af udgifterne til at udskifte naturgasfyret.

- **Manglende opmærksomhed**

I naturgasforsynede områder opleves naturgas som den eneste relevante opvarmningsform. De færreste naturgaskunder vil overveje på egen hånd at konvertere til en anden opvarmningsform, og for langt de fleste gælder, at de ikke forholder sig til deres opvarmningsform, men forventer at dette

¹⁶ Dansk Fjernvarme 2019: Grøn Varme til 500.000 boliger

håndteres af den lokale kommune som er varmeplansmyndighed. Derfor er der kun begrænset vejledning fra myndighederne om grønnere alternativer i disse områder.

- **Usikkerhed omkring alternativer**

For mange naturgaskunder i områder, som fortsat vil blive forsynet med gas, kan en hybridvarmepumpe være et oplagt alternativ, som kombinerer fordelene ved varmepumper med naturgasfyr. Kendskabet til hybridvarmepumper er imidlertid endnu begrænset hos installatørerne, hvilket bremser deres udbredelse.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Opbygning af kompetencer og fokus på rådgivning om energi- og klimaeffektive løsninger

For de fleste bygningsejere er installatørerne den centrale indgang til rådgivning om energibesparelser. Derfor styrker installatørerne deres kompetencer på følgende områder:

a) **Styrkede rådgivningskompetencer**

Det er vigtigt, at de enkelte installatører er klædt på til at rådgive deres kunder om alternativerne til naturgasfyr, herunder gashybridvarmepumper i de områder som også fremadrettet vil blive forsynet med natur- eller biogas

b) **Nye forretningsmodeller**

Branchen kan udvikle og tilbyde nye forretningsmodeller. Derudover kan branchen i højere grad formidle finansieringsforslag fra den finansielle sektor, mens myndighederne bør bidrage med neutral information om forskellige måder at finansiere den nye løsning fx en ny varmepumpe.

Herudover er der for at øvrige parter bidrager med:

2. Plan for naturgassens fremtid

Det er afgørende for såvel bygningsejere som rådgivere og installationsbranchen, at der fra centralt hold er truffet beslutning om, hvad der skal ske i hvert lokalområde i de naturgasforsynede områder. I modsat fald vil udtjente naturgasfyr i vidt omfang blive erstattet med nye. Naturgasforsyningen er blevet udrullet i bølger i de forskellige byer, og derfor bliver naturgasfyrene også udtjente og klar til nye løsninger i bølger. Det kan derfor have stor betydning for såvel forbrugernes som de samfundsøkonomiske udgifter til udfasningen af naturgas, om planen for naturgassens fremtid bliver kendt lige før eller lige efter en bølge i et givent område.

3. Udmøntning af konkrete krav

Afhængig af gassens rolle i de enkelte områder bør der indføres følgende krav i bygningsreglementet:

a) **Ved erstatning af naturgas med biogas til bygningsopvarmning**

I det omfang det ønskes fortsat at bibeholde gasinfrastrukturen og basere bygningsopvarmningen helt eller delvist på biogas eller andre VE-baserede gasser, bør der indføres fx effektivitetskrav på 150% til varmeinstallationer, hvis ikke de er baseret på vedvarende energi eller fjernvarme. Dermed bliver det i praksis nødvendigt at supplere gasfyr med fx varmepumpe, evt. som gashybridvarmepumpe – samtidig med at der ikke opstilles en markedsbarriere.

b) Ved fuld udfasning af gas til bygningsopvarmning:

I det omfang der ikke ønskes at bibeholde gas til bygningsopvarmning, bør der indføres forbud mod installation af nye fossile gasfyr fra 2021 (revision af bygningsreglement (BR 2021)) og indføres krav om fuld udfasning af naturgas til bygningsopvarmning med vedvarende energi eller fjernvarme inden 2030. Der kan fx indføres krav i bygningsreglementet om, at bygningsopvarmning skal baseres på fjernvarme og varmepumper.

4. Fjern afkoblingsgebyr for naturgas

Hvis man som naturgaskunde ønsker at skifte til en anden opvarmningsform, bliver man typisk opkrævet et frakoblingsgebyr. Frakoblingsgebyret forringer økonomien i at skifte til fx en varmepumpe og mindsker dermed naturgaskundernes incitament til at skifte til vedvarende energiløsninger som fx en varmepumpe.

5. Bedre information om alternativer til naturgas

Fra myndighedernes side har der gennem mange år været fokuseret meget på at rådgive bygningsejere omkring konvertering af oliefyr, mens det samme ikke gør sig gældende for naturgasfyr. I det omfang det ikke ønskes at bibeholde gasinfrastrukturen, bør dette ændres, så naturgaskunder har let adgang til information om deres muligheder for at konvertere til et alternativ.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 1

Effekter ved initiativet om udfasning af naturgas til bygningsopvarmning

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	CO ₂ -reduktion på 1,54 mio. ton ved fuld udfasning af naturgas til bygningsopvarmning ¹⁷	
Effekt på input	Mindre transport af naturgas	Mindre transport af naturgas samt energiforbrug til produktion af grønne gasser
Effekt på output	Øget energiforbrug til alternativer til opvarmning: El til varmepumper og fjernvarme	Potentielt øget efterspørgsel efter importeret elektricitet
Øvrige effekter	Bidrag til øget fleksibilitet i elforsyningssystemet. Mulighed for at anvende grønne gasser til andre formål end bygningsopvarmning. Mindre afhængighed af importerede brændsler	

Tiltagets målsætning er en fuldstændig udfasning af naturgas til bygningsopvarmning, hvilket vil give en samlet CO₂-reduktion på ca. 1,54 mio. ton, dertil kommer ca. 0,2 mio. ton CO₂ som er medregnet i Energistyrelsens Basisfremskrivning.¹⁸

Hvis det besluttes ikke at bibeholde gas til bygningsopvarmning, vil det medføre væsentlige brugerøkonomiske og samfundsøkonomiske omkostninger. Omkostningerne vil variere afhængig af udfasningstakten og om udfasningen løber til 2030 eller 2050. Den høje omkostning skyldes primært, at 50%

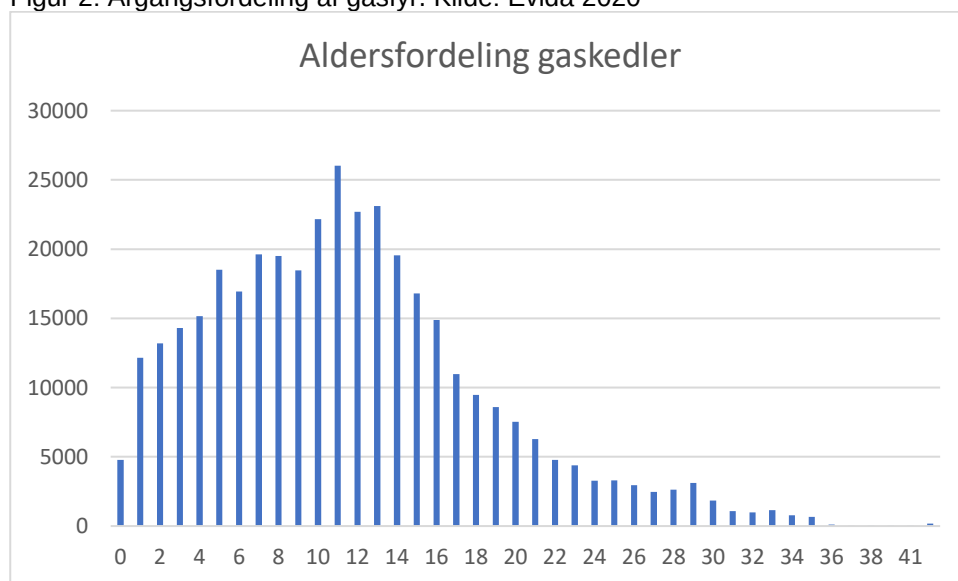
¹⁷ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020), s. 27-32

¹⁸ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020), s. 27-32

af naturgasfyre skal udskiftes¹⁹, inden de er udtjente, hvis naturgas skal være udfaset i 2030.²⁰ For de 50% ikke-udtjente naturgasfyr i 2030 vil der være betydelig modstand og store brugerøkonomiske omkostninger for den enkelte naturgaskunde. Det vurderes, at der vil være behov for betydelige tilskud, en ændring i afgiftsstrukturen og fordelagtige finansieringsmuligheder som centrale elementer til at opnå om fuld udfasning af naturgasfyr inden 2030. Hvis tidshorisonten er 2050 vil det være væsentlig lettere, da der så vil kunne indføres et forbud mod installering af nye naturgasfyr fra 2021. Vurderingen af at 50% af naturgasfyrene skal udskiftes er baseret på en betragtning om, at gasfyr har en teknisk levetid på ca. 20 år, hvorfor 50% i løbet af de næste 10 år vil være udtjente, hvis man antager at antallet af gasfyr er jævnt fordelt på årgange.

Figur 2: Årgangsfordeling af gasfyr. Kilde: Evida 2020 viser årgangsfordelingen for de gasfyr Evida leverer gas til. Gennemsnitsalderen på disse gasfyr er 11,6 år, og ca. 220.000 ud af ca. 375.000 gasfyr eller ca. 58% er 10 år eller ældre og vil dermed nå deres tekniske levetid på senest i 2030.

Figur 2: Årgangsfordeling af gasfyr. Kilde: Evida 2020



¹⁹ Udfasningen af naturgasfyr kan dog mindskes, hvis biogas fremover kommer til at spille en større rolle og gasfyrene derved stadig er relevante.

²⁰ Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

Initiativ 2: Udskift oliefyr til bygningsopvarmning

Kort beskrivelse af initiativet

100.000 boliger blev i 2017 opvarmet med oliefyr²¹, og i perioden 2014-2018 faldt antallet af oliefyr med ca. 20.000.²² Dermed skrottes i snit ca. 4.000 oliefyr årligt. Som følge af Energiaftalen fra 2012 er det i dag forbudt at installere oliefyr i bygninger i kollektivt forsynede områder og i nybyggeri. I bygninger uden for kollektivt forsynede områder, er det dog fortsat muligt at udskifte et eksisterende oliefyr med et nyt. For at støtte udfasningen af oliefyr har der gennem en lang årrække været gjort mange forsøg på at sætte fart på udfasningen gennem bl.a. informationskampagner, generelle energisparetilskud og målrettede skrotningspræmier. Trods af dette, vil der fortsat være ca. 40.000 aktive oliefyr i 2030, hvis ikke der iværksættes yderligere tiltag.

Olfyr forventes hovedsageligt at blive konverteret til varmepumper, men også træpillefyr må forventes at være et økonomisk attraktivt alternativ for mange bygningsejere.

Barrierer

- **Manglende opmærksomhed**

På trods af, at det for langt de fleste oliefyrsejere er økonomisk fordelagtigt at konvertere til en anden opvarmningsform, holder mange fast i deres oliefyr. For nogle oliefyrsejere spiller økonomien ikke nogen vigtig rolle, fx fordi de supplerer deres opvarmning med brændeovn og deres olieforbrug derfor er lavt. Andre boligejere kan ikke overskue konsekvenserne af at skulle udskifte oliefyret, mens en gruppe – særligt ældre mennesker – mener at oliefyret må skulle skiftes af en evt. ny kommende ejer af boligen.

- **Ældre oliefyr er meget robuste**

Mange ældre oliefyr er bygget delvist af støbejern og har derfor en meget lang levetid. For mange fyr er der dermed ikke nogen naturlig udløbsdato og ejerne ikke tvunget til at overveje et alternativ.

- **Finansiering**

Mange oliefyr er installeret i huse uden for de større byer, hvor huspriserne kan gøre det vanskeligt at finansiere en udskiftning til fx en varmepumpe.

- **Usikkerhed omkring alternativer**

En del bygningsejere oplever, at den rådgivning, de kan få om deres muligheder for at konvertere fra oliefyr til varmepumpe, ikke opfylder deres behov. Samtidig er de usikre på om en varmepumpe er den rigtige løsning for dem.²³

²¹ <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/opvarmningsundersoegelsen.pdf>

²² <https://www.drivkraftdanmark.dk/viden/oliefyr-i-danmark>

²³ Barrierer for varmepumper i helårshuse, Energistyrelsen 2010

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Opbygning af kompetencer og øget fokus på rådgivning af energi- og klimaeffektive løsninger fra installatørbranchen

For de fleste bygningsejere er installatørerne den centrale indgang til rådgivning omkring oliefyr, varmepumper og andre forhold omkring optimering af deres energiforbrug. Derfor styrker installatørerne deres kompetencer på følgende områder:

a) Styrkede rådgivningskompetencer

Det er det vigtigt, at de enkelte installatører er klædt på til at rådgive deres kunder om alternativerne til oliefyr. Derfor styrkes deres kompetencer ved at flere installationsvirksomheder bliver del af statens VE-godkendelsesordning²⁴.

b) Nye forretningsmodeller og finansieringsformer

På trods af en oplagt god brugerøkonomi er mange oliefyrsejere tilbageholdende med at konvertere til opvarmning med fjernvarme eller varmepumpe. For i højere grad at kunne håndtere denne tilbageholdenhed kan branchen tage initiativ til udviklingen af nye forretningsmodeller, som giver en god brugerøkonomi og samtidig skal gøre det let og bekvemt for oliefyrsejerne. Som en del af dette bør myndighederne bidrage med neutral information om forskellige måder at finansiere den nye løsning fx en ny varmepumpe, mens branchen vil tage initiativ til et samarbejde med den finansielle sektor om bedre information.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. Krav om opvarmning baseret på fjernvarme eller varmepumper

For at sikre at alle oliefyr er udfaset i 2030 bør der være klare regler på området, som branchen og oliefyrsejerne kan navigere efter. Derfor bør der indføres krav om at alle oliefyrsopvarmede bygninger senest med udgangen af 2029 skal konvertere deres opvarmning til vedvarende energi eller fjernvarme. I tillæg til dette krav skal der være forbud mod at udskifte sit gamle oliefyr med et nyt fossilt oliefyr gældende allerede fra 2021.

3. Finansiering

En del oliefyrsejere kan have vanskeligt ved at finansiere deres konvertering til et alternativ pga. lave ejendomspriser, fuldt udnyttet låneramme eller deres alder. Derfor bør der etableres en statslig garantiordning, som kan stille sikkerhed for lån ydet til disse oliefyrsejere og dermed bidrage til at fjerne finansieringsbarrieren.

²⁴ <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=158160>

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 2

Effekter ved initiativet om udskiftning af oliefyr til bygningsopvarmning

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	CO ₂ -reduktion på 0,28 mio. ton ved 95% udfasning af oliefyr i bygninger ²⁵	
Effekt på input	Øget energiforbrug til alternativer til opvarmning: el til varmepumper, træpiller til biomassekedler og i mindre omfang fjernvarme og gas	Mindre transport af fyringsolie samt mindre energiforbrug til raffinering
Effekt på output	Mindre transport af fyringsolie samt mindre energiforbrug til raffinering	Potentielt øget import og transport af importerede træpiller og importeret elektricitet
Øvrige effekter	Bedre brugerøkonomi Mindre afhængighed af importerede brændsler	

Tiltaget kan potentielt føres til udskiftning af 95% af oliefyr i Danmark, hvilket giver en samlet CO₂-reduktion på ca. 0,8 mio. ton CO₂ i 2030, hvoraf ca. 0,5 mio. ton er medregnet i Basisfremskrivningen, mens de sidste 0,28 mio. ton er en selvstændig effekt af dette initiativ.²⁶

²⁵ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

²⁶ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

Initiativ 3: Optimer varmepumpeinstallationer

Kort beskrivelse af initiativet

En undersøgelse fra 2017 udarbejdet af Teknologisk Institut har vist, at det er muligt at forbedre effektiviteten af op mod 90% af alle varmepumper ved at forbedre kvaliteten af installationen af dem. Det betyder, at varmepumpernes energiforbrug gennemsnitligt er 14% højere end nødvendigt. En del af gevinsterne ved at konvertere bygningsopvarmning til varmepumper bliver altså ikke indfriet, og der er derfor et stort potentiale i at sikre, at nye varmepumper installeres optimalt og at eksisterende varmepumper optimeres.²⁷ For en almindelig varmepumpe er det muligt at reducere energiforbruget med ca. 25.000 kr. over varmepumpens levetid ved optimal installering.

Med udgangspunkt i undersøgelsen vurderes det, at der årligt spildes ca. 120 mio. kWh el i de pt. ca. 125.000 danske varmepumper. I takt med at vi får flere og flere varmepumper i de kommende år vil spildet vokse sig større.

Barrierer

- Der er i dag ikke specifikke krav til kompetencerne hos de firmaer, der installerer varmepumper. Fra Energistyrelsens side har der været gjort flere forsøg på at højne kvaliteten i varmepumpeinstallationerne, uden at det for alvor vurderes at have haft en tilstrækkelig effekt. Blandt initiativerne er Energistyrelsens VE-godkendelsesordning, som er den officielle danske ordning for installatører af bl.a. varmepumper og en implementering af EU's VE-direktiv. Ordningen har til formål at sikre en høj kvalitet i installationerne og er åben for alle brancher/aktører, der har de fornødne kompetencer²⁸. VE-godkendelsesordningen er imidlertid frivillig at benytte, og derfor er kendskabet til og brugen af den meget begrænset.
- Boligejerne er ikke opmærksomme på behovet for, at de vælger en installatør med særlige kompetencer inden for varmepumper. En ELFORSK undersøgelse har ellers vist, at en god installation af varmepumpen gør en afgørende forskel i kundetilfredsheden.²⁹

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Branchen styrker eksisterende serviceordninger for varmepumper

De fleste varmepumper er omfattet af krav om årligt eftersyn for at sikre, at de lever op til arbejdstilsynets regler på området, og der fokuseres der typisk ikke på optimering af driften af varmepumperne. Derfor kan branchen tage initiativ til udviklingen af en fælles branchestandard for service af varmepumper, som skal sikre fokus på såvel arbejdstilsynets regler og på driften af varmepumpen.

²⁷ For forudsætninger og uddybning af beregninger se Teknologisk Institut: *Den gode installation af varmepumper (2017)*, s. 45-47

²⁸ De kan godkendes i ordningen efter bestået eksamen.

²⁹ https://elforsk.dk/sites/elforsk.dk/files/media/dokumenter/2019-06/349-058_Slutrapport.pdf

2. Styrket uddannelsesindsats

I samarbejde med erhvervsakademierne, som har monopolen på at uddanne VE-godkendte medarbejdere, kan branchen styrke uddannelsesindsatsen på området.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

3. Indførelse af krav om VE-godkendelse

For at sikre anvendelsen af VE-godkendte installatører bør der indføres krav. Kravene kan enten udformes som:

- Krav i Bygningsreglementet om, at installatører af varmepumper skal have kompetencer svarende til VE-godkendelsesordningen for at måtte udføre installationen, eller
- Krav i forbindelse med offentlige tilskudsordninger om, at varmepumper skal være installeret af en VE-godkendt virksomhed for, at der kan udbetales tilskud.

Pt. er der ca. 40 VE-godkendte virksomheder, men det vurderes, at antallet skal op på 500-1000 for at kunne dække efterspørgslen, når oliekedler skal udskiftes og naturgassen udfases. Derfor vil der være behov for at iværksætte en efteruddannelsesindsats for at få flere virksomheder med i ordningen.

Efteruddannelsesindsatsen kan gennemføres på erhvervsakademierne i samspil med relevante erhvervsorganisationer, der vil sørge for det opsøgende arbejde over for virksomhederne i branchen.

Begge krav vil bidrage til at øge antallet af VE-godkendte installatører betydeligt. Det vurderes, at særligt krav i bygningsreglementet om VE-godkendelse som forudsætning for installation af varmepumpe vil være effektivt og kunne løfte antallet af VE-godkendte installatører til mindst 300 i løbet af 1-2 år.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 3

Effekter ved initiativet om optimering af varmepumpeinstallationer

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Ved en bestand på 400.000 varmepumper i 2030 vil initiativet ved fuld indførelse af potentialerne reducere elforbruget med ca. 1,2 PJ og 0,07 mio. tons CO ₂ ³⁰	
Effekt på input	Mindre træk på elsystemet	Mindre træk på elsystemet, reduceret behov for importeret elektricitet
Effekt på output	Reduceret elforbrug	
Øvrige effekter	Bedre brugerøkonomi og forventelig større tilfredshed	-

Beregningen er baseret på oplysninger i Energistyrelsens analyse af omfanget af effektiviteten af installerede varmepumper.³¹ Der er forudsat, at 88% er mindre end optimalt installerede og at disse har et gennemsnitligt højere energiforbrug på 16%. Der er i beregningen forudsat et gennemsnitligt opvarmningsbehov på 18 MWh årligt. Den gennemsnitlige effektivitet er sat til 2,69 mod ideelt 3,50.

³⁰ CO₂-effekt udregnet med CO₂-indhold på 200 g/KWh.

³¹ For forudsætninger og uddybning af beregninger se Teknologisk Institut: Den gode installation af varmepumper (2017), s. 45-47

Initiativ 4: Styrk mulighederne for intern udnyttelse af egen overskudsvarme til rumopvarmning

I erhvervslivet spildes store mængder energi, da overskudsvarme fra processer i bygningen, fx, varmeoverskud fra en opvarmningsproces eller køling af servere ikke nødvendigvis udnyttes til fx bygningsopvarmning. Årsagerne er mangeartede, herunder at reglerne opleves som bureaukratiske, og at det økonomiske incitament til at udnytte overskudsvarme forsvinder på grund af krav om afgiftsbetaling.

Skatteministeriet fremsatte et forslag til ændring af reglerne i forhold til såvel intern udnyttelse af overskudsvarme som udnyttelse af overskudsvarme i fjernvarmesektoren i 2019, og selvom hovedformålet med forslaget var at forenkle reglerne, synes disse stadig meget komplicerede. Det opleves særligt, at skatte- og afgiftshensyn bremser oplagte muligheder for at udnytte overskudsvarme effektivt.³² I forhold til udnyttelse af overskudsvarme er der i medierne oftest fokus på udnyttelse af overskudsvarme i produktionserhvervene, hvor det også handler om at kunne levere overskudsvarme til lokale fjernvarmenet. Den interne udnyttelse af overskudsvarme til rumvarme i en bygning er fokus for dette initiativ, mens levering af overskudsvarme til fjernvarmenet ligger uden for Klimapartnerskabet for Bygge- og anlægssektorens fokus.

Barrierer

- **Manglende opmærksomhed**
Mange virksomheder har overskudsvarme uden aktivt at have forholdt sig til muligheden for at udnytte varmen til andre formål. De største kilder til intern udnyttelse af overskudsvarme i en bygning er køleanlæg i forbindelse med serverrum.
- **Uklarhed om regler**
Området opfattes som juridisk kompliceret, hvilket gør at der opleves et behov for ekstern juridisk bistand. I mange liberale erhverv (f.eks. advokatkontorer) skal der fx ikke betale energiafgift til driften af serverrum. En sådan virksomhed skal derfor ikke betale afgift af overskudsvarmen fra deres serverrum³³.
- **Krav om afgiftsbetaling**
Ved udnyttelse af overskudsvarme til andre formål end proces er der som udgangspunkt krav om betaling af afgifter. Kravet hænger sammen med virksomhedernes muligheder for at få godtgjort en stor del af deres energiafgifter for procesenergi, men virker ulogisk for virksomhederne da de i stedet føler sig nødsaget til ikke at udnytte overskudsvarme i virksomheden, men i stedet at købe energi fra anden side til rumopvarmning.
- **Forblivelses- og tilslutningspligt**
Mange bygninger er omfattet af forblivelses- eller tilslutningspligt. På den måde er bygningerne med til at dække en del af fjernvarmeværkernes faste omkostninger, også selvom de ikke har behov for fjernvarme, hvilket mindsker det økonomiske incitament til at udnytte overskudsvarme.

³² <https://borsen.dk/nyheder/avisen/artikel/11/241182/artikel.html>

³³ <https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2017/05/Guide-til-udnyttelse-af-overskudsvarme.pdf>

- **Fjernvarmeselskabernes økonomi**

Fjernvarmeselskaberne har dimensioneret deres distributions- og produktionskapacitet på baggrund af en analyse af forbruget hos deres kunder. Hvis en del kunder får en større del af deres varmebehov dækket af overskudsvarme, får det konsekvenser for selskabernes økonomi.

Der er behov for, at øvrige parter bidrager med:

1. Indførelse af bagatelgrænse for intern udnyttelse af overskudsvarme

Alle virksomheder bør gives maksimal tilskyndelse til at udnytte evt. overskudsvarme i deres bygnings deres produktion for at mindske energispild. Derfor bør reglerne forenkles fx ved at indføre en bagatelgrænse, for hvornår virksomhederne skal betale afgifter for intern udnyttelse af overskudsvarme. Hvis det ønskes at tilskynde intern udnyttelse til rumvarme i kontorbygninger, kunne der etableres undtagelser ud fra lister med hvilke konkrete slutanvendelser, der kan anvendes fra og loft for maksimal effekt, fx køleeffekt.

2. Styrket informationsindsats

Der er behov for at stille information til rådighed for virksomhederne omkring intern udnyttelse af overskudsvarme. Informationsindsatsen bør bygges op omkring såvel konkrete beregninger som eksempler og cases, som viser, hvordan forskellige virksomheder udnytter deres overskudsvarme til bygningsopvarmning. Et vigtigt element i informationsindsatsen er desuden en tydelig vejledning af de skattemæssige regler på området.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 4

Effekter ved initiativet om intern udnyttelse af overskudsvarme

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Reduktion af opvarmningsforbruget i kontor og administrationsbygninger ³⁴	
Effekt på input	5,7 PJ	
Effekt på output	Reduceret energiforbrug	
Øvrige effekter	Bedre incitamenter for virksomheder og forventelig større tilfredshed ved at løse en nuværende frustration om spild	

Cowi har i 2015 opgjort det tekniske potentiale for udnyttelse af overskudsvarme til rumvarme til i alt 5,7 PJ over en 10-årig periode. Heraf er over en tredjedel af potentialet i handel og servicesektoren, mens den resterende del kan anvendes i administrationsbygningerne i de øvrige sektorer.³⁵

³⁴ CASE: Administrationsbygning hos EnergiMidt, EnergyLab Nordhavn,

³⁵ Kortlægning af energisparepotentialer i erhvervslivet, COWI, 2015 (s. 220)

Initiativ 5: Styrk intelligent styring af energiforbrug

Kort beskrivelse af initiativet

Der er generelt set et stort potentiale i en intelligent styring af energiforbruget. I enfamiliehuse og etageboliger vurderes potentialet for varmebesparelser ved intelligent styring at ligge på ca. 8 %, mens det for Handel & Service vurderes at udgøre 14%. I praksis vil effekten i høj grad afhænge, hvordan styringsteknologierne anvendes³⁶.

Bygningsautomatik kan både bestå i digitale styringer på enkelt anlæg/komponenter for fx belysning, ventilation og varme og i mere integrerede systemer som CTS, BMS og intelligente bygninger. Simple styringer af driftstider og natsænkning er forholdsvis almindelige i større bygninger, mens de intelligente styringer endnu ikke er udbredte. De nyeste typer inden for bygningsautomatik integrerer intelligente styringer, der bl.a. kan tage højde for vejrforhold, åbne vinduer og bygningens anvendelse i løbet af ugen. De intelligente styringer kan desuden anvendes til at sammentænke de forskellige bygningsautomatikker, så de ikke modarbejder hinanden og fokusere forbruget til tidspunkter, hvor energien er billigst. De største besparelspotentialer for de integrerede digitaliserede systemer ligger i større bygninger, men der ses tendenser i markedet på, at der udvikles brugervenlige integrerede systemer, der er målrettet private kunder og dermed mindre bygningssegmenter³⁷.

Intelligente styringer bliver mere relevante for bygninger i det fremtidige energisystem, idet styringer anvendes til at bidrage med fleksibelt energiforbrug. En anden effekt af de intelligente styringer er, at de bidrager til identificering af hvor der er energisparepotentialer, og hvor der er behov for renovering eller udskiftning af tekniske installationer, se initiativet Optimer tekniske installationer igennem renovering.

Barrierer

- **Manglende interesse**

Generelt er barrieren, at bygningsejere og -lejere ikke interesserer sig meget for driften af bygningen. De tekniske installationer kan opleves som komplicerede og omkostninger til energi opleves som mindre relevante. Herudover har de færreste bygningsejere en klar forståelse for, hvor stort energiforbruget burde være i deres bygning og har derfor vanskeligt ved at handle på oplysninger og data vedrørende driften. For professionelle bygningsejere kan den manglende interesse medføre, at installation af bygningsautomatik nedprioriteres og evt. skæres væk i løbet af byggeprocessen for at nedbringe anlægssummen.

- **Uhensigtsmæssig opdeling af entrepriser**

Den måde, mange udbud bliver gennemført på, betyder, at fx lys, persienner, varme og ventilation typisk bliver udbudt i forskellige entrepriser. Det medfører let manglende koordinering, dårligere integration af systemer og manglende overblik over de forskellige tekniske løsninger.

³⁶ Bygninger i energisystemet, EA energianalyse, 2020

³⁷ Moderne teknologiers mulighed i bygningsdrift, Footprint Firm, 2020

- **Frygt for leverandør lock-in**

Området for smart buildings og IoT er i rivende udvikling. Det er udbredt, at leverandører anvender lukkede standarder og formater, som gør det vanskeligt at eksportere data til andre systemer. Derfor kan kunder let havne i en leverandør lock-in, hvor det er besværligt og kostbart at implementere konkurrerende løsninger, eller hvor det ikke er muligt at integrere forskellige leverandørers produkter i samme system.

- **Behov for faglig opkvalificering**

De mange nye teknologiske platforme, produkter, forretningsmodeller og potentielle partnerskaber stiller nye krav til rådgivere og installationsbranchens virksomhedsledere og medarbejdere. Der er behov for opkvalificering overfor nye, enkeltstående teknologiplatforme, for at selve installationen af sensorer og øvrigt udstyr udføres korrekt og endelig i forhold til at kunne integrere løsningerne i sammenhængende building management-system (BMS) samt håndtering af store datamængder³⁸.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. **Opkvalificering af ledere og medarbejdere i installations – og rådgivningsvirksomheder**

Der er behov for øget ekspertise hos installationsbranchen og rådgivere, hvis potentialet og den grønne omstilling skal realiseres. Derfor vil branchen sætte høje mål for efteruddannelsesindsatsen og udbyde kurser, der giver opdateret viden om området. Det undersøges herunder, om det er muligt at etablere en certificering inden for bygningsautomatik.

2. **Udvikling af nye forretningsmodeller og produkter**

Trods åbenlyse kundefordele og mulige ekstra indtægtskilder for leverandørerne, er forretningsmodeller og produkter for intelligent styring stadig under udvikling og udgør kun en lille del af markedet. Modningen af dem tager tid, trods fx forsøg med statslig støtte til nye forretningsmodeller til udbredelse af varmepumper. Branchen vil opsamle erfaringer og sikre vidensdeling samt tage initiativ til at understøtte udviklingen af nye forretningsmodeller, herunder i samarbejde med den finansielle sektor.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

3. **Adgang til data fra de enkelte komponentsystemer**

For nye komponentsystemer bør der etableres en fælles softwaregrænseflade (Application Programming Interface, forkortet API) til udveksling af data på tværs af IoT-løsninger for at muliggøre integrationen på tværs af forskellige komponentleverandører. Etableringen bør oplagt ske i regi af EU, så der ikke udvikles en national standard. Der findes allerede systemleverandører, der udvikler og driver platforme, men platformene består oftest af proprietære dataprotokoller som låser slutbrugeren til løsninger i systemleverandørens system. Hvis bygningsautomatisering skal opnå udbredelse, bør barrieren sænkes gennem en fælles datastandard, som muliggør deling af data på tværs af platforme. Dermed er slutbrugerne i stand til at vælge de løsninger, der bedst passer til deres behov fremfor at være låst til specifikke platforme. Datastandarder bør koordineres med datastandarder, der er foreslået i initiativ "Skab lettere adgang til energidata".

38

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energibesparelser/gevinster_ved_oeget_brug_af_data_og_digitalisering_i_bygningsdrift.pdf

4. Krav om delmålere på slutanvendelser

Der er i dag krav i bygningsreglementet om installation af målere på delforbrug. Til at identificere energibesparelser og gennemføre energiledelse er det nødvendigt med energidata for dele af bygningen. Derfor skal der stilles krav om, at der skal være en separat måler på større installationer.

5. Udvikling af benchmarks og KPI'er for forskellige slutanvendelser

Der bør udvikles relevante benchmarks for forskellige slutanvendelser, der gør det muligt at sammenligne performance på driften af bygninger. Udover bygningens totale varme, el eller gasforbrug, som indgår i initiativ Lette adgang til energidata] er de relevante slutanvendelser ventilation, belysning, rumkøling, serverkøling.

6. Regelmæssig stramning af ecodesignkrav for standby-modes

Mange sensorer, et omfattende trådløst datanetværk og øget databehandling i bygningsdrift vil medføre et væsentligt egetforbrug med de nuværende ecodesign-regler for diverse standby modes. Der bør derfor på EU-plan arbejdes for, at der sker en regelmæssig stramning af det højst tilladte forbrug, efterhånden som teknologierne modnes. Tiltaget skal sikre, at forbruget til standby ikke øges betydeligt med indførelsen af mere bygningsautomatik.

7. Krav om brug af intelligent udstyr ved renoveringer eller installationer

En del bygningsautomatik bør være lovpligtige at installere ved nybyggeri eller renoveringer, fx intelligente termostater i forbindelse med nye varmeinstallationer og etablering af styring ved udskift af ventilator i et ventilationsanlæg i større bygninger. I forbindelse med den kommende revision af bygningsreglementet skal det undersøges, hvilke renoveringer, der skal omfattes af disse krav. Hvis det gennemføres som krav, skal der etableres en standard for bygningsautomatik og en standard for, hvordan det opfyldes fx via funktionsafprøvning.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 5

Effekter ved initiativet om intelligent styring af energiforbrug

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Potentiale på 0,24 mio. ton CO ₂ -reduktion og 22 PJ energireduktion fra varmebesparelser og 0,27 mio. ton CO ₂ -reduktion og 4,77 PJ energireduktion fra reduktion i elforbrug fra belysning, ventilation og køling ³⁹	
Effekt på input	Energireduktionerne betyder, at der er behov for mindre udbygning af CO ₂ -grøn energiproduktion	
Effekt på output		
Øvrige effekter		

Beregningerne fremgår af rapporten Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020). Der er her medtaget alle tiltag i ovenstående tabel. Heraf er 0,06 mio. tons CO₂, tekniske muligheder inden for bygningsstyring og rørisolering, der har en omkostning på ca. 4200 kr./tons.

³⁹ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020), s 17-25

Initiativ 6: Optimer de tekniske installationer gennem renovering

Kort beskrivelse af initiativet

Generelt har investeringer i optimeringer af bygningers tekniske installationer, dvs. varmesystemer, belysning, ventilation og styring af energiforbruget, et stort potentiale for energibesparelser og CO₂-reduktioner, ligesom tiltagene har relativt korte tilbagebetalingstider. Samtidig gør investeringer i bygningers tekniske installationer det muligt at tilpasse bygningerne til i højere grad at levere fleksibilitet til fremtidens energisystem med store mængder fluktuerende grøn energi. Klimarådet har påvist, at det vil være hensigtsmæssigt at styrke indsatsen for energieffektiviseringer i bygninger. I 2018 vurderede rådet en række forskellige tiltags effekt og omkostninger i et 2050-perspektiv. Ifølge Klimarådet er energirenovering i bygninger sammen med varmepumper blandt det mest gunstige indsatsområder som både meget billigt og med meget høj effekt.⁴⁰ Ofte vil det være hensigtsmæssigt at samtænke renoveringer af installationer med øvrige renoveringer på bygningen.

Barrierer

- **Manglende tid og overskud til renoveringer**

På trods af at renovering af tekniske installationer er både energibesparende, økonomisk rentable og har kort tilbagebetalingstid, så realiseres de i lav grad hos bygningsejerne. For særligt de små- og mellemstore virksomheder⁴¹ er deres fokus på den daglige drift. Det betyder, at der ofte ikke er fokus på energiforbruget og derfor et meget stort energieffektiviseringspotentiale med korte tilbagebetalingstider i virksomhederne. Samtidig forplanter evt. forsinkelser sig hen igennem byggeprocessen, og betyder, at der ikke nødvendigvis er tilstrækkeligt med tid til at sikre en korrekt indregulering, idriftsættelse og aflevering.

- **Leverandører og installatører er vigtige sparringspartnere**

Mange borgere og virksomheder har vanskeligt ved at træffe beslutning om at investere i energieffektiviseringer. Ideer om renoveringer og energieffektiviseringer modnes kun langsomt, og de udvikles i dialog med fx leverandører og installatører, som derfor spiller en stor rolle som sparringspartnere, og de skal tilbyde klare og tydelige handlingsplaner, som gør dem nemme at tage stilling til og implementere.⁴²

- **Det går galt i byggeprocessen**

Ofte går byggeprocessen ikke som planlagt. Årsagerne varierer, men kan bl.a. skyldes brugen af utilstrækkeligt beskrevet delentrepriser, manglende arbejdsbeskrivelser og for optimistiske tids- og økonomiestimater.

I forhold til udbud er det en fordel, at der er delentrepriser i forhold til at sikre kvaliteten, men det er en udfordring, at der skæres i koordineringen mellem delentrepriserne, som er central for at kunne sikre optimal drift og samspil af tekniske installationer. Samtidig underestimeres driftstid og driftsomkostninger konsekvent i beregninger af Totaløkonomi og i energirammeberegninger, hvilket har betydning for den økonomiske vægtning af elementerne i projektet.

⁴⁰ Klimarådet: Status for Danmarks klimamålsætninger og -forpligtelser (2018)

⁴¹ COWI: Potentialer i erhvervslivet (2015)

⁴² Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Bedre funktionsafprøvninger og indregulering

Der er inden for de senere år indført funktionsafprøvning af en række tekniske installationer i bygningsreglementet, der skal eftervises at kravene er overholdt. Branchen er i samarbejde med Trafik- og Byggestyrelsen i gang med at afklare dokumentationskrav for funktionsafprøvningerne og formidle de nye regler via kurser og vejledninger.

Branchen kan udvikle værktøjer så som apps, som kan lette kommunikationen om installationerne til bygningsejerne ligesom bygningsejerne og bygherrerne skal motiveres til at anvende funktionsafprøvningerne i både udbud og tilrettelæggelsen af driften

Opkvalificering af rådgivere og installationsbranchen, så de har viden om de nyeste løsninger og kendskab til Energistyrelsens casebank med eksempler på erfaringer fra andre projekter

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. Energimærkningsrapporten, som planlægningsværktøj til renoveringer

Energimærkning af bygninger kortlægger her-og-nu potentialet for rentable energibesparelser, men det vil sandsynligvis være hensigtsmæssigt, hvis den i højere grad kunne fungere som planlægningsværktøj for bygningsejerne fx over en 10-årig periode frem til 2030

3. Brug kommunale erfaringer med energiscreeninger

Styrk private virksomheders motivation for at optimere deres energiforbrug. For mange virksomheder er deres fokus på den daglige drift og de kommende terminer. Det betyder, at der ofte ikke er fokus på energiforbruget og derfor et meget stort energieffektiviseringspotentiale med korte tilbagebetalingstider i virksomhederne. Det er særligt udtalt i de små- og mellemstore virksomheder.⁴³ For at imødekomme dette bør effekten af erfaringer fra kommunerne, der faciliterer energiscreeninger, undersøges og eventuelle positive erfaringer udbredes til øvrige kommuner

4. Fremme af brancheaftale om energirigtige løsninger

Brancheaftale blandt leverandørerne af serverløsninger om at følge Energistyrelsens tjekliste om køling af serverrum⁴⁴ for at fremme de mest køleeffektive løsninger

5. Afklar behov for flere funktionsafprøvninger

Der er i dag funktionsafprøvninger i bygningsreglementet for de vigtigste områder varme, køl, ventilation, belysning og i noget omfang bygningsautomatik. Der bør laves en erfaringsopsamling på de eksisterende funktionsafprøvninger samt undersøges, om der er andre områder, der med fordel kunne etableres funktionsafprøvninger for. Som en del af undersøgelsen bør behov for nye værktøjer til dokumentation af kravene indgå.

6. Styrket energispareordning og Boligjob-ordning.

Energispareindsatsen bør styrkes ved at prioritere og fokusere Boligjob-ordningen og den kommende energispareordning.

⁴³ COWI: *Potentialer i erhvervslivet (2015)*

⁴⁴ <https://spareenergi.dk/forbruger/materialer/tjekliste-koeling-af-serverrum-erhverv>

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 6

Effekter ved initiativet om renovering af tekniske installationer

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Renovering af bygningers tekniske installationer har et potentiale for 5 PJ. Reduktion i energiforbrug ved varmebesparelser svarende til ca. 0,05 mio. ton CO ₂ samt et yderligere potentiale ved reduktion af elforbrug. ⁴⁵	
Effekt på input	Reduceret behov for grøn varmeproduktion	
Effekt på output		
Øvrige effekter	Mindre behov for udbygning af energiproduktionskapacitet	

⁴⁵ Se forudsætninger i Ea Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020), s 17-18

Initiativ 7: Skab lettere adgang til energidata

Kort beskrivelse af initiativet

En stor del af potentialet ved en mere energieffektiv og klimavenlig bygningsdrift bygger på bedre kvalitet af og adgang til data om bygningers energiforbrug (energidata). Muligheden for bedre brug af energidata er særligt interessant, da en stor del af infrastrukturen allerede er på plads i form af en stor udbredelse af fjernaflæste afregningsmålere for el og fjernvarme, der kan levere løbende forbrugsdata. Eldata kan hentes via DataHub af forbrugeren eller en tredjepart (efter godkendelse hos forbrugeren), men det tekniske fundament for at kunne levere data på bygningsniveau med en høj opløsning grundlæggende er på plads hos flertallet af fjernvarmeselskaberne⁴⁶.

Barrierer

- **Manglende motivation**

Der er generelt lav men dog stigende interesse hos bygningsejere for energiforbrugsdata. For at brug af data bliver interessant er der flere faktorer, der skal i spil. Dels skal data kunne hentes automatisk og digitalt, så arbejdet med at skaffe data og datavask bliver så effektivt som muligt. Derudover skal data kunne analyseres og igangsætte handlinger, der fører til driftsoptimering og besparelser. Til det formål er der behov for udvikling af benchmarks og KPI.

- **Etablering af adgang til automatisk hentning af el og varmedata**

Der er en række barrierer for automatisk at hente forbrugsdata. Ift. eldata er der klare retningslinjer for dette⁴⁷, mens fjernvarmeselskaberne ikke har ensartede retningslinjer. Barriererne for at hente fjernvarmedata er bl.a. manglende standarder for dataformater og tekniske barrierer for datahentningen både hos bygningsejer og energiselskaber.

- **Gasafregningsmålere er ikke fjernaflæste**

Gasafregningsmålere er typisk ikke fjernaflæste, og det er derfor i dag ikke muligt at hente data fra dem. Afhængig af hvad der besluttet i den kommende plan for udfasning af naturgas, bør tilgængeligheden af data fra gasafregningsmålere indgå i arbejdet med bedre anvendelse og adgang til energiforbrugsdata.

- **Frygt for leverandør lock-in**

Inden for analyse og opsamling af energiforbrugsdata er det udbredt at leverandører anvender lukkede standarder og formater, som gør det vanskeligt at eksportere data til andre systemer. Derfor kan kunder let havne i en leverandør lock-in, hvor det er besværligt og kostbart at implementere konkurrerende løsninger.

⁴⁶ Transition, Grøn Energi & EWII: Kommuner og regioners adgang til egen forsyningsdata (2019)

⁴⁷ <https://energinet.dk/El/DataHub/Dokumentation-og-regler>

- **Adgang til egne data**

Det er som udgangspunkt altid bygningsejeren, der ejer energiforbrugsdata, men ejeren har i dag ikke altid let – om overhovedet – adgang til data for energiforbruget i deres bygning hos deres energiselskab. Den danske implementering af EU's Persondataforordning har sat store begrænsninger på adgangen til data, men energiforbrugsdata bør kunne stilles til rådighed på en måde, der ikke miskrediterer retten til beskyttelse af personlige data, men således at de kan blive et fundament for en styrket energispareindsats.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Opkvalificering af installationsbranchen til bedre rådgivning om energidata

Indsats for at opkvalificere installationsbranchen til bedre at kunne rådgive særligt små og mellemstore virksomheder om mulighederne for hentning af energiforbrugsdata og rådgive dem om databaseret energiledelse. Det vil ske dels igennem udvikling af kursustilbud og dels udvikling af tjeklister og vejledning til installationsbranchen og virksomheder om databaseret energiledelse

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. Øget adgang til energiforbrugsdata

Fjernvarme – og gasselskaberne bør etablere adgang for bygningsejernes fjernvarme- og gasenergiforbrugsdata (med forbillede i Energinets DataHub) samt opstille krav om, at data fra den kommende hub skal være lettilgængelige for tredjepart via en API-læsning. Gasafregningsmålere er typisk ikke fjernaflæste, og det er derfor i dag ikke muligt at hente data fra dem. Afhængig af hvad der besluttet i den kommende plan for udfasning af naturgas, bør tilgængeligheden af data fra gasafregningsmålere indgå i arbejdet med bedre anvendelse og adgang til energiforbrugsdata.

3. Etablering af åbne datastandarder

Dansk Fjernvarme og Energistyrelsen bør i samarbejde med leverandører af afregningsmålere udvikle åbne standarder for formater og datakvalitet for at sikre en bedre konkurrence og forebygge leverandør lock-in. Det kan fx være udarbejdelse af API'er, som kan anvendes af bygningsejerne til automatisk hentning af data.

4. Krav om timebaseret energidata til den offentlige sektor og almene boliger

Der bør indføres krav om, at alle leverandører til den offentlige sektor og den almene boligsektor som minimum skal stille timebaserede energidata til rådighed efter denne standard

5. Krav om API-løsning

Krav om, at alle målere (inkl. afregningsmålere) kan tilbyde mulighed for hentning af data via en API-løsning, så det er muligt for energiforbrugeren at etablere automatisk dataopsamling. Der pågår i øjeblikket et arbejde på EU-plan om dette, men der bør fra dansk side støttes op om dette, så det realiseres.

6. Udvikling af benchmarks og KPI'er for forskellige bygningstyper

Energistyrelsen bør i samarbejde med el, gas, og fjernvarmeselskaberne udvikle relevante benchmarks for forskellige typer af bygninger (fx forskellige anvendelseskoder i BBR), så

bygningsejerne kan anvende disse i opfølgningen og i deres arbejde med at udvikle egne KPI'er til brug for energiledelsessystemer.

7. Udvikling af vejledninger og eksempelsamlinger

Udformning af vejledninger og eksempelsamlinger, som kan sikre fælles referencepunkter og vidensgrundlag for fjernvarmeselskaberne og bygningsejere af løsninger på området. Dette skal imødekomme, at området er præget af mange forskellige leverandører og løsninger og en lav prioritering fra såvel fjernvarmeselskaber som kommuner og regioner. For at fremme anvendelsen af energiforbrugsdata bør der desuden være klare retningslinjer omkring ejerskabet af forbrugsdata.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 7

Effekter ved initiativet om lettere adgang til energidata

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet gør det lettere at anvende data om bygningers energiforbrug i forskellige sammenhænge.	

Initiativet er en enabler, som er underbyggende for initiativerne Intelligent styring af energiforbrug og bygningsdrift, Styrk løbende service af bygninger, samt Optimer de tekniske installationer gennem renovering. Initiativet understøtter derudover mulighederne for at billiggøre energimærkning af bygninger og skabe grundlag for udarbejdelse af dynamiske energimærker.

Initiativ 8: Styrk løbende service af bygninger

Kort beskrivelse af initiativet

Mangelfuld indregulering og justering af de tekniske installationer betyder, at energiforbruget i mange bygninger er højere, end det bør være, fx pga. at installationerne har længere driftstid end nødvendigt eller selve brugen af bygningen har ændret sig siden projekteringen. Disse problemer kan i vidt omfang imødegås ved at sikre løbende service af bygningerne på samme måde som det kendes fra service på biler.

Regelmæssig service af bygninger vil fremme energibesparelser ved at sikre en fortsat energieffektiv drift af de tekniske installationer, og kan derudover benyttes til at identificere, hvilke installationer, det vil være hensigtsmæssigt eller renovere, fordi de er i for dårlig stand eller er forkert indregulerede. Energistyrelsen har tidligere vurderet energisparepotentialet ved eftersyn af større ventilationsanlæg til 25% ved første eftersyn og yderlige 10% ved følgende eftersyn.⁴⁸

Flere undersøgelser har påvist store potentialer, der er relateret til bygningsdrift. De væsentligste områder i mindre bygninger er varmebesparelser, mens der i større bygninger er store driftspotentialer indenfor varme og adfærdsrelateret forbrug, ventilation, køling, belysning og varme.⁴⁹

I den danske ejendomsbranche er der et nyt brancheområde på vej, det såkaldte Proptech (Property Technology) eller facility management, som arbejder med at udvikle løsninger til ejendomsbranchen. Virksomhederne har fokus på ydelser, som understøtter kerneforretningen og drift og vedligehold af bygningerne, fx kantinedrift, men nogle ydelser dækker også driften af varmecentralen mv. Med mulighederne for automatisk fjernaflæsning af energiforbrugsdata fra bygningsautomatik og energi-afregningsmålere kan der være et marked svarende til det, man ser på industriområdet, hvor leverandører sælger produkter med tilbud om on-line-overvågning, som sikrer, at produktet kører optimalt og får skiftet reservedele, når der er behov for det. Service behøver altså ikke være fysisk service, men kan være en løbende service eller overvågning af bygning, anlæg og installationer. Service kan desuden samle data fra en række produkter, installationer og målere og dermed sikre en samlet optimeret driftsløsning af ejendommens samlede tekniske installationer.

Barrierer

- Manglende fokus på bygningsdrift

Den daglige drift er i langt de fleste bygninger i konkurrence med andre opgaver, og succeskriteriet for en god drift er i mange tilfælde, at der ikke er klager over fx indeklimaet i stedet for fokus på en god driftsøkonomi. Energiforbruget til bygningsdrift udgør en forholdsvis lille andel af de samlede omkostninger i såvel husholdningernes som virksomhedernes økonomi. Derfor er der ofte lavt fokus på området og et lavt kompetenceniveau i langt de fleste bygninger. Manglende fokus og kompetencer gælder både privatejede bygninger såsom husholdninger og beboelsesejendomme, udlejningsejendomme og virksomhedsejendomme.

⁴⁸ Energistyrelsen: *Energieftersyn af ventilations- og klimaanlæg (2008)*

⁴⁹ Ea *Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)*

- **Manglende prestige i den professionelle bygningsdrift**

Den manglende fokus på bygningsdrift og bygningens performance betyder at energieffektiv drift og service af de tekniske installationer er underprioriteret og derfor er begrænset af manglende kompetencer. Det gælder både i husholdninger, men faktisk også i den professionelle bygningsdrift, hvor selv driftschefer, der sidder med store driftsbudgetter på millioner af kr., ikke indgår i toppen af ledelsen eller i økonomiafdelingen.

- **Dårlig adgang til installationer**

Bygningers tekniske installationer skal løbende vedligeholdes og udskiftes typisk flere gange i løbet af bygningens levetid. Ofte har bygningernes tekniske installationer ikke tilstrækkelig opmærksomhed i designet af bygningen, hvilket gør vedligeholdelse af dem vanskelig.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. **Opbygning af kompetencer og øget fokus på rådgivning af energi- og klimaeffektive løsninger fra installatørbranchen**

- a. Nye forretningsmodeller for service

Branchen kan udvikle forretningsmodeller for service af mindre bygninger.

Forretningsmodellerne kan fx indeholde skabeloner for forskellige ydelser og have kobling til finansieringsmuligheder for energirenoveringer og løbende overvågning af energiforbruget.

Branchen bør desuden fx kunne tilbyde digitale tvillinger af deres kunders bygninger for på den måde at kunne styrke overvågning og optimering af bygningens drift.

- b. Kompetenceløft

Branchen kan sikre uddannelsesmuligheder for opkvalificering i forhold til data og service for installatører og -virksomheder.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. **Krav om serviceabonnementer**

Der indføres krav om, at bygninger skal have tilknyttet et serviceabonnement, som sikrer løbende optimal bygningsdrift og korrekt indregulering med særligt fokus på de større energiforbrugende elementer, der er i overensstemmelse med den aktuelle brug af bygningen. Dette er især vigtigt for ventilation og varmeanlæg. Indholdet i abonnementet bør variere i forhold til bygningens størrelse og anvendelse, da der vil være store forskelle i både installationer og energiforbrug. Kravet kan evt. lempes for bygninger med databaseret overvågning af delforbrug, hvor afvigelser i bygningsdriften kan opdages automatisk. Kravet kan også lempes for virksomheder, der er omfattet af de obligatoriske energieftersyn. Et alternativ til løbende service kunne være, at der fx hvert 10. år skal meddeles ibrugtagningstilladelse for et teknisk anlæg, eller for bygningen. De tekniske installationer ældes efterhånden. Det kan evt. udformes med inspiration fra bilsyn

3. **Kompetenceløft hos professionelt driftspersonale**

Det foreslås, at der gennemføres et generelt kompetenceløft, hvor professionelt driftspersonale i større bygninger opkvalificeres, så de får styrket kompetencer og motivation i forhold til optimal og klimavenlig drift. Der kan fx være tale om værktøjer, der understøtter driftspersonalet i deres arbejde, fx udvikling af årshjul, der implementerer enkel energiledelse i bygningerne samt udvikling af apps, der gør det enkelt for de driftsansvarlige at identificere unødvendigt energispild fx højt forbrug om

natten. Der kan ligeledes etableres en award à la Hofors driftspris, som kan synliggøre driftens betydning for bygningens værdi

4. Udlicitering af bygningsdriften

For mange beboelses- og erhvervsejendomme vil det være mere hensigtsmæssigt at udlicitere service af bygningen frem for selv at opbygge kompetencerne. Det er oplagt at understøtte udlicitering af bygningsdriften gennem udvikling af vejledninger for mindre bygningsejere, der ikke nødvendigvis har kompetencer til at sikre optimal drift af egne bygninger. Kontrakten bør bygges op om performancemål for energi- og klimaeffektiv bygningsdrift.

5. Tydeligere regler

Det bør være et krav, at bygningen designses så de installationer, der skal serviceres og vedligeholdes i løbet af bygningens levetid, er lette at komme til.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 8

Effekter ved initiativet om forbedret service af bygninger

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Alene forbedret service af ventilation vurderes at kunne 0,24 PJ el og 0,5 PJ varme .	
Effekt på input	Reduktion i energiforbruget fra tekniske installationer grundet bedre service vil reducere behovet for produktion af grøn energi samt udbygning af elnet	
Effekt på output		
Øvrige effekter	Mindre behov for udbygning af energiproduktionskapacitet Bidrage til Danmarks overholdelse af bygningsdirektivet.	

Forbedret service af bygninger bør omfatte bl.a. optimering af varmeinstallationer, ventilation og belysning, som er de største kilder til energiforbrug i større bygninger. Effekten af forbedret service bør analyseres nærmere.

I forbindelse med indførelsen af den obligatoriske eftersynsordning for ventilationsanlæg over 5 kW blev det skønnet, at omkring 30.000 ventilationsanlæg og 15.000 klimaanlæg ville være omfattet af ordningen. Elforbruget i disse anlæg blev skønnet til 680 GWh/år og opvarmningen af ventilationsluften skønnet til 1400 GWh/år.⁵⁰ Det blev også skønnet at der kan rådgives om besparelser på mindst 25% første gang og mindst 10% ved de følgende eftersyn. Med en konservativ antagelse om at energiforbruget i servicerede ventilationsanlæg gennemsnitligt vil blive reduceret med 10%, vil dette medføre årlige energibesparelser i størrelsesordenen 68 GWh el og 140 GWh varme. Det bemærkes i øvrigt, at den nu nedlagte ventilationseftersynsordning var en del af implementeringen af bygningsdirektivet, som pålagde medlemsstaterne eftersyn af ventilationsanlæg. Ordningen blev nedlagt i 2015 og erstattet af såkaldt ækvivalente tiltag. En indsats på dette område vil bidrage til at opfylde Danmarks forpligtelse i henhold til Energieffektiviseringsdirektivet.

⁵⁰ http://www.dea.dk/images/stories/dea/artikler/Artikel_om_ventilationseftersyn_RMH+MJ.pdf

Initiativ 9: Brug bygninger til lagring af energi

Kort beskrivelse af initiativet

Lagring af energi i bygninger kan spille en betydelig rolle i det fremtidige energisystem ved at flytte energiforbruget, så peaks i el- og varmebehov reduceres og dermed mindsker behovet for udbygning af produktionskapaciteten og distributions- og transmissionsnet.

El og fjernvarme kan lagres i fjernvarmenettet, bygningens termiske masse, i et batteri i bygningen og/eller i elektriske køretøjer. Mange eksisterende bygninger har fx en stor termisk masse, der gør det muligt at lagre energi – fx ved på tidspunkter hvor strømmen er rigelig og billig at varme bygningen lidt mere op end nødvendigt, hvorefter varmen slukkes, og indetemperaturen falder tilbage til udgangspunktet. Intelligent styring af varmeanlæg kan installeres til at reagere på prissignaler, vejrforhold, etc., er derfor en forudsætning for effektiv lagring af varme i bygninger og giver et væsentligt fleksibilitetsbidrag til energisystemet. I nyere byggeri kan lagring af kølekapacitet ligeledes bidrage til bygningers lagringspotentiale.

Ændringer i varmekonsumet er det mest rentable og et væsentligt bidrag til at øge fleksibiliteten i energisystemet.⁵¹ Det er først og fremmest relevant i fjernvarmeområder, hvor fjernvarmeproduktionen bliver helt eller delvist baseret på el.

Barriere

- Manglende incitament for at lagre energi

Der er i dag ikke mulighed for at have timebaseret afregning på fjernvarme, og hos nogle selskaber udgør den variable andel en mindre andel, hvilket betyder at der ikke er incitament for at gennemføre lagringsprojekter i bygninger.

I forhold til elafregningen er det derimod muligt at timeafregne, hvis der vælges det rette abonnement. Med de eksisterende afgiftsregler er muligheden for økonomiske besparelser dog begrænset, se initiativet Juster tarifstruktur og afregning af el, gas og fjernvarme.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Opkvalificering af kompetencer til intelligent styring

Branchen kan sikre uddannelsesmuligheder for opkvalificering i forhold til intelligent styring, se særskilt initiativet Styrk intelligent styring af energiforbrug

2. Opkvalificering af kompetencer til installation af ladestandere

Branchen kan sikre uddannelsesmuligheder for opkvalificering i forhold til kompetencer i forhold til de nye typer af ladestandere

3. Samarbejde med aggregatorer

Branchen kan tage initiativ til at indgå samarbejder med aggregatorer, som kan pulje fleksibelt energiforbrug fra fx varmepumper og dermed tilbyde regulerkraft, som har et omfang, der er relevant

⁵¹ EA Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

for energiselskaberne. Samarbejdet kan bl.a. betyde, at bygningsejere kan få rabat på sin varmepumpe eller el-ladestander mod at stille dens fleksibilitet til rådighed for energinettet

Herudover er der for, at øvrige parter bidrager med:

4. Krav til bedre lagringsmuligheder

- a) Krav om etablering af intelligente ladestandere ved nybyggeri og større renoveringer
Kravene om ladestandere revideres, så der stilles krav om, at der ved alle nybyggerier og større renoveringer etableres ladestandere uanset bygningens størrelse, der kan fjernstyres.⁵² Det gør det muligt at oplade el, når der er meget grøn strøm og for særligt smarte ladere at levere strømmen til elnettet eller lokalt, når strømmen er mindre grøn eller dyr. Det gør det desuden muligt for bygningsejerne at indgå aftale med aggregatorer om at stille et elforbrug til rådighed i en given periode i løbet af døgnet/ugen.
- b) Krav om intelligent styring af varmepumper ved nybyggeri og større renoveringer
Der indføres krav om, at der ved alle nybyggerier og større renoveringer etableres intelligent styring af varmepumper til varmtvandsproduktion og varme med mulighed for reaktion på prissignaler og/eller andre signaler valgt af aggregatorer. Herved muliggøres varmeproduktion, når der er grøn strøm til rådighed i systemet.
- c) Krav om timeafregning af fjernvarmeforbrug og intelligent styring af fjernvarmeanlæg anlæg ved nybyggeri og større renoveringer
Der indføres krav om, at der ved alle nybyggerier etableres intelligent styring af fjernvarmeanlægget.
- d) Krav om fleksibelt forbrug i bygningsreglementet ved nybyggeri og større renoveringer
Der indføres krav i bygningsreglementet om, at nye og renoverede bygninger udstyres med bygningsautomatik og -styring, samt overvågning af energiforbruget, der muliggør, at bygningen spiller optimalt sammen med energisystemet. Derved kan bygningsejere i højere grad blive "prosumers", der både er forbrugere og energiproducenter via fx solceller, husstandsbatterier og buffertanke. En skærpet version af dette krav er et krav i bygningsreglementet om, at alle bygninger over fx 1.000 m² skal være i stand til at levere fleksibilitet.

⁵² Der er i begyndelsen af 2020 en bekendtgørelse i høring om nye regler for etablering af el-ladestandere, som sætter retningslinjerne for etablering af ladestandere i tilknytning til eksisterende bygninger og nybyggeri. For at disse ladestandere kan anvendes til at give fleksibilitet til energisystemet er der imidlertid behov for at der også tages stilling til mulighed for fjernstyring.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 9

Effekter ved initiativet om bedre mulighed for lagring af energi

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Bidrager til potentialet om fleksibelt forbrug, hvilket kan reducere behovet for produktionskapacitet. En analyse har vist, at effektbidraget fra fleksibilitet i forbindelse med fjernvarmesektoren udgør 1.300 MW i 2030. ⁵³ Hertil kommer et effektbidrag fra forskydning af elforbrug fra 200.000 varmepumper og 100.000 elbiler, der oplades i forbindelse med ejernes boliger, som kan bidrage med 2.700 MW kapacitet i elnettet.	

Effekterne af tiltaget bør analyseres nærmere.

Energistyrelsen har igangsat et projekt om forbrugsmønstre for elektrificeret vejtransport og varmepumper i husholdninger, hvilket forventes at bidrage til vurdering af effektspidspåvirkningen fra disse forbrugskategorier i fremtidige analyseforudsætninger.⁵⁴

En konservativ vurdering af potentialerne ved forskydning af elforbrug omfatter alene varmepumper og elbiler. Hvis der alene fokuseres på fleksibilitet fra opladning af fx 100.000 elbiler med afbrydelig opladningskapacitet til gennemsnitligt 11 KW gives et effektbidrag på 1100 MW. Fleksibilitet fra fx 200.000 varmepumper med afbrydelig driftskapacitet på gennemsnitligt 8 KW kan give 1.600 MW. Dermed kan fleksibilitet fra 100.000 elbiler og 200.000 varmepumper bidrage med samlet 2700 MW kapacitet til elnettet.

Hertil kommer et yderligere potentiale i form af levering af el fra bilernes batterier i såkaldte V2G-løsninger. I princippet vil effekten fra disse biler være dobbelt, idet opladningen er afbrydelig, samtidig med at de kan levere el til nettet.

⁵³ EA Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

⁵⁴ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/analyseforudsætninger_til_energinet_2019.pdf

Initiativ 10: Ligetil energiarter

Kort beskrivelse af initiativet

Afgifter for energi til opvarmning og transport bør indrettes, så de nedbringer CO₂-udledningen. Lavere afgifter skal støtte udbredelsen af grønne løsninger, og højere afgifter skal hjælpe til at udfase de sorte brændsler.

Der er via en ændring af afgifter et betydeligt potentiale for at styrke forbrugernes økonomiske incitament til skifte mod grønnere energiformer, gennemføre energirenovering og lade deres bygninger bidrage med fleksibilitet til energisystemet.

Prissignalerne og beregningsmetoder i energirammeberegningen bør derfor styrkes for at sikre en holdbar omstilling til grøn energi. Hvis man forstærker prissignalet ved at lade afgifter følge CO₂-belastningen for det konkrete energiforbrug, produkt eller løsning, så forbedres økonomien i at foretage de nødvendige investeringer og fleksibilitetsbidraget fra bygninger understøttes. Ændring af primærenergifaktorer er præsenteret i initiativet "Tilpas bygningsreglement ift. CO₂ og energiforbrug".

Barrierer

- **Manglende incitament i afgiftsstrukturen**

Der er i dag relativt højere afgifter på el, end der er på olie og naturgas. Samtidig er der ingen afgift på biomasse, idet den i dag regnes som CO₂-neutral til trods for, at en stor del af biomassen importeres fra udlandet, og at det er usikkert om den produceres klimavenligt.⁵⁵ Derfor er varmepumper er i konkurrence med biomassekedler og stillet uhensigtsmæssigt i denne konkurrence. Det medfører samtidig, at anvendelsen af andre CO₂-neutrale brændsler end biomasse i mindre omfang tilgodeses i renoveringer.

- **Energispotprisen udgør en lille andel af bygningsejerens regning**

Boliger samt private og offentlige virksomheder betaler fuld energiafgift på deres energiforbrug til bygningsdrift og samtidig også abonnementer til forsyningsselskabet. Dermed udgør energispotprisen kun en forholdsvis lille andel af den samlede energiregning, og derfor vil timeafregning af el, gas og fjernvarme have meget lille økonomisk betydning for bygningsejere.

Der er behov for at øvrige parter bidrager med:

1. **Afspejl CO₂-aftryk i energiafgifterne**

Ændre energiafgiftens indbyrdes forhold, så de afspejler brændslernes reelle CO₂-udledning. Det vil skabe en reel sidestilling af energiarter i forhold til deres CO₂-aftryk.

⁵⁵ <https://www.klimaraadet.dk/da/rapporter/biomassens-betydning-groen-omstilling>

2. Ændre energiafgifter til at være en relativ andel af energiprisen

Energiafgifterne er i dag punktafgifter. For at øge incitamentet for adfærdsændringer, energirenoveringer og udskiftning af oliefyr foreslås at lade energiafgifterne udgøre en vis procentdel af energiprisen på samme måde, som det kendes fra moms.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 10

Effekter ved initiativet om at ligestille energiarter

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet styrker energikundernes incitamentet til at gøre dele af deres energiforbrug fleksibelt.	

Initiativet er en enabler, som skal give bedre økonomiske incitamentet for bygningsejernes klimatiltag.

Initiativ 11: Juster tarifstruktur og afregning af el, gas og fjernvarme

Kort beskrivelse af initiativet

Der ligger et stort potentiale i at gøre el- og fjernvarmeforbruget mindre og gøre det mere fleksibelt. Dette kræver, at energiforbrugere oplever tydelige incitamenter herfor.

Den forbrugsafhængige omkostning på el- og fjernvarmeregningen varierer for el- eller fjernvarmeselskaberne, og der er også eksempler på elhandelsselskaber, der har abonnementer, der indeholder al forbrug (det såkaldte flat rate). Dette har betydning for bygningsejernes manglende incitament for at nedbringe energiforbruget eller, hvis muligt, flytte det til perioder med lav CO₂-belastning. Fjernvarme- og elforbruget kan forskydes afhængigt af prisen forudsat, at der er standardiseret eksternt pris-/styringssignal til rådighed for bygningen, og at alle apparater individuelt eller via CTS-anlæg er opkoblet, opsat, indkørt og vedligeholdes i forhold til dette samt i samspil med bygningens øvrige funktionskrav. For fjernvarme er det potentielle, rentable effektbidrag ved flytning af fjernvarme opgjort til 1.330 MW i 2030 og 1.370 MW i 2050.⁵⁶

Barrierer

- **Den forbrugsafhængige andel af energiregningen er for lav**
Inden for el- og fjernvarmeområdet opereres der i dag mange steder med en relativ høj fast abonnementsbetaling og en lav forbrugsafhængig (variabel) betaling. Samtidig er der ikke mulighed for timeafregning for fjernvarme, som der er på elområdet. Det betyder, at bygningsejernes investeringer i energibesparelser og fleksibilitet ikke slår fuldt igennem som lavere energiafregning. Dermed reduceres incitamentet for at foretage energibesparelser, tilbagebetalingstiden for energirenoveringer bliver længere, og tiltagene bliver måske mindre urentable.
- **De eksisterende tekniske installationer kan ikke bruges til at flytte forbruget**
Ud over muligheden for at spare penge, er der også en teknisk barriere. De eksisterende varmeinstallationer og produkter kan ikke reagere på signaler for pris eller CO₂. I mange huse er de eksisterende fjernvarmeunits i dag gamle. Det er derfor oplagt at skifte til intelligente fjernvarmeunits, der er individuelt eller via CTS-anlæg er opkoblet, opsat, indkørt og vedligeholdt i samspil med bygningens øvrige funktioner. Dette sker dog ikke af sig selv og kræver et tydeligt skub.

Der er behov for, at øvrige parter bidrager med:

1. **Strategi for fjernvarme og bygningers rolle ift. fleksibilitet**
Det skal afklares, hvordan bygningers og fjernvarmes mulighed for at levere fleksibelt forbrug skal indgå i det fremtidige energisystem
2. **Større variabel del af energiafregningen**
Energistyrelsen undersøger muligheden for at pålægge elnet- og fjernvarmeselskaberne, at den variable andel af forbrugernes energiomkostninger øges

⁵⁶ EA Energianalyse: Bygninger i energisystemet (2020)

3. Krav i bygningsreglementet til varmeanlæg

- a. Målere på fjernvarmeunits skal levere timeværdier
Fjernvarmeselskaberne bør sikre, at alle afregningsmålere kan levere timeværdier. En undersøgelse fra 2019⁵⁷ viste, at 7% af målerne ikke kunne levere dette, og der er ikke fastsat en dato for, hvornår målere med mulighed for timeafregning skal være installeret. Derfor bør der indføres krav om at alle fjernvarmeselskaber kan levere timeværdier for forbrug inden 2025.
- b. Krav om intelligent styring af varmeanlæg ved nybyggerier
Der indføres krav om, at der ved alle nybyggerier etableres intelligent styring af varmeanlæg, se initiativet Brug bygninger til lagring af energi.
- c. Krav om intelligent styring af alle nye fjernvarmeanlæg
Hvis der bliver mulighed for timeafregning, bør det undersøges om der kan indføres krav om, at alle nye fjernvarmeanlæg skal have intelligent styring
- d. Krav om intelligent styring af alle nye varmepumper
Der indføres krav om, at alle nye varmepumper skal etableres med intelligent styring af varmeanlæg, se initiativet Brug bygninger til lagring af energi.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 11

Effekter ved initiativet om justering af tarifstruktur og afregning af el, gas og fjernvarme

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet styrker energikundernes incitamenter til at gøre dele af deres energiforbrug fleksibelt.	

Initiativet er en enabler, som skal give bedre økonomiske incitamenter for bygningsejernes klimatiltag.

⁵⁷ Transition, Grøn Energi & EWII: Kommuner og regioners adgang til egen forsyningsdata (2019)

Initiativ 12: Tilpas bygningsreglement ift. CO2 og energiforbrug

Kort beskrivelse af initiativet

Design og planlægning af nye bygninger og større renoveringer har stor betydning for ikke blot bygningernes klimaaftryk, men også for hvor effektivt de kan driftes efter opførsel. Det er bl.a. hensigtsmæssigt at begrænse behovet for opvarmning, køling og andre former for energiforbrug, så det bliver lettere at dække en stor del af det samlede energiforbrug i bygningen med fx egne solceller og varmepumper, ligesom fyringssæsonen gøres kortest mulig.

Det er vigtigt, at såvel nybyggeri som renoveringer bliver foretaget ud fra et totaløkonomisk perspektiv, så der sættes fokus på de lavest mulige omkostninger samlet for såvel udførelse som efterfølgende drift. Selv om omfanget af nybyggeri og renoverede bygninger frem mod 2030 vil være relativt begrænset i forhold til den samlede bygningsmasse, er det vigtigt allerede nu at lægge sporet for fremtidens bygninger. Der kan evt. hentes inspiration fra andre lande, hvor der har været arbejdet systematisk med energirenoveringer.

Barrierer

- **Manglende tværfaglighed**

Manglende tværfaglig forståelse i byggesektoren og hos kunder samt uhensigtsmæssige regler betyder, at bygninger ikke nødvendigvis designs og opføres, så et lavt og fleksibelt energiforbrug sikres.

- **Komfortkrav**

I mange bygninger ønsker man en meget stabil indetemperatur hen over året, uanset vejr og årstid. Grundlaget er typisk forventning til brugerønsker eller Arbejdstilsynets vejledninger på området. Konsekvensen er at de tekniske installationer må overdimensioneres eller der bruges unødvendig energi til at opfylde snævre komfortkrav, hvilket medfører, at energiforbruget bliver højere end nødvendigt.

- **Regelefterlevelse**

Selv om bygningsreglementet stiller krav til energiforbruget i meget nybyggeri, opleves det, at meget byggeri i praksis ikke op til kravene. For kontorbyggeri kan en af årsagerne være, at det beregnede forbrug ikke er i overensstemmelse med det reelle, fx anvendes der en brugstid på 45 timer per uge, mens den reelle brugstid for mange bygninger nærmere er 60 timer per uge. Der opleves også mange problemer med indregulering af bygningens anlæg, ligesom varmepumper ikke installeres i overensstemmelse med bygningsreglementet. Derfor skal der fokus på, hvordan det sikres, at beregningerne giver et retvisende billede af energiforbruget ved bygningsdrift, og hvordan det sikres, at der bygningsreglementet krav overholdes.

- **Funktionskrav i bygningsreglementet**

På en lang række områder er der indført funktionskrav frem for absolutte krav til udformningen af bygningen. Funktionskravene giver større frihed til at udforme de forskellige dele af bygningen, men gør det også uklart, hvordan man efterlever kravene til fx bygningens planlagte energiforbrug.

- **Overlevering**

I forbindelse med projektering, udførelse og færdiggørelse af byggerier og større renoveringer er der ikke tilstrækkeligt fokus på de tekniske anlæg og driften af disse. Driftspersonale inddrages sjældent i udarbejdelsen af projektbeskrivelser og udbudsmaterialer.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Øget prioritering af funktionsafprøvning

De nyligt indførte krav til funktionsafprøvning er et vigtigt element i at sikre, at de tekniske installationer overholder bygningsreglementet. Der er imidlertid usikkerhed hos såvel de udførende som hos myndigheder omkring opfyldelse og håndhævelse af reglerne. Derfor kan sektoren tage initiativ til:

- a) En styrket formidlingsindsats ift. indarbejdelse af bygningsreglementets funktionskrav i udbud, ligesom der vil blive taget initiativ til udarbejdelse af fælles vejledninger i samarbejde med de relevante myndigheder.
- b) Samarbejde med relevante myndigheder om at undersøge, om kravene om funktionsafprøvning kan udvides til også at omfatte andre områder.
- c) En styrket efteruddannelsesindsats af medarbejderne i installationsbranchen for at styrke kvalitet og dokumentation i funktionsafprøvningsrapporter.
- d) Et samarbejde med relevante brancheorganisationer om udvikling af vejledningsmateriale til bygherrer, som skal fremme udformningen af bedre og mere præcise udbudsmaterialer i forhold til ønsker og behov.

2. Øget fokus på commissioning og aflevering af bygningen

Samarbejde omkring projektering, udførelse og overlevering af bygningen er kritisk for at sikre en korrekt udnyttelse af bygningens tekniske installationer og energieffektiv drift. Dette kan bl.a. sikres ved at anvende principperne fra commissioning i byggeprocessen. Derfor kan sektoren tage initiativ til, med udgangspunkt i eksisterende materiale fra bl.a. Værdibyg om commissioning⁵⁸ at udvikle vejledninger omkring brugen af commissioning og overlevering med henblik på at bidrage til etableringen af best practice på området.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

3. Ændring af bygningsreglementet

Kravene i bygningsreglementet bør ændres på fem områder for at understøtte et lavere energiforbrug og CO₂-udledning ved nybyggeri og renoverede bygninger:

a) Øget fokus på komponentkrav

Bygningsreglementet ændres, så der i højere grad fokuseres på det faktiske energiforbrug i bygninger og mindre på en energirammebetragtning. Der bør indføres krav til energiforbruget i bygninger og komponentkrav⁵⁹ svarende til kravene til bygninger i 2030. Med inspiration fra

⁵⁸ <https://vaerdibyg.dk/vejledning/commissioning-processen/>

⁵⁹ <https://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=3078>

ecodesign-processen bør der løbende udarbejdes analyser af kravene i andre EU-lande for at understøtte, at der i Danmark altid som minimum implementeres "best available technology".

b) Energifaktorer for energiarter i bygningsreglementet ensartes

I bygningsreglementet anvendes de såkaldte energifaktorer. Energifaktoren er et EU-krav og er et billede af energisystemet her og nu. Fjernvarme har en energifaktor på 0,85, olie, naturgas og biomasse har en energifaktor på 1, mens el har en energifaktor på 1,9. I praksis betyder dette, at man kan nøjes med mindre isolering i en fjernvarmeopvarmet bygning end i en elopvarmet bygning. Dermed tager bygningsreglementet ikke i tilstrækkeligt omfang højde for, at el om få år vil blive produceret på 100 procent vedvarende energikilder. Derfor skal bygningsreglementets krav om energifaktorer ændres, så energiformerne sidestilles. Alternativt, at der i højere grad tages højde for den grønne omstilling energisystemet gennemgår frem mod 2030.

c) Midlertidig ibrugtagningstilladelse

For at styrke sammenhæng mellem design, anlæg og drift indføres krav om, at der ved byggerier over fx 1000 m² skal fremsendes en prøvningsrapport for driften af bygningen efter bygningen har været i brug i et år, for på den måde at sikre, at der er opmærksomhed omkring, hvorvidt alle dele af bygningen fungerer som aftalt, er korrekt indregulerede og lever op til bygningsreglementets krav når bygningen er gået i almindelig drift.

d) Lavenergiklasser i bygningsreglementet

Det bør undersøges, om der skal indføres nye lavenergiklasser, der kan benyttes som pejlemærker for såvel nybyggeri som renovering af bygninger.

4. Udbredelse af kendskabet til super-lavenergibyggeri

Erfaringerne med principperne for forskellige former for super-lavenergibyggeri er begrænsede i Danmark. Principperne bør formidles og kan med fordel anvendes i forbindelse med såvel nybyggeri som renovering af bygninger – ikke blot med fokus på klimaskærm, men i lige så høj grad fokus på installationerne.

a) Casesamling

Der udarbejdes en case-samling fra bygninger i Tyskland, Østrig og Skandinavien, hvor super-lavenergibyggeri opføres i højere grad end herhjemme. Case-samlingen kan oplagt forankres hos Videncenter for Energibesparelser i Bygninger under Energistyrelsen og udvikles i samarbejde med sektoren.

b) Pilotprojekter mv.

Der iværksættes pilotprojekter/fyrtårnsprojekter for forskellige offentlige byggerier, som opføres efter principperne for super-lavenergibyggeri, hvor såvel arkitektur, teknik som totaløkonomi ved byggeriet kan demonstreres.

c) Studieture for beslutningstagere

I andre lande har politikere tjent som drivkraft i udviklingen af lavenergibyggeri. Derfor kan der oplagt arrangeres en studietur for et eller flere relevante udvalg i Folketinget med henblik på at etablere en forståelse for potentialerne for denne type byggeri.

5. Uddannelse og efteruddannelse

Tværfaglig indsigt for særligt ingeniører, arkitekter, konstruktører og andre parter, som er direkte involveret i planlægningen og projekteringen af byggeri er afgørende for at kunne opføre og renovere bygninger til fremtidens krav til fx super-lavenergi-byggeri. Derfor bør de enkelte uddannelser i højere grad tilpasses hinanden, ligesom der bør iværksættes en løbende efteruddannelsesindsats for at højne den tværfaglige forståelse.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 12

Effekter ved initiativet om ændring af bygningsreglement ift. CO2 og energiforbrug

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet gør det lettere at realisere 2050-målsætningen om fossil uafhængighed Initiativet sikrer realiseringen af de allerede vedtagne regler og ordninger om effektivisering af bygninger Initiativet understøtter viden om best practise også fra andre lande	

Initiativet er en enabler, der understøtter bygningernes rolle i den grønne omstilling.

Initiativ 13: Sæt fokus på totaløkonomi

Kort beskrivelse af initiativet

Meget byggeri opføres eller renoveres med et stærkt fokus på opførselsprisen her og nu, frem for at fokusere på de samlede omkostninger til at opføre, eje og drive bygningen over en længere periode. For mange bygningsejere, og i særdeleshed den offentlige sektor, skyldes dette fokus, at der er en skarp adskillelse mellem anlægs- og driftsbudgetter, hvilket ikke skaber de nødvendige incitamenter for at tænke langsigtet i forbindelse med opførslen af byggeriet. Den offentlige sektor er omfattet af regler om totaløkonomiske vurderinger på større byggerier, men der er vide rammer for udførelsen og brugen af disse vurderinger.⁶⁰

Det kortsigtede fokus på investeringer kan medføre såvel et højere energiforbrug end nødvendigt som øgede udgifter til løbende vedligeholdelse af bygningen.

Barrierer

- **Adskillelse af anlægs- og driftsøkonomi**

De offentlige budgetter og regnskaber er helt overvejende baseret på at styre de kortsigtede udgifter og i langt mindre grad de totaløkonomiske omkostninger i form af afskrivninger, vedligehold mv. i driftsfasen.⁶¹ Mange bygningsejere, herunder i særdeleshed den offentlige sektor, arbejder med adskilte budgetter for opførelse og drift af bygninger. Det kan medføre et kortsigtet fokus på byggeriets opførselspris, samtidig med, at besparelser i anlægsfasen kan medføre et øget energiforbrug i bygningens driftsfase.

- **Utilstrækkeligt datagrundlag for udarbejdelse af totaløkonomiske beregninger**

En afgørende forudsætning for udarbejdelsen af totaløkonomiske beregninger er et datagrundlag i høj kvalitet i forbindelse med fx levetidsbetragtninger. Kvaliteten af datagrundlaget opleves imidlertid som utilstrækkeligt og bør styrkes.

- **Nedprioritering af totaløkonomi**

På trods af at der i forbindelse med meget offentligt byggeri skal udarbejdes totaløkonomiske beregninger, anvendes de ikke altid aktivt i tilrettelæggelsen af byggeriet. Det kan fx ske hvor der ses bort fra de totaløkonomiske beregninger i forbindelse med tildeling af udbud, eller i forbindelse med ændringer af projektet undervejs, hvor der ikke nødvendigvis beregnes totaløkonomi på ændringerne. Endelig følges der ikke nødvendigvis op på, om de totaløkonomiske beregninger holder i praksis.

- **Manglende fokus på driftsøkonomi for private bygherrer**

Private bygherrer er ikke omfattet af de samme krav og regler om udbud samt brug af totaløkonomiske beregninger som offentlige bygherrer. Det betyder på den ene side, at der er færre bindinger i forhold til udformningen af byggeriet, og på den anden side at byggeri ikke nødvendigvis opføres med fokus på lavest mulige løbende udgifter. Det er bl.a. tilfældet i forbindelse med byggeri, som opføres med videresalg eller udlejning for øje, og hvor udgifterne til den løbende drift ikke påhviler bygherren.

⁶⁰ Moe: Totaløkonomi – et overblik (2020)

⁶¹ https://www.copenhageneconomics.com/dyn/resources/Publication/publicationPDF/8/478/1550749892/bedre-samspil-mellem-den-private-og-den-offentlige-sektor_endelig.pdf

- **Manglende inddragelse af relevante kompetencer ved udbud**

Meget byggeri planlægges og tilrettelægges af ingeniører og arkitekter uden konkret erfaring med den efterfølgende drift af bygninger. Det betyder, at der ofte ikke involveres de relevante fagpersoner, når bygningen skal designes. Denne involvering er et væsentligt element i commissioning. Det kan fx være relevant at udnytte viden om anvendelse, driftstider og relevante tekniske parametre for at sikre en optimal efterfølgende drift af bygningen. Planlægningen af bygningens tekniske installationer ske tidligt i processen så bygningens design og tekniske installationer spiller optimalt sammen.

Der er behov for, at øvrige parter bidrager med:

1. Større fokus på totaløkonomi i det offentlige indkøb

Udbud af større byggerier i den offentlige sektor bør tilrettelægges bedre, så der skaber incitament til, at der i højere grad anvendes totaløkonomiske beregninger og genberegninger såvel som en større inddragelse af alle parter, som har betydning for udformningen og den efterfølgende drift af bygningen.

a) Klare retningslinjer for brugen af totaløkonomiske beregninger

Totaløkonomi bør vægtes højere som tildelingskriterium i udbud. Der bør være klare retningslinjer, som understøtter de offentlige bygherrer i tilrettelæggelsen af deres udbud og bl.a. beskriver efterlevelse af krav om totaløkonomiske vurderinger og fx sanktionering, hvis totaløkonomiske vurderinger ikke er udført. Samtidig bør der være krav om dokumentation af den totaløkonomiske vurdering og om genberegning af totaløkonomien i projektet, hvis der sker væsentlige ændringer.

b) Bedre vejledninger i brug af udbudsloven

Udbudsloven giver mulighed for at vælge det tilbud med bedste forhold mellem pris og kvalitet, hvilket giver rum for brugen af totaløkonomiske beregninger. Ikke alle offentlige bygherrer er imidlertid opmærksomme på denne mulighed. Derfor bør der med udgangspunkt i eksisterende vejledninger i udbudsloven udvikles konkrete vejledninger og støtteværktøjer, som kan understøtte brugen af totaløkonomiske beregninger.

c) Indførelse af totaløkonomimærkning

For at sikre et større fokus på totaløkonomi, bør der indføres et TØ-mærke for nybyggerier og ved større renoveringer. Et sådant mærke skal vise, hvad man forventer, at nutidsværdien af de næste 50 års drift vil være. På den måde vil de totaløkonomiske beregninger kunne påvirke handelsværdien af en bygning og en bygning, der har et lavt driftsbudget og består af bygningsdele og komponenter med en lang levetid, vil kunne prioriteres.

2. Løft i brugen af totaløkonomiske beregninger

a) Tilpasning af regler om brug af totaløkonomi

Bekendtgørelse nr. 1179 af 4. oktober 2013 om kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri bør revideres, så der stilles krav til, hvornår i processen de totaløkonomiske beregninger skal foretages, hvordan resultaterne skal indgå i beslutningsprocessen, hvordan dokumentation skal udformes, at der skal ske genberegning ved ændringer og ikke mindst til beslutningsgrundlaget skal offentliggøres og at der skal ske en opfølgning på dette.

- b) Øgede krav om totaløkonomiske beregninger
I dag er offentligt og alment byggerier underlagt et krav om totaløkonomiske vurderinger. Kravet kan hensigtsmæssigt også omfatte andre større private byggerier, og bør derfor indføres i bygningsreglementet og ikke bare i forbindelse med den frivillige bæredygtighedsklasse. Reglerne vil dermed være en pendant til rentabilitetskravene til energibesparende tiltag.
- c) Styrkede kompensationsmuligheder
Der bør indføres krav om detaljerede funktionsbeskrivelser af tekniske installationer og deres efterfølgende anvendelse, som kobles til leverandørernes kompensationsmodeller. Dette vil understøtte en større forventningsafstemning og øger leverandørers fokus på den efterfølgende drift af bygningen. Dette kan fx ske ved at der stilles krav om garantier for overholdelse af beregningerne, sådan som det også kendes fra ESCO-projekter, og som så kan blive udløst hvis ikke byggeriet lever op til det lovede.
- d) Styrkede data om totaløkonomi og levetidsomkostninger
LCCByg er et værktøj til beregning af levetidsomkostninger i forbindelse med projektering af byggeri, som anvendes af særligt offentlige bygherrer.⁶² Datakvaliteten i LCCByg (data for totaløkonomi og levetidsomkostninger) skal forbedres i forhold til bl.a. komponentlevetider, da de nuværende data ikke har den nødvendige kvalitet. Tilsvarende skal driftstider for bygninger revideres, idet denne underestimeres i forhold til den reelle driftstid for de fleste kontorbyggerier og dermed underestimer bygningsdriftens betydning i totaløkonomien.
- e) Forebyg kassetænkning i den offentlige sektor
For at undgå et ensidigt fokus på opførselsomkostninger bør adskillelsen mellem drifts- og anlægsbudgetter ophæves. Dette kan fx ske ved at etablere deciderede bygningsejerfunktioner hos de offentlige bygherrer, som drives efter kommercielt forbillede hvor de gives incitament til at investere i reduktion af deres løbende driftsomkostninger for at kunne holde en konkurrencedygtig husleje. Bl.a. Region Hovedstaden driver sine bygninger efter denne model. Ved at anvende commissioning i bygge og renoveringsprocessen kan der desuden skabes en bedre sammenhæng mellem de forskellige entrepriser og anlæg ved at inddrage driftsorganisationen, entreprenører, rådgivere og brugere og dermed sikre et stærkt fokus på totaløkonomi og installationernes samspil.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 13

Effekter ved initiativet om bedre udbudsprocesser og fokus på totaløkonomi

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet understøtter økonomisk optimale løsninger i forhold til renoveringer og nybyggeri.	

Initiativet er en enabler, der understøtter bygningernes rolle i den grønne omstilling.

⁶² Udviklet af SBI / Aalborg Universitet for Trafik, Bygge- og Boligstyrelsen. Kræves anvendt af mange større (typisk offentlige) bygherrer. Certificeringsprogrammet DGNB anvender ligeledes LCCByg. Programmet kan beregne en samlet nutidsværdi eller en årsmkostning for et helt byggeri eller for enkelte bygningsdele. Andre værktøjer er SamiPro, Gabi eller Umberto.

Initiativ 14: Lad den offentlige sektor og den almene sektor gå forrest

Kort beskrivelse af initiativet

Den offentlige sektor og den almene sektor er hver for sig de største bygningsejere i Danmark. Den offentlige bygningsmasse består af næste 43 mio. m², hvoraf kommunerne tegner sig for mere end 70%, mens regioner og staten deler den resterende del af bygningsmassen nogenlunde ligeligt mellem sig.⁶³ Samtidig er der cirka 600.000 almene boliger, hvilket svarer til cirka 20 procent af den samlede boligmasse.

Givet deres størrelse og deres generelt professionelle ejendomsdrift, vil det have en markant effekt i forhold til opfyldelsen af 70%-målsætningen og gennemførelsen af den grønne omstilling at lade den offentlige sektor og de almene boligselskaber gå forrest ved at fremme klimakrav til deres bygninger.

Barrierer

- **Den offentlige sektor efterspørger ikke i tilstrækkeligt omfang grønne løsninger**
Den offentlige sektor har i kraft af sin størrelse gode muligheder for at fremme anvendelsen af energieffektive løsninger og nye metoder og teknikker. Blandt de private virksomheder er der et meget stort ønske om, at der bliver stillet klimakrav i forbindelse med offentlige udbud, men kun ca. 11% af virksomhederne oplever, at der er klima- og miljøkrav⁶⁴ i forbindelse med udbud.
- **Uhensigtsmæssige krav begrænser den offentlige sektors incitament til at investere i grønne løsninger.**
På forskellige områder begrænser regler og praksis, at den offentlige sektor kan investere i grønne løsninger. Fx er kommunerne omfattet af krav om selskabsdannelse i forbindelse med etablering af solcelleanlæg på egne bygninger, hvilket gør det administrativt tungt og derfor begrænser kommunernes investeringer på området.⁶⁵
- **Almen sektor - Landsbyggefond**
De politiske boligaftaler sætter rammerne for, hvordan Landsbyggefonden kan støtte renoveringer af boligmassen i den almene sektor. Pt. medfører den politiske aftale frem til 2021, at Landsbyggefonden som udgangspunkt kan støtte renoveringer i overensstemmelse med bygningsreglementets minimumskrav, mens Landsbyggefonden kun i mindre omfang støtter innovative demonstrationsprojekter der bidrager til en bedre energistandard.
- **Kommunale anlægslofter**
Anlægsloftet opleves af mange kommuner og regioner som rigtigt i sin nuværende udformning og gør det nødvendigt at prioritere mellem investeringer i klimatiltag og fx folkeskoler, plejehjem eller veje. Konsekvensen af anlægsloftet er, at investeringer i klimatiltag som fx energirigtig gadebelysning, energirenovering af bygninger effektiv opvarmning og solcelleanlæg bliver fravalgt til fordel for mere synlige og borgernære tiltag. Resultatet er derfor, at kommunerne og regionerne har et unødvendigt

⁶³ https://www.frinet.dk/media/1092/offentlige_bygninger.pdf

⁶⁴ <https://www.danskerhverv.dk/presse-og-nyheder/nyheder/det-offentlige-skal-ind-i-klimakampen/>

⁶⁵ https://www.altinget.dk/energi/artikel/energifond-solcelle-regler-er-bureaukratiske-benspaend-for-kommunerne?ref=newsletter&refid=33795&SNSubscribed=true&utm_source=nyhedsbrev&utm_medium=e-mail&utm_campaign=energi

højt energiforbrug og ikke får investeret i de nødvendige rentable tiltag, som på sigt kan give flere penge i kommunekassen.

- **Ejer/lejer**

I meget lejet byggeri gælder, at investeringer i energiforbedringer afholdes af udlejer, mens gevinsten høstes af lejer. Derfor er udlejerens incitamenter til at investere i energirenoveringer begrænsede.

Bygge og anlægssektoren kan tage initiativ til:

1. Styrket finansiering af energieffektivisering

a) EPC-plattform for almene boligselskaber

EPC (Energy Performance Contracting) er det bærende princip for de såkaldte ESCO-projekter. EPC kan være en metode til at fremme flere energirenoveringer i den almene sektor ved at lade en 3. part stå for finansiering, gennemførelse og evt. efterfølgende drift af bygningerne. Erfaringerne med EPC og ESCO i forbindelse med den almene sektor er imidlertid meget begrænsede. Derfor kan branchen tage initiativ til i samarbejde med den almene sektor at udvikle en EPC-plattform, der kan formidle viden om regler, best practice og gode råd til de almene boligselskaber.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. Styrket viden om EPC og OPP i den offentlige sektor

Offentlige bygningsejere kan opleve, at brugen af EPC og OPP er for dyrt og flytter kompetencer væk fra dem selv. Energistyrelsen informerer allerede omkring EPC⁶⁶, men informationen bør udvides, så den også vejleder i brugen af intern ESCO og OPP, hvor den offentlige sektor anvender fx EPC-principperne uden involvering af ekstern part til finansiering.

3. Tilpasning af anlægsloft for kommuner og regioner

Anlægsloftet er et styringsværktøj, som gør det muligt fra centralt hold at sikre, at kommunale, regionale og statslige byggeopgaver ikke lægger beslag på arbejdskraft, der er behov for i andre dele af samfundet, og dermed bidrager til overophedning af arbejdsmarkedet. Investeringer i energieffektivisering og bedre indeklima bør dog undtages fra anlægsloftet for kommuner og regioner for at sikre de nødvendige investeringer og understøtte bedre økonomi på længere sigt.

4. Landsbyggefonden skal kræve energirenoveringer

For i højere grad at understøtte flere energirenoveringer bør Landsbyggefonden i højere grad end i dag tilskynde til energirenoveringer til en højere energiklasse end bygningsreglementets minimumskrav ved at hæve de økonomiske rammer.

5. Varm Leje

Der bør udbredes principper for finansiering af energirenoveringer, som i højere grad betales af den enkelte lejer. En model er den såkaldte "Varm leje", hvor varmekonsumet – og nogle tilfælde også elforbruget – er indeholdt i den samlede lejeudgift, modsat "kold leje", hvor leje og forbrug er adskilt. Er forbruget indeholdt i lejen, fx kombineret med at udlejer kan fjernstyre indeklimaet i det lejede,

⁶⁶ <https://spareenergi.dk/offentlig/bygninger/esco>

opstår der et incitament hos udlejer til at investere i energieffektivisering mod at få gavn af opnåede besparelser, mens lejer opnår den indeklimastandard, der er aftalt med udlejer.⁶⁷

6. Lad de almene boligselskaber fungere som energiselskab

Renoveringer i den almene sektor finansieres typisk delvist over huslejen. Det kan give modstand fra beboerne, som ønsker at fastholde deres huslejeniveau. Derfor skal almene boligselskaber kunne at optræde som energiselskab over for deres beboere, så man styrker muligheden for at finansiere energirenoveringer eller investeringer i fx solceller, ladestandere, varmepumper og andre klimatiltag over energiregningen.

7. Krav om forbud mod installation af nye olie- og naturgasfyr i den offentlige sektors bygninger

For at kunne gå foran med det gode eksempel, indføres der krav om at olie- og naturgasfyr i offentlige bygninger udskiftes med et alternativ baseret på enten fjernvarme eller vedvarende energi. Dermed reduceres CO₂-udledningen fra bygningerne, samtidig med at de kan fungere som inspiration for private i nærområdet og drive deres konvertering til fx varmepumper.⁶⁸

8. Energirenovering af 3 procent af bygningsmassen årligt

Der bør der være krav om, at kommunerne og regionerne energirenoverer 3 pct. af etagearealet i deres bygningsmasse årligt. Dermed sidestilles de med statens bygninger, der allerede er omfattet af kravet. Det vil yderligere bidrage til at sikre opfyldelse af EU's Energieffektiviseringsdirektiv (EED) krav om en 3 procents årlig energieffektivisering. Kravet skal også omfatte de bygninger det offentlige lejer.

9. Kommunale klimahandlingsplaner

Som et element i en kommende national klimahandlingsplan bør kommuner og regioner pålægges at udarbejde klimahandlingsplaner for reduktion af deres egne CO₂-udledninger samt at gennemføre alle klimatiltag i deres bygningsmasse ud fra en totaløkonomisk vurdering. Det skal i den forbindelse også overvejes mulige samarbejder med nabokommunerne fx om kollektiv forsyning.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 14

Effekter ved initiativet om den almene og offentlige sektor skal gå forrest

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Initiativet kan fungere som en driver for best practice og udviklingen af grønne løsninger og tiltag for hele samfundet. Initiativet kan på længere sigt frigøre ressourcer i den offentlige sektor.	

⁶⁷ https://www.frinet.dk/media/2499/forslag_til_energi aftale_2020-2030-samlet-final.pdf

⁶⁸ https://rgo.dk/wp-content/uploads/2019/11/PDF_Hylke_-_Casebeskrivelse_FINAL.pdf

C: Projektering og materialers indlejrede CO₂

Indledning til bilag for initiativer

Udgangspunktet for arbejdsgruppen har været at identificere de reduktioner, der kan gennemføres i projekteringsfasen ved hjælp af en ressourceoptimering af byggeriet og anvendelse af tilgængelige værktøjer, herunder LCA Byg. Der lagt vægt på de primære aktørers indsats – producenter, bygherrer, rådgivere og udførende.

Der er i den forbindelse identificeret 5 hovedinitiativer, der hver især består af en række understøttende initiativer, som samlet set understøtter hovedinitiativet. De supplerende initiativer er beskrevet i tabelformat i dette bilag.

Gruppen har desuden haft en række drøftelser om udgangspunktet og usikkerhederne for beregningerne og referenceår. Disse er beskrevet kort nedenfor.

Kravniveauer til nybyggeri i bygningsreglement og bæredygtighedsklassen

Det anbefales, at der sættes krav til maksimal CO₂/m²/år i Bygningsreglementets allerede fra 1. januar 2021. Det er vigtigt at få stillet krav for at skabe et træk på nye, bedre og ikke mindst danske data på området. Samtidig anbefales det, at der indføres et mere ambitiøst niveau i bæredygtighedsklassen, som kommuner kan benytte i lokalplaner, og som bygherrer, der ønsker at sætte strengere krav end Bygningsreglementet, kan benytte i udbud m.v.

Der anbefales en halvering af CO₂-udledningen i 2030 med stepvis stramninger i 2023, 2025 og 2030. De stepvise stramninger skal løbende evalueres, og der bør nedsættes en arbejdsgruppe, som har til formål at kvalificere dem.

For at undgå suboptimering skal kravene tage udgangspunkt i et samlet krav for alle faser af byggeriet, og der tages afsæt i SBI-rapporten "Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger" Kravet skal sættes på årsniveau [kg CO₂/m²/år] ligesom Bygningsreglementets energikrav, og hvis der ikke kan dokumenteres længere levetider, skal 50 år anvendes til eftervisning.

Ved at sætte kravniveauet ud fra alle faser i en LCA-beregning sikres, at der ikke sker suboptimering på materialeniveau. Samtidig sikres, at CO₂-belastningen fra energiforsyning indgår og derved tilskyndes til, at der anvendes vedvarende energi. Energikravene til nybyggeri fastholdes på nuværende niveau og skal dokumenteres parallelt med LCA-beregningen. Fra 2023 skal LCA-beregninger kunne benyttes som alternativ til energikrav i BR.

Det er endnu ikke alle rådgivere, entreprenører og materialeproducenter, der har den nødvendige kompetence til at anvende værktøjet LCA-byg, udvikle miljøvaredeklarationer (EPD'er), mv. Derfor skal der hurtigst muligt etableres et 'hjelpekontor' for SMV'er, så vi får alle med i den kommende omstilling.

Bygningsreglementets krav til CO₂ skal være ambitiøse, og alle skal med fra starten.

Det anbefales, at Bygningsreglementets krav for 2021 sættes til 12 kg CO₂/m²/år, hvilket svarer til et niveau i den øvre ende af SBI-analysen. Dette niveau er et indfasningsniveau for krav på området, og det skal skærpes trinvist i 2023, 2025, 2030. til ca. 6 kg CO₂/m²/år i 2030.

Bæredygtighedsklassen er for de mere ambitiøse projekter

Bæredygtighedsklassen skal være pejlemærke for fremtidens bæredygtige byggeri. Det anbefales, at niveauet i bæredygtighedsklassen fra 2021 sættes til den nedre fraktil for de 60 byggerier i SBI-analysen, hvilket er 8,5 kg/CO₂/m². Dette niveau skærpes trinvist i 2023, 2025, 2030 til omkring 3-4,5 kg CO₂/m²/år i 2030.

Det internationale perspektiv

Det er vigtigt, at klimapartnerskabet sikrer reduktion af CO₂-udledningen i Danmark ved samtidig at styrke udviklingen af danske virksomheders teknologi og knowhow om bæredygtige løsninger og dermed byggebranchens internationale konkurrenceevne. Nye politiske initiativer og branchetiltag skal derfor udvikles med henblik på integration i et europæisk samarbejde.

Byggeriet kan på denne måde understøtte regeringens ambition om at vise lederskab i Europa og resten af verden samt sikre bæredygtig vækst og danske arbejdspladser.

Det er afgørende, at de internationale rammebetingelser er på plads og understøtter udviklingen. Derfor skal der være særligt fokus på at udvikle de direktiver, forordninger og standarder, der understøtter arbejdet, og Danmark skal spille en betydende rolle heri. De danske interesser inden for standardiseringsområdet skal styrkes.

Status i forhold til 1990

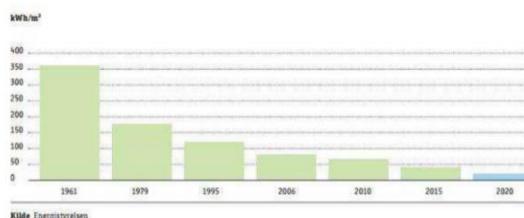
Bygninger, der blev opført i 1990, blev opført i henhold til de daværende krav til varmeisolering i BR85. Siden er energikravene til bygninger blevet skærpet væsentligt.

De skærpede energikrav til nye bygninger har været medvirkende til, at energiforbruget til opvarmning pr. m² er faldet med ca. 15 % (14,8 %) fra 1990 til 2018. De skærpede energikrav resulterer samtidig i, at der i dag anvendes betydeligt flere materialer. Der anvendes ofte 50 % mere materiale end i 1990. Når bygningers energibehov mindskes, betyder den indlejrede CO₂ i materialerne forholdsmeæssigt mere.

Bygningsdel	Komponentkrav [W/m ² K]	
	1990	2020 (ombygning)
Ydervægge	0,30-0,35	0,18
Terrændæk.	0,30	0,10
Loft- og tagkonstruktioner	0,20	0,12
Vinduer	2,9	Erf ≈ 1,10

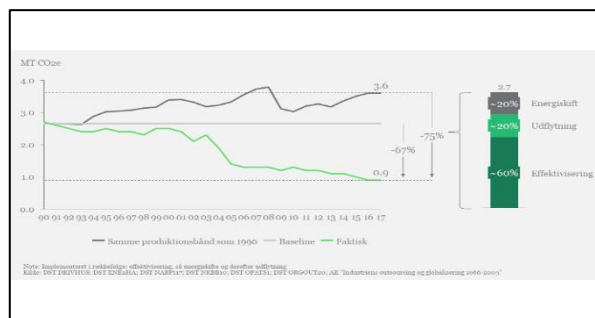
Udviklingen har været rigtig, idet den er en forudsætning for en omstilling til et CO₂-neutralt samfund, men den betyder også, at reduktioner af indlejret CO₂ i bygningen skal tage udgangspunkt i nutidigt byggeri. Derfor anvendes 2018 som reference for indholdet af CO₂ i bygninger.

Udviklingen viser også, at Bygningsreglementet er en væsentlig driver for ændringer i bygningsmassen, og at branchen som helhed udvikler sig frem mod de langsigtede mål og pejlemærker, der sættes i Bygningsreglementet.



Fra Strategi for energioverbygning af bygninger: Væjen til energifokale bygninger i fremtidens Danmark, ENIS 2014

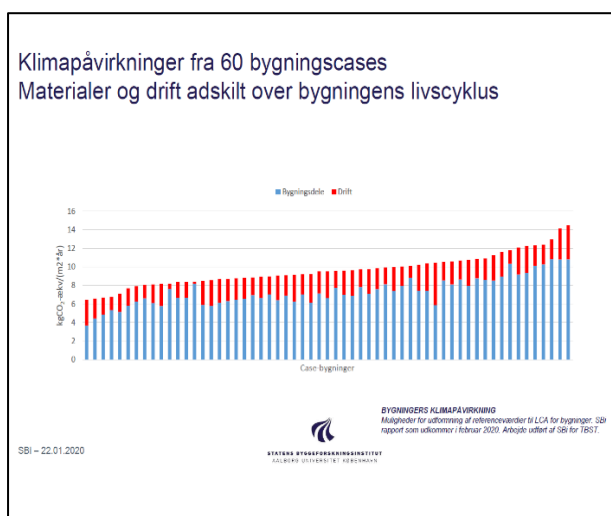
Industrien har udført betydelige CO₂-reduktioner siden 1990. En analyse udført af DI viser, at danske industrivirksomheder siden 1990 har reduceret CO₂-udledningen fra produktion med mellem 67 og 75 %, hvoraf 2/3 er drevet af produkt- og produktionsoptimering. Det betyder, at de lette løsninger og initiativer allerede er høstet, og at yderligere reduktioner i industrien kan kræve væsentlige teknologispring og et nyt energimiks.



Referencer

Der er stor usikkerhed om, hvor stor mængde CO₂ der er indlejret i byggematerialer i det nuværende nybyggeri, og om den data, der er tilgængelig, kan bruges som reference.

Der er taget udgangspunkt i en analyse udført af Statens Byggeforskningsinstitut af 60 bygninger, der er certificeret af DK-GBC efter DGNB. Denne analyse bygger på beregning af 60 forskellige bygninger fordelt på 5 bygningstyper. Beregningerne benytter en kombination af produktspecifikke data og generisk data. I det omfang, der ikke har været dansk data tilgængeligt, er der benyttet data fra databaser fra andre lande.



Analyserne fra SBI viser, at materialers indlejret CO₂ i bygninger er ca. 320 kg/CO₂/m². Der er en forholdsvis stor varians i den indlejrede CO₂ i de 60 bygninger og en 25 %- og 75 %-fraktile på henholdsvis 270 og 370 kg/CO₂/m².

I 2018 var blev der, i henhold til Danmarks Statistik, opført 7.076.102 m² bebyggelse til boliger, offentlige bygninger, kontorer, let erhverv m.v. Tallet er marginalt højere end gennemsnittet for 2014-2018 og under gennemsnittet for 1998-2018. Det bebyggede areal i 2018 anvendes som reference og 2030-niveau.

På baggrund af SBI-analysen og materialet fra Danmarks Statistik antages, at materialers indlejrede CO₂ i 2018 var på 2,26 mio. tons CO₂ i 2018 med en 25 %- og 75 %-fraktile på henholdsvis 1,9 og 2,6 mio. tons CO₂.

Estimat af den samlede reduktion

Alt nybyggeri i 2030 bliver, som gennemsnit, udført på niveau med det bedste af de 60 certificerede bygninger fra 2018, svarende til 191 kg/CO₂/m², hvilket resulterer i et samlet indlejret niveau på 1.352.431 tons CO₂/år og en samlet reduktion på ca. 912.000 tons CO₂/år i 2030. Der er udarbejdet en effekttabel for dette initiativ nedenfor.

Derudover optimeres byggeriet, ved at rådgivere og bygherrer optimerer byggeriet i designprocessen og ved at finde nye innovative løsninger vis eksperimentelt byggeri.

Det kan indbefatte, at arealanvendelse i bygninger optimeres, der anvendes nye løsninger, reduktion af materialer m.v.

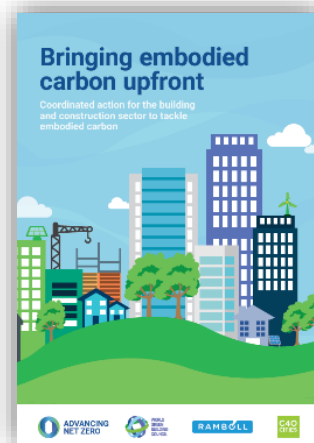
Ved en reduktion af det indlejrede CO₂ i materialer og bygninger på 1 % om året opnås en reduktion på ca. 220.000 tons CO₂/år i 2030. Der er udarbejdet en effekttabel for dette initiativ nedenfor.

Dermed er vurderingen, at det er muligt at opnå en reduktion på materialers indlejrede CO₂ i 2030 på ca. 50 %, svarende til et gennemsnit på ca. 160 kg/CO₂/m² og totalt på 1,13 mio. tons CO₂/år.

Andre referencer

Ud over SBI-analyserne, der ligger til grund for estimerne, er der også set på andre referencer.

Her viser en netop offentliggjort rapport fra World Green Building Council "Bringing embodied carbon upfront" fra september 2019, at der er et globalt potentiale for at reducere det indlejrede CO₂ i byggematerialer med 40 %. Denne rapport er finansieret af Rambøll og udarbejdet i samarbejde med en række internationale producenter af byggematerialer.



Opfølgning på estimer

Idet der er usikkerhed om det eksisterende datagrundlag for mængden af indlejret CO₂ i materialer, er der også usikkerhed om den samlede reduktion. Derfor skal de reduktioner, der er beskrevet, kontrolleres yderligere, ligesom der er behov for, at referenceniveauet verificeres ved flere analyser frem mod 2023.

Der bør allerede i 2020 nedsættes en arbejdsgruppe/komité forankret hos boligministeren og med bred repræsentation fra byggeriet og med flere LCA-eksperter. Kommissoriet for arbejdsgruppen skal være at arbejde videre med at nuancere rammesætningen for, hvorledes man dokumenterer, at CO₂-kravet er overholdt. Der er fortsat behov for at få nuanceret rammesætningen af fx betragtningsperiode, hvilke faser der regnes med i LCA, hvordan produktspecifikke EPD'ere tilgodeses i beregningerne og om der skal nuanceres i kravniveauet for forskellige bygningstyper mv. Arbejdsgruppen skal se på data og løbende kvalificere lovkrav og benchmark.

Den kommende frivillige bæredygtighedsklasse

Et væsentligt middel til at fremme bæredygtigt byggeri er anvendelsen af den frivillige bæredygtigheds-klasse som et regulativ-værktøj.

Byggebranchen har allerede i juni 2018 udarbejdet et oplæg til en frivillig bæredygtighedsklasse. Oplægget er baseret på workshops med bred deltagelse af aktører i byggebranchen og kan være en god reference for udvikling af den endelige bæredygtighedsklasse.

Boligministerens udmelding om, at den frivillige Bæredygtighedsklasse skal indgå i Bygningsreglementet med et specifikt krav fra 2023 er meget velkomment. Bæredygtighedsklassen skal indeholde alle de bæredygtige elementer i byggeriet, herunder materialer, energi, indeklima og sundhed. Kravene i Bæredygtighedsklassen skal desuden bygge på en betragtning om levetider for byggeriet, være transparente, troværdige og kontrolleres samt bygge på de analyser, denne arbejdsgruppe har anbefalet gennemført frem mod 2023.

Potentiale for reduktioner af henholdsvis indlejret CO₂ fra byggevareproduktion og af den samlede mængde anvendte materialer i byggeriet

Forbruget af materialer kan reduceres ved at se på arealudnyttelse i byggeriet og en omfattende granskning af metoder, normer og standarder, som med nuværende krav ofte kan lede til overdimensionering eller øget anvendelse af materialer.

Der er behov for udvikling og anvendelse af nye materialer og løsninger i byggeriet. Den eksisterende struktur med Bygningsreglementet, udbudsregler, normer og eksempelsamlinger, kan skabe barrierer for implementering af nye innovative løsninger, og der bør åbnes op for, at de kan bringes hurtigere i spil i branchen uden at gå på kompromis med kvalitet og holdbarhed.

Ovenstående reduktionspotentialer kan yderligere afdækkes ved at give mulighed for demonstrationsbyggeri, der må afvige fra eksisterende bestemmelser. Det gennemføres bedst i et samarbejde mellem byggeriets aktører: det offentlige, bygherrer, projekterende, udførende og materialeproducenter.

Den væsentligste reduktion opnås ved at opstille nationale mål for CO₂e¹-udledning for det færdige byggeri og synliggøre dette i et klimaregnskab. Derfor skal der udvikles en branchestandard for et klimaregnskab, som alle byggeriets aktører forholder sig og følger op på gennem byggeriets faser.

Input til klimaregnskabet genereres i en Livscyklusvurdering (LCA), der anvendes fra de tidlige faser, over projektering og til aflevering. Derfor skal de værktøjer, der er nødvendige for at gennemføre en retvisende LCA-beregning, færdigudvikles. En bygnings-LCA skal derfor udvikles for en bygnings samlede levetid og i alle LCA-faser fra A1 til C4.

Modul	A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4				D
Livscyklusfaser	Produkt			Byggeproces		Brug							Endt levetid				Uden for systemgrænse
Processer	Råmaterialer	Transport	Produktion	Transport	Opførelse/montering	Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering	Energiforbrug til drift	Vandforbrug til drift	Nedtagning/nedrivning	Transport	Affaldsbehandling	Bortskaffelse	Potentiale for genanvendelse, genvinding og genbrug
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

En forudsætning for at kunne gennemføre korrekt LCA er, at alt datagrundlag er på plads, herunder at der er adgang til produktspecifikke miljøvaredeklarationer (EPD'er) for de væsentligste materialer i byggeriet. Disse skal udarbejdes efter EN 15804 og være tredjepartsverificerede af et godkendt organ. Produktspecifikke miljøvaredeklarationer (EPD'er) bidrager til en bygnings-LCA med byggevarernes individuelle LCA-data. Jo flere produktspecifikke EPD'er et byggeri kan baseres på, jo mere præcis bygnings-LCA.

Tilsvarende er der behov for udvikling af andre værktøjer, der understøtter korrekt og transparent LCA-beregning, og det bør være et af de første initiativer, branchen iværksætter. Herunder skal udvikles redskaber og metoder til at skabe input til Fase D, potentialer for genanvendelse, genvinding og genbrug.

Byggebranchen er international, og der er en væsentlig import og eksport af byggematerialer mellem Danmark og EU-landene. Derfor skal alle de værktøjer, der udvikles til LCA, have fokus på den europæiske udvikling og være medvirkende til, at eksportpotentialitet øges, og at nationale danske metoder kan fremme eksport af byggematerialer, rådgivning og tilsvarende ydelser.

CO₂-udledning kan nedbringes ved at anvende sekundære ressourcer. Muligheder for genbrug, genanvendelse og up-cykling skal derfor styrkes. Der er allerede i dag mulighed for anvendelse af genanvendte materialer i f.eks. isolering, gips og i bærende konstruktioner af stål, beton og kompositmaterialer. Men materialestrømmene for at anvende genbrugsmaterialer er ikke tilfredsstillende og sikrer ikke, at materialer, der sendes til genanvendelse, behandles som værdifulde råstoffer. Returordninger for overskudsmaterialer og affald fra byggepladser rummer allerede i dag potentialer, der kan høstes. I forhold til genanvendelse af fremtidige produkter er materialepas med info om indhold og cirkularitet forudsætningen for, at genanvendelse kan realiseres.

Slutteligt er det nødvendigt, at andre tekniske dokumenter, der er fælleseje for hele branchen, bliver opdateret og stillet til rådighed for hele byggebranchen. Det kan indbefatte øget adgang til BBR-materiale, revision af eksempelsamlinger m.v.

Strategiske samarbejde mellem private og offentlige

Det forventes, at de beregnede reduktioner kan nås ved de fem initiativer, men kræver samtidigt, at byggeriet og fremstillingen af materialer udvikles yderligere.

Derfor er der behov for, at der kan iværksættes demonstrationsbyggeri, der afviger fra de eksisterende rammer, både i forhold til bygge Lovgivning, udbudsregler, kommunale rammebetingelser, produktdokumentation, mv.

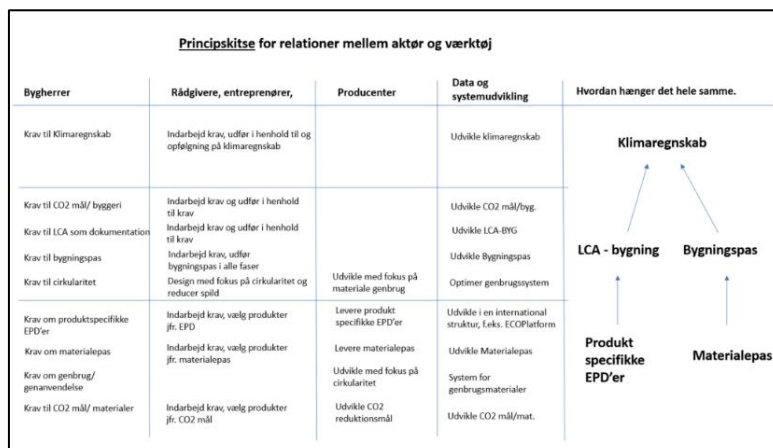
Der skal i den forbindelse udvikles nye samarbejder, herunder et stærkere offentligt-privat samarbejde.

Det gælder ikke kun demonstrationsbyggeri, men også affaldssortering og anvendelse af byggeaffald i nye produkter. I denne forbindelse vil der være behov for offentlige investeringer til demonstration og udvikling af retur- og genbrugssystemer.

Desuden skal samarbejdet fremme udvikling, afprøvning og anvendelse af nye produktløsninger, så innovation fremmes, og barriererne imod nye løsninger og koncepter reduceres.

Flere af de værktøjer, arbejdsgruppen har anbefalet, optimeret og videreudviklet, benyttes af flere aktører i byggeriet.

Vedlagte skitse viser en kort og ikke udtømmende principskitse for sammenhæng mellem bygherrens krav, rådgivere og entreprenørers anvendelse af krav og producenternes oplysninger i relation til krav.



Arbejdsgruppens sammensætning og arbejdsmetoder

Arbejdsgruppen har bestået af repræsentanter fra hele værdikæden i byggeriet, der har arbejdet i en række mindre workshops. Ideer og oplæg er suppleret med input fra en større workshop og fra en spørgeskemaundersøgelse med deltagelse af medlemmer i Dansk Byggeri, Bygherreforeningen, Danske Arkitektvirksomheder, FRI og DI-BYG. Data til beregning af referenceniveau, og potentielle reduktioner er udarbejdet med støtte fra Harpa Birgisdottir og Søren Aggerholm Statens Byggeforskningsinstitut.

Initiativer

I det efterfølgende er de 20 underinitiativer til de 5 hovedinitiativer beskrevet i tabelformat.

Indledningsvis er der udarbejdet to tabeller for effekter for den samlede reduktion. Begrundelsen for kun at have to effekttabeller er, at de fleste initiativer understøtter det samlede initiativ og kun i begrænset omfang kan ses alene. F.eks. vil en specifik miljøvaredeklaration for et givent produkt først give anledning til reduktion, når den anvendes af en projekterende til at substituere et andet produkt i designfasen. Dermed giver den i sig selv ingen reduktion.

Initiativ 1: Brug af LCA og mål for CO₂ i udbudsmateriale

FORMÅL: Igennem mål for CO₂-udledning og kravstillelse til dokumentation skabes det optimale udgangspunktet for, at alle byggeriets aktører bidrager til den samlede reduktion.

Effektkategorisering af, at al nybyggeri i 2030 som gennemsnit bliver udført på niveau med det bedste i 2018.		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	- Initiativ 1 vil sammen med initiativ 2 skabe en løbende reduktion af CO₂-udledningen, og reduktionen vil i 2030 være på 912.000 tons CO₂/år. - Initiativet har kun begrænset effekt på de direkte udledninger - Initiativet fokuserer på, hvordan byggeri designes med mindst mulig CO₂-belastning. - Dermed skaber initiativet efterspørgsel på byggematerialer med lavere indlejret CO₂ og initierer besparelserne i andre sektorer, primært i partnerskabet Produktionsindustri og Partnerskabet Tung Industri.	- En væsentlig del af de byggematerialer, der anvendes i Danmark, produceres i udlandet og importeres til brug i DK. - Andelen af importerede byggematerialer indgår i referencen for 2018, og man kan – alt andet lige - benytte import/eksportdata for 2018 til at opdele reduktioner nationalt og globalt.
Effekt på input	- Der vil primært være tale om brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder.	- Der vil primært være tale om brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder
Effekt på output	- Bidrager til den samlede omstilling ved produktionsvirksomhedernes reduktioner af brændsler og ved omstilling til VE.	- Ved omlægning af energiforsyning i lande med stort brug af fossile brændsler opnås bl.a. et renere klima med renere luft, f.eks. i Polen.
Øvrige effekter		

Underinitiativ	Uddybende forklaring
1 Anvend produktspecifikke EPD'er som dokumentation	Bygherrer og rådgivere stiller krav til materialeleverandører om produktspecifikke EPD'er for de væsentligste bygningsdele til brug for en LCA-beregning.
2.a Bygherrer anvender klimaregnskab	Bygherrer anvender klimaregnskab i udbud og bruger det som digital dokumentation. Bygherrer anvender referencemål for CO ₂ /m ² .
2.b Bygherrer stiller CO ₂ -krav	Bygherrer stiller krav om maksimalt niveau for CO ₂ /m ² i nybyggeri. Kravet skal sættes i forhold til en samlet LCA-evaluering for hele bygningen i dens forventede levetid.
2.c Bygherrer stiller krav om genbrug og genanvendelse	Bygherrer stiller krav om information om spild og for reduktion. Med udgangspunkt i en ny standard for genbrug og genbrugte materialer skal bygherrer sætte mål om genbrug og genanvendelse, hvilket i sammenhæng med den nye standard giver rådgivere og entreprenører et optimalt udgangspunkt for at udvikle cirkulært byggeri. Kan udvikles først som en frivillig ordning kan senere vurderes, om det skal indgå i lovgivning.
3. Styrk dokumentation i alle faser af byggeriet	Bygherrer og rådgivere anvender LCA-beregning og materialepas som delementer i et digitalt bygningspas med henblik på at sikre data til drift, vedligehold og nedrivning.
4 Udvikl et manifest for bæredygtigt byggeri	Byggebranchen udvikler et manifest, som skal lede byggeriet frem mod de mål, der sættes i 2030, herunder kortlægge mulige ressourcebesparelser og reduktionsmål. Manifestet skal desuden sætte krav om, at arkitekter, ingeniører og entreprenører altid projekterer større projekter med LCA og deler data med bygherrer, samt at rådgivere og udførende optimerer byggeriet og reducerer spild. Bygherrer vælger rådgivere og entreprenører, der deltager i manifestet.

Virkemidler:

- Branchekrav om øget dokumentation ved brug af LCA, EPD'er, Materialepas og Bygningspas.
- Kommunale og private systemer til håndtering af byggeaffald med materialestrømme af genbrug og genanvendelse.
- Finansielle instrumenter i form af lån, CO₂-kvoter og krav fra finansielle institutioner.

Initiativ 2: Projektspecifikt klimaregnskab i alle udbud

FORMÅL: Synliggøre byggeriets klimapåvirkning i udbud og derigennem reducere indlejret CO₂ i byggeriet.

Effektkategorisering af at al nybyggeri i 2030 bliver som gennemsnit udført på niveau med det bedste i 2018.		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	- Initiativ 2 vil sammen med initiativ 1 skabe en løbende reduktion af CO₂-udledningen, og reduktionen vil i 2030 være på 912.000 tons CO₂/år. - Initiativet har kun begrænset effekt på de direkte udledninger. - Initiativet fokuserer på, hvordan byggeri designes med mindst mulig CO₂-belastning. - Dermed skaber initiativet efterspørgsel på byggematerialer med lavere indlejret CO₂ og initierer besparelserne i andre sektorer, primært i partnerskabet Produktionsindustri og Partnerskabet Tung Industri.	- En væsentlig del af de byggematerialer, der anvendes i Danmark, produceres i udlandet og importeres til brug i DK. - Andelen af importerede byggematerialer indgår i referencen for 2018, og man kan – alt andet lige - benytte import/eksportdata for 2018 til at opdele reduktioner nationalt og globalt.
Effekt på input	- Der vil primært være tale om brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder.	- Der vil primært være tale om brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder.
Effekt på output	- Bidrager til den samlede omstilling ved produktionsvirksomhedernes reduktioner af brændsler og ved omstilling til VE.	- Ved omlægning af energiforsyning i lande med stort brug af fossile brændsler opnås bl.a. et renere klima med renere luft, f.eks. i Polen.
Øvrige effekter		

Underinitiativ	Uddybende forklaring
5 Udvikle branchestandard for projektspecifikt klimaregnskab	Branchen udvikler en standard for klimaregnskab, der kan anvendes internationalt og har input baseret på EPD'er og data genereret i LCA-Byg. Klimaregnskabet anvendes til løbende at styre mod opnåelsen af de fastsatte CO₂-mål og skal for de væsentligste bygningsdele dokumenteres ved produktspecifikke EPD'er. Klimaregnskabet skal sikre transparens, sporbarhed og dokumentation af det færdige projekt. Klimaregnskabet skal indbefatte et digitalt bygningspas. Bygningspasset består af de anvendte byggevarers materialepas. Ensartet format for bygningspas skal udvikles, så sammenligning og dermed dataindsamling muliggøres. Bygningspasset skal kunne indgå i BBR.
6 Referencemål for CO ₂ /m ²	Baseret på branchestandarder og analyser af dansk nybyggeri skal der udvikles et sæt referencemål for klimaregnskab, som kan bruges af rådgivere og bygherrer til at fastsætte mål for egne projekter, og som kan indgå i klimabudget og klimaregnskab. Løbende opfølgning som med projektøkonomi. Mål for best-practice-niveauer udvikles inden 2023 og justeres frem mod 2030, således at der er delmål for 2025 og 2030.
7 Udbudsregler granskes	De eksisterende udbudsregler granskes med henblik på, at der fremadrettet kan stilles projektspecifikke krav til klimaregnskab. Det skal ligeledes identificeres, om og hvordan der kan ændres på krav til dokumentation af byggematerialer, så barrierer for nye innovative løsninger fjernes.
Virkemidler: • Branchekrav og myndighedskrav for klimaregnskab, CO₂-mål og/eller kvoter til byggeri. • Veludviklede værktøjer, bl.a. LCA Byg, EPD'er, materiale- og bygningspas.	

Initiativ 3: Reducere materialeforbrug og CO₂-udledning i projektering

FORMÅL: Rådgivere og udførende reducerer mængden af forbrugte materialer og den samlede CO₂-udledning ved at fokusere på CO₂-mål, optimeringer og cirkulært byggeri.

Effektkategorisering af, at byggeriet optimeres, der anvendes nye løsninger, reduktion af materialer m.v. svarende til at reducere indlejret CO ₂ i materialer og bygninger med 1 % om året.		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	- Initiativ 3 vil løbende reducere CO₂-udledningen, og reduktionen vil i 2030 være på 220.000 tons CO₂/år. - Initiativet har kun begrænset effekt på de direkte udledninger. - Initiativet fokuserer på, hvordan byggeri optimeres, og hvordan mængden af materialer kan reduceres. - Dermed initieres besparelser i andre sektorer, primært i partnerskabet Produktionsvirksomhed og Partnerskabet Energitung Industri.	- En væsentlig del af de byggematerialer, der anvendes i Danmark, produceres i udlandet og importeres til brug i DK. - Andelen af importerede byggematerialer indgår i referencen for 2018, og man kan – alt andet lige – benytte import/eksportdata for 2018 til at opdele reduktioner mellem nationalt og globalt.
Effekt på input	- Der vil primært være tale om reduceret materialeforbrug, og dermed skabes der reduktioner i fremskaffelse af råmaterialer og brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder.	- Der vil primært være tale om reduceret materialeforbrug, og dermed skabes der reduktioner i fremskaffelse af råmaterialer og brændselsbesparelser i produktion med det produktionsmiks, der er i de individuelle produktionsvirksomheder.
Effekt på output	- Bidrager til reduktion af udvikling af råstoffer og materialer. - Bidrager til den samlede omstilling ved produktionsvirksomhedernes reduktioner af brændsler.	- Bidrager til reduktion af udvikling af råstoffer og materialer. - Bidrager til den samlede omstilling ved produktionsvirksomhedernes reduktioner af brændsler.
Øvrige effekter		

Underinitiativ	Uddybende forklaring
8 Fastsatte CO ₂ -mål for alt byggeri	Bygherrerådgiver fastsætter og indarbejder CO₂-mål for nybyggeri, der skal omfatte alle i værdikæden. Målet skal sættes for 2025- og 2030-byggeri og skal revideres løbende. CO₂-målet skal dokumenteres i et endeligt klimaregnskab. Rådgiver forpligter sig til altid at præsentere CO₂/m² for byggeriet og udvikle et klimaregnskab for byggeriet. Udførende leverer input til klimaregnskabet og lever op til målene.
9.a Projektere cirkulært byggeri	Hvor det er muligt, anvendes genbrugsmaterialer og materialer med genanvendt indhold, og der designes for adskillelse og fleksibilitet. Parallelt hermed skal materialepas anvendes til at udvælge og dokumentere produkter, der understøtter genbrug, genanvendelse og design for adskillelse. Materialepas samles i et digitalt bygningspas. LCA-Byg anvendes løbende som beslutningsgrundlag. Effekten dokumenteres løbende ved brug af LCA Byg og opdateres fasemæssigt i et projektspecifikt klimaregnskab.
9.b Projektering med fokus på ressourcekrævende bygningsdele	For de 5 mest ressourcekrævende bygningsdele i det specifikke byggeri skal miljøpåvirkninger på mindst to alternativer beregnes, og der skal redegøres for valget. Alternativt udføres hotspotanalyser mindst 2 gange før udførelsesprojektet. Byggeri skal vurderes i en helhed, og derfor skal miljøpåvirkningerne vurderes for bygningens samlede levetid, ligesom øvrige parametre for bæredygtigt byggeri, bl.a. indeklima, skal indgå. Dokumentationen skal være tilgængelig for bygherrer og kan gøres frit tilgængeligt for at øge transparens og danne et nyt/bedre datagrundlag for forskning og udvikling i branchen.
9.c Reduktion af spild	Rådgivere og entreprenører skal identificere mængden af spild på byggepladsen, og det skal indgå i den samlede LCA-beregning (A4) og i klimaregnskabet, hvorved bygherrer informeres. Tiltaget koordineres med leverandørers retursystemer, så overskudsvarer kan tages tilbage og sælges igen, og så post-consumer-affald kan indgå i ny produktion og kredsløb.
10 Anvend LCC Byg, og udnyt de eksisterende rammer for totaløkonomi	De eksisterende rammer for totaløkonomi skal udnyttes og om nødvendigt opdateres, så byggeriet altid vurderes ud fra et livscyklusperspektiv. LCC Byg skal udvikles til og anvendes som standardiseret værktøj i forbindelse med projektering.
Virkemidler: • Branchekrav til klimaregnskab. • Veludviklede værktøjer i form af LCA-BYG, bygnings- og materialepas. • Anvendelse af mulighederne i udbudsregler. • Nye samarbejdsformer i forhold til vedligehold og drift.	

Initiativ 4: Udvikling af datagrundlag for livscyklusanalyser (LCA) i byggeriet

FORMÅL: Katalysator for de øvrige initiativer. Initiativet vil gøre relevant materialeinformation tilgængelig for alle, så valg af byggevarer og løsninger lettes og bliver retvisende. Dette bidrager over tid til reduktion af materialers indlejrede CO₂ og skaber grundlag for cirkularitet.

Underinitiativ	Uddybende forklaring
11.a Materialeproducenter skal udvikle produkt-specifikke EPD'er	Producenter gør EPD'er tilgængelige i relevante databaser, som f.eks. ECO-Platform regi, der bl.a. sikrer, at EPD'en er udviklet efter EN15804, og at data er tredjepartsverificeret af et godkendt organ. Produktspecifikke EPD'er bruges til valg og fravalg af byggematerialer og bliver krav i bygningsreglementer. Derfor skal de følge samme strukturer som andre dokumentationer i henhold til det indre marked i EU. Leverandører skal stille krav up-stream i leverandørkæden til EPD'er af delkomponenter. MÅL: Inden 2023 skal der: I) afsættes midler til at udvikle generiske EPD'er for de væsentligste byggematerialer med henblik på at kunne screene byggeprojekter i en tidlig projekteringsfase. II) udvikles branchespecifikke EPD'er for de væsentligste byggekomponenter i byggeriet. III) af byggematerialeproducenter udvikles produktspecifikke EPD'er eller projekt EPD'er.
11.b Udvikle materialepas	Producenter stiller materialepas til rådighed med information om indhold og cirkularitet, der muliggør genbrug, genanvendelse og design for adskillelse. Det skal danne basis for bygningsdokumentation og understøtter branchens muligheder for at træffe informerede materialevalg, herunder hjælpe producenter med at opnå større indsigt i deres produkters påvirkning og potentialer. Materialepas skal udvikles på baggrund af internationale standarder og metoder.
11.c Udvikle digitalt bygningspas	Branchen skal styrkes i forhold til at sikre digital dokumentation af byggeriet, herunder give mulighed for at identificere materialer i forbindelse med renovering og nedrivning. Et bygningspas består af en række materialepas. Bygningspas skal udvikles i overensstemmelse med europæiske regler og relevante standarder.

11.d EPD'er skal udvise informationer på systemniveau	EPD'er for byggevarer på systemniveau skal indeholde informationer om sekundære materialer, hvis disse er en forudsætning for den angivne ydeevne, som ligger til grund for EPD'en. EPD'en skal indeholde en beskrivelse af det system, som byggevaren indgår i, hvis levetiden angives i EPD'en.
12 Udvikle struktur og standard for genanvendelse og materialestrømme for brugte materialer	Byggeaffald skal betragtes som en ressource og behandles som sådan, dvs. det skal opbevares tørt og selektivt, der hvor det er nødvendigt. Der skal øget fokus på genanvendelse af materialer, herunder genbrugs- og materialestrømme, der medvirker til, at branchen allerede i dag kan genanvende flere materialer i produktion. Evaluer det kommunale set-up for genbrug og genanvendelse af materialer. Etabler returordninger og plan for anvendelse af sekundære ressourcer som incitament for produktudvikling, der muliggør genbrug, genanvendelse og design for adskillelse. Det er udgangspunktet for større anvendelse af sekundære råstoffer.
13.a Producenter sætter mål for ressourceforbrug	Producenter skal løbende kortlægge mulige ressourcebesparelser og reduktionsmål frem mod 2030, herunder optimerede og ændrede produktionsprocesser baseret på VE, logistik og leverancer. Hvor relevant og muligt skal potentialet offentliggøres på brancheniveau ligesom "Bæredygtigt Beton"-initiativet.
13.b Udvikle Produkt Service System	Udvikling af et Produkt Service System (PSS) på områder, hvor materialeproducenter kan tage vedligeholdelsesansvar ved at overføre et produkt fra "bygherreservice" til PSS. Det vil reducere materialer og produkters miljøpåvirkning i et livscyklusperspektiv. Anvendelse af LCA-beregning kan identificere, hvor anvendelse af PSS er relevant. Leverandører overtager ansvar for produkternes ydelser, og der skabes dermed incitament for bedre vedligeholdelse (life-time-extension) og udvikling af fungerende retursystemer (reverse-supply chains).

14.a LCA Byg skal videreudvikles og blive standardværktøj	LCA-Byg skal udvikles til et standardiseret værktøj på niveau med BE15 og skal forberedes til at blive en del af lovgrundlaget for byggeriet. Det skal derfor udvikles i forhold til de europæiske krav, der stilles i Byggevareforordningen (CPR) og andre direktiver. LCA-BYG er primært udviklet ved fondsmidler og begrænset heraf. Inden 2023 skal LCA Byg tilføres udviklingsmidler, og der skal udvikles en metode, hvor der kan skelnes mellem de 3 niveauer af EPD'er, så produktspecifikke EPD'er har større værdi i en LCA-beregning end branchespecifikke EPD'er, ligesom branchespecifikke EPD'er skal have større værdi i en LCA-beregning end generiske EPD'er har. Spild fra byggeplads skal kunne indgå i LCA-BYG.
14.b Opdater levetider	Eksisterende levetidstabeller bygger på gamle data. I processen med at udvikle værktøjerne skal materials levetider og levetidstabeller opdateres. Der er ligeledes ønske om, at krav til CO₂ sættes på årsniveau, hvilket forudsætter, at der anvendes helt rigtige levetider.
15 Styrk det internationale standardiseringsarbejde på området	Der er behov for at de europæiske standarder, og EuroCodes opdateres med særligt fokus på at få optimeret dem til at indarbejde cirkularitet, og at de ikke sætter unødige barrierer og krav, der øger det indlejrede CO₂ i materialer og bygninger. De danske interesser i standardiseringsarbejdet skal styrkes. Det økonomiske set-up for deltagelse i standardiseringsarbejdet skal vurderes; det er dyrt for virksomheder at deltage.

Virkemidler:

- Frivillig bæredygtighedsklasse i Bygningsreglementet.
- Branchen anvender øget dokumentation ved brug af LCA-beregning, EPD'er, materialepas og bygningspas.
- Efterspørgsel på bæredygtige løsninger og systemer, herunder genanvendte materialer til anvendelse i nye materialer.

Initiativ 5: Udvikling af bæredygtighedsklassen og revision af teknisk fælleseje

FORMÅL: Katalysator for de øvrige initiativer. Initiativet vil opdatere og udvikle en fælles og transparent platform for omstilling i byggeriet.

Tiltag	Uddybende forklaring
16 Deltag i udviklingen af Bæredygtighedsklassen	Byggebranchen skal deltage aktivt i udviklingen af Bæredygtighedsklassen og derigennem medvirke til at sikre, at der sættes ambitiøse, transparente krav til indlejret CO₂ i byggeriets samlede levetid. Bæredygtighedsklassen skal sætte mål for maksimal CO₂ i det samlede byggeris levetid med delmål i 2025 og 2030. Delmålene skal indarbejdes i Bygningsreglementet i 2023 som pejlemærker for byggeriet, ligesom lavenergiklasser var det i 2010, 2015 og 2020. Bæredygtighedsklassen skal desuden sætte en række andre mål for bæredygtigt byggeri, herunder arkitektur, kvalitet, levetid, indeklima og sundhed.
17.a Dokumentationskrav for miljøpåvirkning og ressourceforbrug	Krav til dokumentation af det samlede byggeri skal indgå som del af den frivillige bæredygtighedsklasse med dokumentationskrav i Bygningsreglementet fra 2023. Dokumentation kan være identisk med klimaregnskab.
17.b Sporbarhed for bygningspas og LCA medtages i offentlige databaser	Relevant data til udvikling af bæredygtigt byggeri skal stilles til rådighed i databaser, f.eks. BBR, energimærkning eller anden fælles database, der gør data tilgængelige for byggebranchen. Dokumentationen skal indbefatte det digitale bygningspas som beskrevet som et selvstændigt initiativ. Ensartet format for digitalt bygningspas skal være udviklet, så sammenligning og dermed dataindsamling muliggøres.
18 Udvikling af referencebygninger	Indførelse af mål- og grænseværdier for bygningernes ressourceforbrug (nybyggeri og renovering) igennem referencebygninger. Referencebygninger tilpasses hvert andet år frem til 2029 med målet om at reducere CO₂-udslippet fra bygningen i den samlede levetid, herunder produktionsfasen (A1-3) svarende til de nødvendige rammer for at overholde 2030-målet. Referencebygning/grænseværdier fastlægges baseret på SBI's (BUILDs) forskningsarbejde (2021 – 2023 – 2025 – 2027 – 2029). Bygningsklasse 2030 defineres og offentliggøres senest 2023, så branchen har tilstrækkelig tid til at udvikle og lære at bygge til 2030-målet.

19 Udvikl substitutionsdatabase	Der oprettes en database, hvor substitutmaterialer med lavere miljøpåvirkninger kan slås op. Inspiration findes i lign. database for f.eks. flybranchen og medicinalbranchen (Granta). Databasen skal være udviklet inden 2023 og stilles til rådighed for rådgivere. Senere skal den være helt offentlig. Databasen skal sammenligne produkter på ensartede vilkår, og risikoen for, at substitutionsdatabasen leder til valg af løsninger, der ikke har tilstrækkelig holdbarhed, skal undgås. Derfor skal der løbende skabes en "byggeskade"-granskning.
20.a Opdater eksempelsamlinger og regnemodeller	Eksempelsamlinger og regnemodeller skal granskes, barrierer for nye innovative og bæredygtige løsninger skal fjernes. Det skal være nemmere at bringe nye løsninger i spil, og der skal indføres et princip om, at hvis en løsning er godkendt ét sted, kan den i princippet anvendes alle steder. Der er muligvis afvigelser herfra, men princippet skal indføres.
20.b Ændre beregningsregler for byggeri, bl.a. sikkerhedskoefficienter og arealberegning	Beregningsregler for byggeri granskes med henblik på, om sikkerhedskoefficienter, arealberegning, adgangsforhold og andre tilsvarende typer krav øger materialeanvendelsen unødigt. Der skal ske en screening af normer, standarder og lovkrav, så lovkrav ikke skaber barrierer for anvendelse af specifikke materialer, sætter unødige krav om at anvende større mængder materialer på områder, hvor det ikke er nødvendigt, eller begrænser anvendelsen af nye innovative løsninger. Granskningen indbefatter eurocodes. Der skal ligeledes ske en granskning i forhold til andre krav i Bygningsreglementet, som kan være barriere for at bygge med et lavere CO₂-indhold i materialer, herunder krav til fundamenter, krav til adgangsforhold, brandkrav i forhold til etagebyggeri med træ m.v.
20.c Opdater vejledninger og anvisninger løbende	Vejledninger og anvisninger skal generelt opdateres løbende. Der skal åbnes op for, at nye løsninger, materialer, produkter og systemer hurtigst muligt dokumenteres i vejledninger og anvisninger, så disse teknologier ikke møder barrierer i form af manglende anvisninger.
Virkemidler: • Branchen efterspørger og anvender fælles dokumentation i projektering. • Anvendelse af klimaregnskab. • Krav om øget erfaringsdeling og transparens i byggeriet.	

Lovgivningsinitiativ: 1. Revision af lovgivningsgrundlag for byggeriet

FORMÅL: At fjerne barrierer, der forhindrer optimering af byggeri ud fra en CO₂-betragtning, og at skabe incitament til, at bygherrer stiller krav til indlejret CO₂ i byggeriet, til et klimaregnskab og til, at rådgivere optimerer byggeriet ved brug af LCA.

Tiltag	Uddybende forklaring
1. Indfør bæredygtigheds klasse med et samlet CO ₂ mål for alle faser i LCA	Ved etablering af et samlet CO₂-mål for byggeriet vil det være muligt for kommuner og andre at stille krav til bygherrer om at eftervise byggeriets CO₂-aftryk, ligesom der kan opsættes minimumsmål, som alle byggeriets parter skal imødekomme. Derudover vil det være muligt for finansielle institutioner at stille krav til et niveau for CO₂, ligesom det vil være muligt at give økonomisk støtte til projekter, f.eks. via landsbyggefonde. Bæredygtighedsklassen skal være pejlemærke for fremtidens byggeri for projekter. Det anbefales, at niveauet i bæredygtighedsklassen fra 2021 sættes til den nedre fraktil for de 60 byggerier i SBi-analysen, hvilket er 9,5 kg/CO₂/m². Dette niveau skærpes trinvist i 2023, 2025 og 2030 til omkring 3-4,5 kg CO₂/m²/år i 2030.
2.a Udvikl CO ₂ -krav som supplement til energikrav i BR	Ved at etablere CO₂-krav til byggeriet vil det være muligt at styre udviklingen frem mod et CO₂-neutralt byggeri. Det anbefales, at Bygningsreglementets krav for 2021 sættes til 12 kg CO₂/m²/år, hvilket svarer til et niveau i den øvre ende af SBi-analysen. Dette niveau er et indfasningsniveau for krav på området, og det skal skærpes trinvist i 2023, 2025 og 2030 til ca. 6 kg CO₂/m²/år i 2030.
2.b Nedsæt arbejdsgruppe til at evaluere krav og metoder	Der bør allerede nedsættes en arbejdsgruppe/komité forankret hos boligministeren og med bred repræsentation fra byggeriet og med flere LCA eksperter. Kommissoriet for arbejdsgruppen skal være at arbejde videre med at nuancere rammesætningen for, hvorledes man dokumenterer CO₂ kravet overholdt. Arbejdsgruppen skal se på data og løbende kvalificere lovkrav og benchmark
3. Klimaregnskab indføres i udbudsloven	CO ₂ -mål og LCA-input indgår i et klimaregnskab for alle byggerier.
4.a Sæt krav til anvendelse af LCA som dokumentationsgrundlag	For at kunne dokumentere CO ₂ -indholdet i materialer og CO ₂ -udledningen fra byggeriet skal dokumentationsgrundlaget, der fremsendes til kommunen, indeholde en LCA-beregning. Kommunen skal stille detaljeret data til rådighed for energimiks i det specifikke område, hvor bygningen opføres.

4.b Udvikl "hjælpekontor" til SMV	Det er endnu ikke alle rådgivere, entreprenører og materialeproducenter der har den nødvendige kompetence til at anvende LCA-byg, udvikle miljøvaredeklARATIONER (EPD'er), mv.. Derfor skal der hurtigst muligt etableres et 'hjælpekontor' for SMV'er, så vi får alle med i den kommende omstilling.
5. Identificer tekniske barrierer for anvendelse af træ, herunder brandkrav	De danske brandkrav til byggeriet ses som en barriere for udbredelsen af træ i byggeriet, primært på grund af øget dokumentation for anvendelse af træ, men også i forhold til de generelle krav, herunder brandklasser, antal etager, bærende konstruktioner m.v. Der er behov for en screening og opdatering af BR18, så disse barrierer fjernes.
6. Udvikl modelkrav og referencebygning for CO ₂	Der udvikles referencebyggeri for 2-3 bygningstyper, hvor referencebygningen giver eksempler på CO₂-indholdet i bygningens samlede levetid, herunder produktionsfasen A1-A3. Referencebygningerne og grænseværdierne fastlægges på baggrund af SBI's forskningsarbejde (BUILD) og opdateres løbende frem mod 2030.
7. Understøt udviklingen af eksperimentelt byggeri	Indførelse af bygningsreglement for forsøgsbyggeri med målet om at indsamle kvalificeret data og teste nye innovative og bæredygtige systemer/materialer/ komponenter/tiltag, som p.t. er i strid med Bygningsreglementet, men som kan medvirke til yderlige reduktioner af ressourceforbrug og miljøpåvirkninger (2022). Revider planlovgivning, og øg muligheden for dispensation til nyt, bæredygtigt og innovativt byggeri i lokalplaner.
8. Opdater primær-energifaktorer løbende	I forhold til beregning af indlejret CO₂ i byggeriet, drift af bygninger m.v. skal de danske primære energifaktorer løbende opdateres.

Lovgivningsinitiativ: 2. Udvikling af økonomiske incitament

FORMÅL: At skabe økonomiske incitament til at bygge med fokus på reduktion af CO₂.

Tiltag	Uddybende forklaring
9.a Identificer, hvordan der kan skabes incitament til reduktion af indlejret CO ₂ i byggeriet	Identificer økonomiske virkemidler for reduktion af CO ₂ i byggeriet. Virkemidler må ikke stille danskproducerede byggematerialer, byggekomponenter eller byggeteknologier ringere end udenlandsk producerede. Det skal gøres attraktivt at bygge efter totaløkonomi, og der skal arbejdes med dynamiske budgetter.
9.b Fonde stiller krav til CO ₂ -niveau i forbindelse med støtte til byggeri	Bygningens samlede CO ₂ -aftryk skal indgå i vurderinger i forhold til støtte.
9.c Hæv rammebeløbet for støttet byggeri med lavt CO ₂ -aftryk i byggeriets levetid	Rammebeløbet for støttet byggeri skal bruges til at fremme udviklingen af bæredygtigt byggeri. Der skal bl.a. arbejdes med et øget rammebeløb for bæredygtige løsninger, et maksimalt CO ₂ -aftryk pr. arealenhed over byggeriets samlede levetid og anvendes LCC og totaløkonomi til at vælge de bedste løsninger. Rammebeløbet skal desuden bygge på nettoareal, og der skal indarbejdes en fleksibilitet i arealgrænser for rammebeløb.
10 Kommuner og offentlige bygherrer skal støtte udviklingen	Kommuner skal stille grunde til rådighed for eksperimentelt byggeri. Den offentlig støtte til alment byggeri skal revideres, og der skal være mere dynamik i vurderingsmetoderne, så arealkrav ikke nødvendigvis altid udgør rammen for støtte. Kommuner, regioner og stat skal som bygherrer stille krav til eget byggeri og til indkøb af byggematerialer.

D: CO₂-reduktion på byggepladsen

Initiativer

CO₂-synderne på byggepladsen?

Store dieseldrevne maskiner, store mængder byggeaffald, nye materialer, som er beskadiget eller fejlbestilte og dieselgeneratorer til at trække varmekanoner, der kører i døgndrift for at udtørre byggeriet og give håndværkerne acceptable temperaturer at arbejde i. Det er nogle af de CO₂-syndere, som præger nutidens byggepladser. Det er samtidig noget, vi med teknologi, planlægning og et langt sejt træk mod andre vaner og samarbejdsrelationer kan ændre. En kombination af mange indsatser vil kunne fjerne langt hovedparten af disse CO₂-syndere inden 2030.

Enablers er forudsætningen for initiativerne

Vi har i arbejdet beskrevet to emner, nr. 1 og nr. 4, som vi kalder enablers for de de øvrige 4. Disse to emner har ikke i sig selv en CO₂-effekt, men vil være forudsætninger for, at de øvrige tiltag kan få fuld effekt.

Elforsyning til byggepladsen

Den første enabler er, at der etableres *elforsyning og fjernvarme på byggepladsen (i fjernvarmeområder)* – og at dette sker inden byggeriets opstart. Denne enabler vil gøre det muligt at konvertere alle typer maskiner *til el* eller andre CO₂-neutrale drivmidler. Også *udtørring og opvarmning* i forbindelse med byggepladsen vil skulle fungere på el/varmepumpeteknologi eller fjernvarme, såfremt dette er etableret ved byggestart.

CO₂-regnskab for byggepladsen

Ud fra filosofien – du får, hvad du måler, så ligger den anden enabler *CO₂-regnskab for byggepladsen* lige for.

Fokus på CO₂-forbruget og de potentielle besparelser er forudsætningen for, at de mulige besparelser udnyttes. De to væsentligste initiativer knyttet til denne enabler er, at selve byggeprocessen og det arbejde, der skal ske på *byggepladsen*, *planlægges mere nøje* for at reducere fejlbestillinger og for at indrette byggepladsen, så materialerne er tilgængelige på rette tid og sted. Det andet initiativ består dels af et generelt fokus på *materialer inklusiv en cirkulær tankegang om genanvendelse* af de ofte store mængder affald, der kommer i forbindelse med renovering og nedrivning, dels af et *generelt fokus på at minimere spild og affald*.

Forslag 1: Elforsyning på byggepladsen (enabler)

Formål og problem, som initiativet skal løse

Initiativets formål er at konvertere energiforbrug fra fossile brændsler på byggepladsen til mere CO₂-neutralt energiforbrug – i form af el og fjernvarme (i fjernvarmeforsynede områder). Initiativet er en forudsætning for gennemførelse af bl.a. initiativerne fossilfri maskinpark på byggepladsen og CO₂-fri udtørring/opvarmning på byggepladsen.

Der findes en række forskellige estimater for energiforbruget på byggepladsen, men i runde tal svarer byggepladsens gennemsnitlige forbrug af energi til 0,5-1,5 % af entreprisesummen. Fordelingen af energiforbrug fordeler sig som følger: Opvarmning af skurbyen 9 %, proces-el og belysning 11 % og opvarmning og udtørring af bygningen 80 % ("Energisparepotentialer i byggeprocessen" (2013) Energistyrelsen).

Initiativets formål er at øge andelen af "grøn" el på byggepladsen, så fossilt brændstof som olie og diesel til brug af generatorer, kalorifere, hjælpemaskiner og på sigt entreprenørmaskiner reduceres eller udfases.

Beskrivelse af det konkrete tiltag

Ved at etablere elforsyning, inden byggeprocessen påbegyndes, vel at mærke med det rette effektbehov, kan der anvendes "grøn" el-energi på byggepladsen til belysning, maskin- og anlægsdrift, hjælpeværktøj/maskiner, grundvandspumper, kalorifere/varmeblæsere etc.

For at initiativet skal lykkes, skal der være etableret elforsyning på byggepladsen inden byggeopstart. Tilsvarende vil fjernvarme skulle etableres i de områder/byggerier, hvor det alligevel vil skulle tilsluttes. Dette kræver, at bygherren i god tid planlægger og fastlægger det nødvendige effektbehov for byggeriet og forhåndsrekvirerer elforsyningen til byggepladsen hos elforsyningsselskabet i god tid før byggearbejdets påbegyndelse.

I forbindelse med selve arbejdet på byggepladsen vil en øget planlægning af effektbehovet og forsyningsfremføringen i projekteringsfasen og etablering af de faste og flytbare elinstallationer på byggepladsen være nødvendig, så tilgængeligheden for el til skurby, lagerfaciliteter og maskinpark optimeres og er tilgængelig uden gener.

Case: Et typisk elforsyningsbehov ved nybyggeri

Normalt vil det være nok med 1 stikledning (10 kV transformerstation) til hele pladsen, men på større byggepladser kan det være hensigtsmæssigt med flere stikledninger. Hvis der ikke er etableret fast forsyning til matriklen, etableres der midlertidig 10 kV transformerstation (typisk i containerløsning).

Barrierer

- Kræver ændret/optimeret planlægning – rettidig omhu ift. til involvering af forsyningsselskaber (jf. også Bedre planlægning og proces på byggepladsen).
- Forsyningsselskabernes hastighed ift. etablering af elforsyning er en barriere i flere tilfælde.
- Elnettets kapacitet og tilgængelighed på byggepladsen.
- I takt med kravet til indførsel af elektriske køretøjer og maskiner vil behovet for øget effekt på byggepladsen være stigende.

- Initiativet vil umiddelbart primært være rettet mod byggepladser for byggeri, hvor der, efter byggeriet er afsluttet, vil være elforsyning.

Økonomiske og lovgivningsmæssige betragtninger

Det vurderes ikke, at bygherre vil få øgede omkostninger til el-energi, da det vil kompensere for dyrere fossile løsninger i dag.

Der er behov for incitamenter for, at parterne bliver opmærksomme og faktisk konverterer. Dette kan evt. ske via en planlægningsforpligtelse i BR, så byggepladsen ikke kan gå i gang, før elforsyningen er etableret (jf. Bedre planlægning og proces på byggepladsen).

Det vil også være nødvendigt, at forsyningsselskaberne forpligtes til at etablere elforsyning (og fjernvarme) på pladsen inden for en given (kort) tid som f.eks. 6-8 uger.

Ligeledes kan der stilles krav til, at bygherren udarbejder en plan for energiforbruget på pladsen. Der kan med fordel indføres krav til bygherres stillingtagen til energiledelsen på byggeriet, så der laves en klar aftale og afdækning af nødvendige klimarettede nytteeffekter og besparelser ved el kontra anvendelse af fossilt brændstof over for entreprenørerne. Dette skal fremgå allerede af udbudsmaterialet, hvor det samlede mål skal opgøres.

Tidsaspekter

De nævnte initiativer vurderes at kunne slå igennem inden 2021, forudsat at forsyningsselskaberne accepterer, at der for nyopstartende byggepladser er behov for, at dette indtænkes i planlægning.

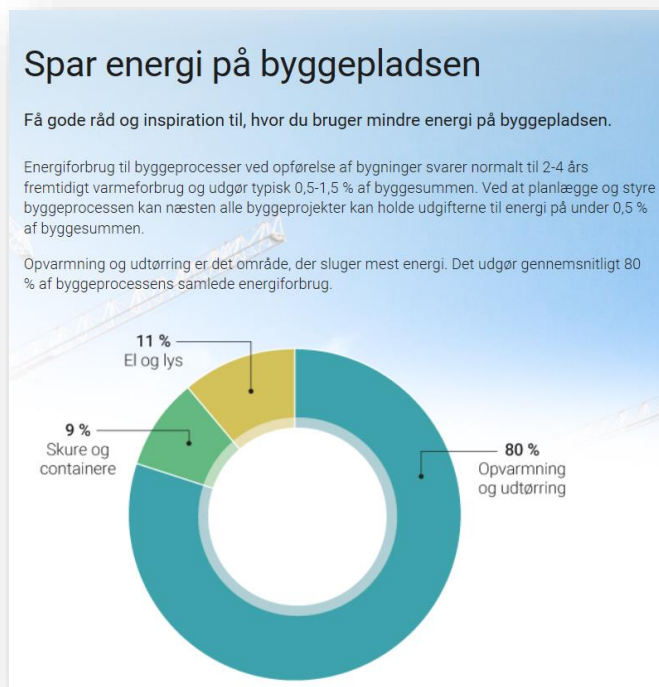
I forbindelse med renoveringer vil der typisk allerede være etableret elforsyning, hvorfor initiativet hurtigt vil kunne indføres her.

Initiativets effekt på udledning

Initiativet vurderes ikke at have en selvstændig effekt på CO₂-udledningen. Initiativet er derimod en forudsætning for en række øvrige initiativer. Hvis initiativet ikke gennemføres, vil initiativerne vedr. udtørring og maskiner ikke kunne gennemføres med den vurderede effekt.

Forslag 2: CO2-fri udtørring og opvarmning på byggepladsen

Kort beskrivelse af initiativet



Der anvendes i dag meget energi (80 %, jf. Illustration ovenfor) i byggeopførelsesperioden til opvarmning og udtørring inden for følgende områder:

- Råhus: Udtørring af byggematerialer og elementer (primært beton og spartling/maling)
- Byggeplads/råhus: Opvarmning (evt. køling) for at sikre rette arbejdstemperaturer for håndværkere
- Velfærd, lager og produktionsfaciliteter: Opvarmning af skurby, containere og telte til produktionsbrug (off site).

Der findes analytisk evidens for, at man ved hjælp af forskellige initiativer kan nedbringe behovet for varmetilførsel i byggeprocesperioden, og et rationalt på mere end en halvering (57 %) af energiforbruget er muligt (skurby ca. 8 %, belysning ca. 7 %, vinterforanstaltninger ca. 38 %, andre forhold (valg af beton) op til 20 %. Nogle initiativer er overlappende).

Kilde: Projektrapport: Energisparepotentiale i byggeprocessen, maj 2013. Udarbejdet af Teknologisk Institut, MT Højgaard & Statens Byggeforskningsinstitut v. Aalborg Universitet.

Beskrivelse af det konkrete tiltag

Der er forskellige forhold, der påvirker nettobehovet for opvarmning og udtørring af byggeriet. Disse kan inddeles i følgende områder:

Økonomi og energiformer

Case:

Der er en markant økonomisk besparelse (>25-50 %) ved at gå fra fossil og el-opvarmning og over til fjernvarmeopvarmning (evt. naturgas). Fjernvarmeudgiften ved 8 kW opvarmning/udtørring vil typisk koste 140 kr./dag, mens diesel vil koste 188 kr./dag, og el vil koste 313 kr./dag.

Kilde: Intern analyse foretaget af NCC; Energiforbrug på byggepladser, Jens Thamdrup, Sektionschef NCC.

Forudsætning: Der tages udgangspunkt i, at el er CO₂-neutralt ved dansk elproduktion, mens fjernvarme også i forudsætningen er CO₂-neutral. Dette på trods af, at der jf. Dansk Fjernvarme kun produceres 61 % af fjernvarmen som grøn energi i 2020.

Set ud fra et miljømæssigt og økonomisk synspunkt skal fjernvarmeanvendelse til opvarmning og udtørring fremmes mest muligt. Alternativt skal el anvendes som varmekilde gennem varmepumper, varmekanoner/kaloriferer eller elkedler. Der må forventes en dyrere etableringsomkostning ved fremføring af varmerør på byggepladsen kontra elkabling. Etablering vil dog skulle indgå i den fortsatte forsyning af bygningen, hvorfor etableringen ikke er forgæves.

Fjernvarmetilslutning er mulig i alle større byområder i DK (2/3 del af landet), mens der i geografiske yderområder kan anvendes el-baserede løsninger. Vurdering af anvendelse af naturgasnettet skal ansues ud fra CO₂-påvirkningen fra naturgas og den samfundsøkonomiske cost/benefit.

Det er bygherrens ansvar at planlægge og søge myndighedsgodkendelse til byggeriet. Herunder rettidigt at bestille fjernvarmestikledninger (i fjernvarmepligtige tilslutningsområder) med nødvendig kW-effekt til byggepladsen/matriklen, der skal leveres af varmeforsyningsselskabet i området. Ud fra erfaringer med normale byggerier opnås denne tilslutning ikke rettidigt i byggeriet, men tilstøder i løbet af byggeperioden. Ofte etableres der først tilslutning halvvejs inde i byggeriet. I praksis ser man derfor ofte mindst en vintersæson uden mulighed for at koble fjernvarme på byggeriet. I disse perioder anvendes ofte fossile brændstoffer som olie og diesel til opvarmning samt el-kaloriferer. Jf. Initiativ om Etablering af Elforsyning på byggepladsen, som en forudsætning for dette initiativ.

Ved en bedre og rettidig planlægning af varmetilslutningen vil der være en CO₂-reduktionsbesparelse svarende til 1/3 af det samlede forbrug = **18.000 tons CO₂** (reduktion af det samlede varmeforbrug med 1/3 i byggebranchen).

Ift. opvarmning af skurby og velfærdsfaciliteter kan der ved anvendelse af varmepumper opnås en bedre virkningsgrad og energipris end ved elradiatorer. Beregninger viser, at der pr. skurvogn kan opnås et rationale på 5.800 kWh/år, og der netto er en besparelse på 1/3 af elomkostningen (forudsat en elpris på 1,3 kr./kWh). På en mellemstor byggeplads med 10 skurvogne vil det give en årlig reduktion på 58.000 kWh, svarende til **11.600 kg CO₂** (ved 0,2 kg CO₂-udledning pr. kWh – grøn vind-el).

Hvis det antages, at der kun i dag er 20 % af byggepladser, der anvender varmepumper, så vil der være et rationale på i alt 80 % x 1.000 byggepladser x 11.600 kg CO₂ = **9.300 tons CO₂**. Estimatet

af antal byggepladser er taget ud fra et årligt skøn på ca. 4 mio. m² igangsat byggeri i det professionelle segment (privatboliger undtaget) med gennemsnitlig 4.000 m² byggeri.

Vinterbyggeri og planlægning

Analysen viser at 38 % af opvarmningen anvendes til vinterforanstaltninger (rapport MTH), og at energiforbruget i gennemsnit ligger på 105-165 kWh/m². I forhold til reduceret behov for udtørring i vintersæson vil en bedre planlægning af byggeriets faser kunne reducere udtørningsbehovet, så eksempelvis in situ-beton-støbninger foregår i sommerperioder, og elementopsætninger sker om vinteren.

Muligt rationelt kunne være 5 % reduktion – i alt **2.500-3.000 tons CO₂**.

Det er også vigtigt at påpege, at projekteringen og planlægningen i byggeriet ofte giver forskydninger og forsinkelser, der påvirker behovet for en forceret udtørningsperiode af bygningen. Der er evidens for, at forceret udtørring kræver det dobbelte varmeeffektbehov, særlig i vintersæsonen.

En estimering kunne her være, at der samlet kunne reduceres 3 måneders varmeforbrug ved undgåelse af forceret udtørningsproces i 50 % af byggerierne. Dette vil svare til 5 % reduktion (50 % af 3 mdr./36 mdr. byggeperioden) af byggeriets gennemsnitlige CO₂-påvirkning – i alt **2.500-3.000 tons CO₂**.

Initiativet vil kræve skærpelse af kravene til bygherre omkring sommer- kontra vinterbyggeri og respektive foranstaltninger i sæsonarbejderne.

Materialeanvendelse

Ved anvendelse af øget betonelementfabrikation, hvor der ikke kræves samme udtørring, vil dette have en positiv effekt på udtørringstid og effektbehov. Hertil kommer positiv påvirkning, hvis man kan ændre på cement- og klinkerindhold inden for betonstandardens regler. De funktionsbaserede materialekrav til beton ift. styrke- og eksponeringsklasse, hvor særligt forholdet mellem vand og cement er afgørende for behovet for efterfølgende udtørring. Der kan i dag anvendes betontyper, der er egnede til hurtigere udtørring, og da vandindholdet i beton ofte er mere end 1/3 af materialet, har dette stor effekt på varmeeffekten.

Et skøn på mulig CO₂-besparelse ved anden blandingstype/-anvendelse kunne være 10 % påvirkning på det samlede varmeforbrug svarende til **5.000-6.000 tons CO₂**.

Initiativet understøttes af initiativer fra Dansk Beton, herunder Spor 2: Funktionsbaserede krav (2.4) til materialekrav/normer/standarder. (Kilde: Bæredygtig Beton initiativ – Roadmap mod 2020: Halvering af CO₂-udledningen fra betonbyggeri. Dansk Beton)

Råhus/klimaskærm lukning eller overdækning

Der er væsentlige rationaler i at foretage overdækning af bygningen eller lukke klimaskærmen i sæsonperioder imod både regn-, fugt- og varmeindkapsling. Herved undgås der fugt i byggeriets materialer, der senere skal udtørres.

Lukning af råhus

I forhold til råhus-lukninger af klimaskærm er der 3 løsninger, der typisk anvendes:

- Interimsløsning: et-lagsplast på lægter

- Interimsvinduer
- Permanente vinduer

Den bedste isolering af klimaskærmen fås ved at anvende permanente vinduer ($0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$), hvilket igen sigter mod en optimal byggeplanlægningsproces. Hertil skal tillægges de positive rammer for arbejdets udførsel af håndværkere, der komfort- og lovgivningsmæssigt har problemer med arbejde under $8-10^\circ\text{C}$.

En kombination af interimsvinduer (f.eks. ved brug af Altiflex-aflukning) og fjernvarme er den næst billigste og mest klimagrønne løsning. Den vil samlet set forbedre klimaskærmen fra $5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ til $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (varmeoverføringskoefficient/varmeisoleringsevne) – altså mere end en fordobling. Sammen med fjernvarmeeffekten i de områder, hvor dette er muligt, vil der samlet set være en netto reduktion på $> 70\%$.

Der kan med fordel ses på opstramning/forbedring af Vinterbekendtgørelsen og "Håndtering af fugt i byggeriet" ift. krav om bygherres forpligtelser til at planlægge og sikre vinter-/årstidsarbejde sammen med entreprenørerne. Ligeledes bør der ses på krav til at lukke klimaskærmen så tidligt som muligt i byggeforløbet, da det har stor effekt på udtørningsperioden.

Den optimale aflukning af klimaskærmen vil kunne bidrage til $>50\%$ reduktion af varmekonsumet (jf. NNC-case: Bonava, Ørsted, hvor man med tidlig klimaskærmslukning reducerede energiforbrug med i alt 7.776 kWh , så det samlede forbrug blev 7.258 kWh).

Den samlede reduktionseffekt vil blive ca. **27.000 tons CO_2** .

Skurby

Skurby og containere udgør ca. 10% af det samlede varmekonsum.

Skurbyen bør placeres i klynger for at undgå varmetab mellem siderne. Ved at gå fra et traditionelt skur og over til et højisoleret skur med varmepumpeløsning er der en reduktion af den årlige opvarmningspris fra 12.214 kr. til 3.586 kr. Dvs. en reduktion på 70% .

Ved at minimumsisolere materialecontainere og anvende styring (varmepatron til el ($1,8 \text{ kr./kWh}$), viser analyser, at man kan gå fra 9 kW ved uisolerede forhold og uden styring ned til 2 kW ved anbefalet isolering med styring (væg 150 mm , loft 200 mm og gulv 200 mm). Dvs. en reduktion på ca. 75% .

Den samlede reduktionseffekt vil blive ca. **4.000 tons CO_2** .

Afregningsformer for energiforbruget

Som en del af kravet om CO_2 -regnskab på byggepladsen kan der med fordel indføres krav til bygherres stillingtagen til energiledelsen på byggeriet, så der laves en klar aftale og afdækning af nødvendige klimarettede nytteeffekter. Dette skal fremgå allerede af udbudsmaterialet, hvor det samlede mål skal opgøres.

Ligeledes vil indbyggede incitamenter til afregning af energi kunne fremme energibesparelsen, se i øvrigt initiativet CO_2 -regnskab på byggepladsen.

Det vurderes, at der kan nås en reduktion af klimabelastningen på 3 % af det samlede varmemeforbrug, hvis der laves entydige og forpligtende aftaler mellem bygherre og entreprenører. Dette vil medføre ca. **1.500-2.000 tons CO₂**-reduktion.

Økonomiske og lovgivningsmæssige betragtninger

Der er i de forskellige initiativer en påvirkning af afregningsprisen for henholdsvis el og varme. Ligeledes skal der indregnes investeringer til f.eks. isolering, varmepumper og interim-tilslutninger af fjernvarmeinstallationer.

Der ligger i krav og lovgivning visse forpligtelser hos bygherren til vinterbyggeri, planlægning jf. BR og egen tilgang til procesaftale med entreprenør. Dette vil kunne blive påvirket.

Tidsaspekter

De nævnte initiativer vurderes at kunne påbegyndes nu, men vil have lidt gennemslagstid.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Udgangspunkt i dag

En tommelfingerregel lyder på, at varmemeforbruget pr. m² svarer til ca. 3 års normalt forbrug i de færdige byggerier.

Ved en sammenligning af et fremtidigt varmemeforbrug pr. m² i byggeriet svarende til 3 års normalt forbrugsniveau vil et kontorbyggeri på 10.000 m² forbruge energi svarende til 3.000.000 kWh (100 kWh/m² x 10.000 m² x 3 år).

Der er i beregningsantagelsen taget udgangspunkt i et varmemeforbrug på gns.100 kWh pr. m² (afhængig af størrelse og anvendelsesforhold bruger det offentlige ca. 80 kr./m² og almen sektor ca. 100 kr./m²).

Ved en 33 % varmereduktion, svarende til 1.000.000 kWh i nævnte eksempel, vil dette svare til en CO₂-reduktion på 1.000.000 kWh x 0,129 kg CO₂ pr. kWh = **129 tons CO₂** (opgjort ved traditionel fjernvarme-produktion ved CO₂-neutrale brændsler).

Effekter ved initiativet

Samlet set blev der påbegyndt 6,5 mio. m² byggeri i 2018 i Danmark (heraf ca. 65 % erhverv og offentligt byggeri). Det relaterede varmemeforbrug til dette professionelle opførelsesområde vil være 1.267.500.000 kWh (0,65 x 6,5 mio. m² x 100 kWh x 3 år). Dette svarer til 163.508 tons CO₂. Hvis man reducerede påvirkningen med 33 % med de primære initiativer nævnt, svarer dette til en reduktion på ca. **54.500 tons CO₂**, hvilket vil være et umiddelbart niveau for rationalets omfang.

Der er ikke i beregningen taget højde for, at det nuværende varmemeforbrug ikke alene kommer fra fjernvarmemeforbrug, men måske må antages i 20-40 % tilfælde at komme fra fossile brændstoffer

(oliefyrede løsninger og dieselgeneratorer) og fra eldrevne apparater (kalorifere/varmekanoner/-blæsere, elkedler og evt. varmepumper).

Effekter ved initiativet om Udtørring og opvarmning af byggepladsen		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	58.300 tons	
Effekt på input	8.000 tons	
Effekt på output		
Øvrige effekter	6.000 tons	

Initiativ	Tons CO2
Energitype: Overvejende fjernvarme anvendelse	18000
Varmepumpe anvendelse i skurby	9300
Klimaskærm isolering	27000
Skurby og containere: isolering og styring	4000
Direkte input, potentiale:	58300
Byggeplanlægning, betonstøbning og forceret udtørring	6000
Energiledelse	2000
Indirekte input, potentiale:	8000
<i>Materiale brug; beton med mindre vandandel</i>	<i>6000</i>

Forslag 3: Fossilfri maskinpark på byggepladser

Kort beskrivelse af initiativet

Maskiner på byggepladser for byggeri kan overordnet kategoriseres i to hovedkategorier. De store maskiner som gravemaskiner, dumpere etc., og de små maskiner som fx varmekanoner etc.

Arbejdsgruppe 5 – om anlægsprocessen, har i deres arbejde beskæftiget sig med tre initiativer (jf. forslag 15), som vi i gruppe 4 tilslutter os og vil henvise til:

1. Fossil- og emissionsfrie anlægsmaskiner i 2030 - Strategisk udskiftning af maskinparken (Initiativ nr 10 fra gr. 5)
2. Alternative drivmidler, brændstof (Initiativ nr 11 fra gr. 5)
3. Effektive maskiner og maskinstyring (Initiativ nr. 17 fra gr. 5)

Udregningsteknisk fremgår det af Danmarks Statistik, at ca. 60 % af det totale forbrug går til forbruget på byggepladser (for byggeri). Disse tal er anvendt herunder.

Forslag til initiativets gennemførelse

Store maskiner

Vi foreslår, at der indføres et krav om, at alle maskiner på byggepladser over 75 kWh (=store maskiner) skal køre på fossilfri drivmidler inden 2030.

I en overgangsperiode frem mod 2030 vil biobrændstoffer være en CO₂-reducerende foranstaltning. For at dette kan implementeres, vil det kræve, at prisen sættes på samme niveau som fossilt brændstof. Dette forslag vil have umiddelbar virkning, da de fleste maskiner allerede i dag kan køre på biobrændstoffer.

De små maskiner

Arbejdsgruppen foreslår, at der indføres et krav til byggepladser: Alle maskiner under 75 kWh (=små maskiner) må kun køre på el. Vores forventning er, at kravet vil kunne gælde fra 2025.

Barrierer:

Der skal være tilstrækkelig elforsyning (og hvor dette er muligt fjernvarme) tilgængelig på byggepladser fra byggestart til opladning/drift af maskiner. Dette er beskrevet i initiativet Elforsyning på byggepladsen.

Såfremt der gives et rimeligt varsel til branchen, så man kan afskrive/afhænde/opbruge nuværende maskiner, vil dette krav ikke have de store barrierer.

Der er i dag en barriere i forhold til, at det ikke er muligt at få leveret større el- eller batteridrevne maskiner. Der er dog visse producenter, som reklamerer med det.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Effekter ved initiativet om Fossilfri maskinpark på byggepladser

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Ca 275.000 tons CO ₂ pr. År.	
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter		

Initiativets effekt udgør en andel på 60 % af en totaleffekt på 442.500 tons CO₂ for 3 delinitiativer (korrigeret for overlap) vedr. maskiner som detaljeret af CO₂-reduktion i anlægssektoren.

Forslag 4: CO₂-regnskab for byggepladsen (enabler)

Kort beskrivelse af initiativet

Et CO₂-regnskab for udførelsen/byggepladsen vil synliggøre belastningen i denne fase og dermed tilføje et ekstra parameter for valg af såvel materialer og udførelsesmetode som af reduktion af spild.

Et CO₂-regnskab vil i sig selv sætte fokus på byggepladsens CO₂-forbrug, så man på sigt ikke blot måler og styrer herudfra. Det vil også give datagrundlag, så man med tiden kan stille krav til CO₂-forbruget og dermed reducere udledningen.

Initiativet er det, vi har kaldt en 'løftestang', der ikke i sig selv har en CO₂-besparende effekt, men vil have en kraftig indvirkning på, at der kan opnås CO₂-reduktioner i øvrige tiltag, herunder initiativerne om materialer, spild og affald samt optimeret proces og planlægning for byggepladsen, der ellers vil være initiativer, som kan være svære at sikre gennemført bredt.

Valg af materialer til byggeriet sker som oftest med udgangspunkt i arkitektoniske ønsker og konstruktive behov. Udførelsesmetoden hænger i høj grad sammen med materialevalget, men hvis der er flere metoder, vælges typisk den, der giver den billigste proces på byggepladsen. Det foreslåede CO₂-regnskab kan naturligt indgå i en udregning af byggeriets samlede CO₂-belastning – altså både materialernes indlejrede CO₂-belastning fra opførelsesfasen og fra driften samt i forbindelse med nedrivning.

Initiativet forudsætter en standardiseret metode til udregning af CO₂-belastningen på byggepladsen, der gør det muligt at sammenligne forskellige projekter og dermed konkurrenceudsætte såvel materialevalg som udførelsesmetode. Metoden vil efter et stykke tid kunne skabe grundlag for at fastsætte grænseværdier, som det kendes fra kravene til energiforbrug under drift.

Ved udformning af CO₂-regnskab bør der søges en balance mellem væsentligt indhold og branchens mulighed for at skaffe data. Metoden bør tage afsæt i tidligere publicerede opdeling af byggeriets livscyklusfaser (EN 15978:2011), der gengives herunder.

Modul	A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4				D
Livscyklus-faser	Produkt			Bygge-proces		Brug							Endt levetid				Uden for system-grænse
Processer	Råmaterialer	Transport	Produktion	Transport	Overførelse/montering	Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering	Energiforbrug til drift	Vandforbrug til drift	Nedtagning/nedrivning	Transport	Affaldsbehandling	Bortskaffelse	Potentiale for genanvendelse, genvinding og genbrug
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

CO₂-regnskab for byggeprocessen dækker således livscyklusfaserne A4 og A5 og kan opdeles i CO₂-belastning ved:

- Transport af materialer og komponenter til byggepladsen
- Energiforbrug på byggepladsen

- Overskydende materialer og spildprodukter, der ikke indbygges i byggeriet.

Ad a) Ifølge tidligere udgivelser bør belastningen opgøres som den samlede transport fra produktionssted (fabrik) til det endelige brugssted (byggeplads). For større leverancer, der fremstilles specifikt til det enkelte byggeri, er det muligt for entreprenøren at redegøre for transporten, mens det for standardvarer sjældent fremgår af de tekniske data, hvor varen er fremstillet, og hvordan den transporteres.

Ad b) Både el og fjernvarme, der anvendes på byggepladsen, kan relativt enkelt opgøres ud fra afregningsdata. Diesel og gas til maskiner og andre formål kræver manuel behandling og er dermed behæftet med usikkerhed. Der kan muligvis opnås større nøjagtighed gennem teknologiske metoder med automatiske loggere og lignende.

Ad c) Alt affald, der køres bort fra byggepladsen, indgår i byggeriets samlede CO₂-belastning og skal derfor indgå i regnskabet. På større byggerier håndteres affald typisk af en professionel operatør, der fakturerer på baggrund af affaldsmængder, og der findes dermed opgørelse af affaldsmængder fordelt på affaldsfraktioner. På mindre byggerier bortkøres affald og spildprodukter typisk af de enkelte entreprenører, og opgørelse af mængder kræver manuel behandling og er dermed behæftet med usikkerhed.

Det er tidskrævende at opgøre ovenstående punkter. Særligt for mindre firmaer, der arbejder på mindre projekter, kan arbejdet være uforholdsmæssigt stort. Det vil derfor kræve enkle og operative metoder og procedurer, hvis CO₂-regnskab skal udbredes som frivillig ordning. Et vigtigt skridt mod udbredelse er at automatisere arbejdet mest muligt.

En fælles portal, hvor hver enkelt byggeprojekt tildeles selvstændigt nummer, kan anvendes til opgørelse af ovenstående punkter a) – c). Her vil forsyningsselskaber kunne rapportere energiforbrug, affalds-/genbrugsvirksomheder kan rapportere affaldsmængder, og byggemarkeder vil kunne levere data om indkøbte materialer (herunder CO₂-belastning via EPD'er). I supplement hertil må data indrapporteres manuelt, og der bør udvikles enkle metoder hertil.

Hvad angår belastningen fra transport af materialer til byggepladsen, kan større leverancer, der er fremstillet specielt til det enkelte projekt, enkelt opgøres og medtages i regnskabet. Dette drejer sig f.eks. om bærende konstruktioner i stål, beton og træ, facadeelementer, vinduer og sammensatte præfabrikerede bygningsdele som f.eks. badekabiner og installationsunits. I disse tilfælde aftales transporten fra producent til byggeplads typisk som led i indkøbet. Derimod er transportbelastningen fra standardvarer fra tømmerhandel og andre grossister usikker, idet de tekniske data sjældent oplyser, hvor varen er fremstillet, og hvordan den transporteres. Hverken transporten fra produktionssted til grossistens lager eller den sidste transport til byggepladsen (der ofte foregår i halvtomme biler). Materiale-grossisterne bør i samarbejde med producenterne udvikle en metode, der oplyser CO₂-belastningen fra transport af den enkelte byggevare og frem til anvendelsesstedet. Data bør kunne rapporteres automatisk til den fælles portal.

Tidsaspekter – herunder implementering

Standardiseret CO₂-regnskab kan implementeres gradvist, så man starter med de elementer, der forventeligt har den største CO₂-belastning. Måske kan der udvikles forskellige typer/grader af CO₂-regnskab til henholdsvis små, mellemstore og store projekter. Herved opnår man, at både branchens små og store aktører kan bidrage.

Økonomiske og lovgivningsmæssige konsekvenser

For at fremme udviklingen af CO₂-regnskaber bør der arbejdes med incitamenter – enten i form af frivillige ordninger eller i kombination med lovgivningsmæssige krav. Måske kunne bygherrer opnå særlige økonomiske fordele, hvis deres bygninger er forsynet med CO₂-regnskab.

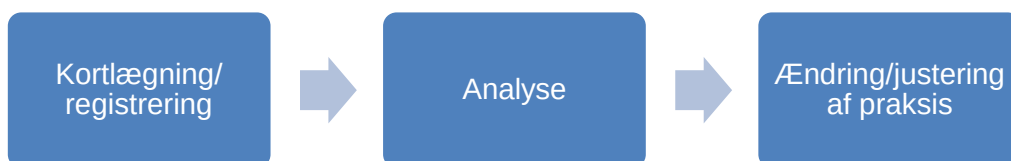
Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Initiativet er en såkaldt 'løftestang' for andre initiativer, og det er ikke muligt at regne konkrete CO₂-effekter.

Beskrivelse af effekter

Et standardiseret CO₂-regnskab reducerer ikke i sig selv udledningerne i branchen, men er første skridt i en proces for at reducere CO₂-udledningen i byggeperioden.

Ofte vil der være en sammenhæng mellem økonomisk og miljømæssig belastning, som vil give et automatisk incitament til at reducere CO₂-udledningen.



Case: NCC-eksempel på grønt regnskab for større byggeprojekter

NCC har gennem længere tid opsamlet data og udarbejdet grønt regnskab for større byggeprojekter. Det grønne regnskab indeholder flere af de dele, som et decideret CO₂-regnskab også vil indeholde. Opsamling af data har både medført øget opmærksomhed på og interesse for at nedbringe unødigt forbrug og spild.

F.eks. er der udarbejdet normtal for de forskellige parametre, så man nemmere kan identificere potentialer for forbedring på det enkelte projekt. Aktuelt har man identificeret et usædvanligt højt elforbrug på et projekt og iværksat undersøgelse heraf.

På et renoveringsprojekt er affaldsmængden løbende overvåget, og det er gennem stram planlægning lykkedes at nedbringe materialespildet med mere en 50 % i den enkelte bolig svarende til en reduktion på 37 tons CO₂. Det gav en stor besparelse i indkøbsprisen og tilmed en reduktion i prisen for affaldshåndtering.

Forslag 5: Minimer spild og affald, og øg genbrug og genanvendelse af materialer fra byggepladsen

Kort beskrivelse af initiativet

Formålet med initiativet er at reducere CO₂-emissioner ved at:

- a) reducere materialeforbruget på byggepladsen
- b) minimere spild og affald
- c) genanvende og genbruge materialer.

De konkrete tiltag vedrørende minimering af spild og affald er at planlægge og optimere leverancesystemer, sådan at:

- de rigtige materialer bestilles i de rigtige mængder
- det er muligt at bestille og få leveret skræddersyede størrelser (f.eks. af gipsplader)
- der etableres modtagekontrol og digital lagring
- materialerne opbevares, så de ikke ødelægges af vejrliget.

Hertil kommer digital sikring for at undgå tyveri og brug af droner til at overvåge lagre på større byggepladser.

De konkrete tiltag vedrørende genanvendelse og genbrug er **korrekt håndtering af det affald**, der ikke kan undgås ved de førstnævnte tiltag. Det vil sige sortering og opbevaring samt dokumentation af materialeegenskaber (herunder identifikation af miljøskadelige stoffer), sådan at genbrug og genanvendelse gøres nemmere – enten på den byggeplads, hvor affaldet genereres, eller på andre byggepladser. Når der er tale om renoverings- eller nedrivningsopgaver, er et væsentligt tiltag metoder og fælles nationale retningslinjer for selektiv nedrivning for at muliggøre korrekt sortering og dokumentation og ensartet praksis i hele landet.

For tiltag vedr. **minimering af spild** vil de økonomiske omkostninger for branchens parter primært være initielle omkostninger til at få indført nye vaner (herunder uddannelse). For tiltag vedr. genbrug og genanvendelse vil der formentligt være økonomiske omkostninger ved indførelse af nationale retningslinjer for selektiv nedrivning. På den lange bane forventes der at være økonomiske besparelser på grund af færre udgifter til indkøb af materialer.

De lovgivningsmæssige konsekvenser er primært relateret til **genbrug og genanvendelse**, hvor det er væsentligt at have styr på miljølovgivningen, når materialer overgår til affald og igen overgår til nye materialer/ressourcer, op på byggelovgivningen i forbindelse med at dokumentere egenskaberne af genbrugsmaterialerne, der skal leve op til egenskaberne for de jomfruelige materialer. Overordnet er det helt afgørende, at der ikke går på kompromis med kvalitet, dokumentation og sikkerhed, når der er tale om nye byggevarer baseret på genbrug/genanvendelse.

Konkret kan nævnes, at effektiv identifikation og udsortering af skadelige stoffer er en helt afgørende forudsætning for, at genbrugsmaterialer på forsvarlig vis kan bruges som nye byggematerialer. Det vil også være en fordel at etablere sporbarhed i materialerne, men det er et tiltag med en lang tidshorisont, hvis vi starter dette nu.

Det kræver derfor, at der er tilstrækkelig viden til rådighed, og at byggeri med genbrugs- og genanvendelsesmaterialer kan dokumenteres at have de forventede egenskaber. Videntcenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet er en væsentlig kilde til viden.

Barriererne er primært kulturelle og traditionsbundne vaner, der skal ændres. Herudover er det en barriere, at der ikke er et velfungerende marked for genbrugte og genanvendte byggematerialer.

Initiativet vil kunne få en vis gennemslagskraft ved lovgivning, affaldssorteringer mv., men gennem indførelse af krav om CO₂-regnskab vil initiativerne få en mere grundlæggende implementering og fokus i branchen.

Tidshorisonten for implementering vurderes at være inden for en 5-års periode, dvs. 2025.

Definition af genbrug er, at man anvender det samme materiale til samme formål flere gange (f.eks. et vindue, som genbruges som vindue), mens genanvendelse betyder, at man forarbejder et materiale til en anden anvendelse.

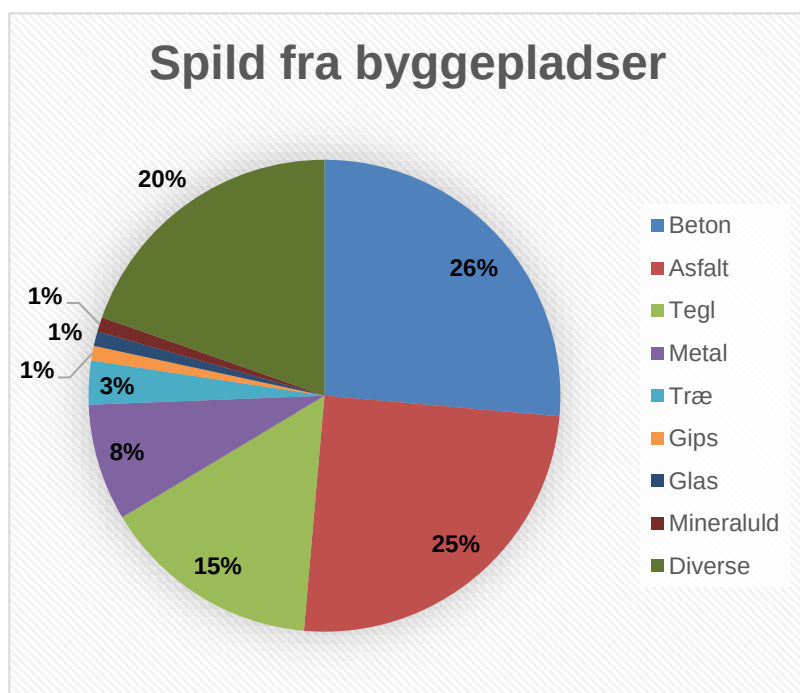
Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Minimering af affald og spild. Spild og affald vurderes at udgøre 10-15 % af materialeforbruget på byggepladser (www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/02/978-87-93529-66-3.pdf) Spildprocenten vurderes dog lavere – mellem 7 og 10 % – af Helmer Christiansen A/S og af NCC. Dette er dog 2 firmaer, som gennem flere år har haft fokus på at nedbringe spild og affald.

Viden om aktuelle mængder spildte materialer og medførende klimakonsekvenser er desværre mangelfuld. Klimakonsekvenserne ved spild kan vurderes dels ud fra affaldsstatistikken, som er metoden valgt i dette bilag, men de kan også vurderes ud fra viden om indlejret klimabelastning ved nybyggeri. Den aktuelle størrelse ligger nok et eller andet sted imellem.

Ifølge affaldsstatistikken (tabel 3.1, s. 26: www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/09/978-87-7038-109-3.pdf) er der årligt 4.479.000 tons affald fra bygge- og anlægsbranchen. Dette fordeles i 2017 med 85 % til genanvendelse, 9 % til forbrænding og 6 % til deponering.

Fordelingen af affaldsmængder på materialer er beton 26 %, tegl 15 %, asfalt 25 %, træ 3 %, metal 8 %, glas 1 %, gips 1 % og mineraluld 1 % (disse tal er afrundede, hvorfor fordelingsmængden i tons i nedenstående tabel kan variere).



Figur 5: Antagelse om procentvis fordeling af affaldsfraktioner på byggepladser.

Antaget at 96 % af affaldet stammer fra nedrivning, må de resterende 4 % (OBS – indeholder også emballage, jf. www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/02/978-87-93529-66-3.pdf) stamme fra spild på byggepladser, dvs. 179.160 ton byggematerialer til affaldshåndtering fra spild på byggepladser under opførsel af byggeri. I Danmark bygges årligt et sted mellem 6,5 og 8,5 mio. m² nybyggeri. Fordeles de 179.160 tons på rundt regnet 7 mio. m² nybyggeri (her er renoveringer ikke inkluderet), har vi ud fra disse tal 25 kg spild pr. bygget m².

Tabel 1 viser overslagsberegninger for klimabelastningen ved produktion af de største materialefraktioner, der antages at blive spildt på byggeplads.

Tabel 1. Klimabelastning ved produktion af forskellige materialer, der går til spild på byggeplads.

		Antagelse om produktion (EPD-kilde angivet)	Klimapåvirkning ved produktion (A1-A3)			
Affalds-fraktion	%		GWP / FU	FU	Omregning til ton	Kg CO ₂ e pr. ton produceret materiale
Beton	26 %	Antaget fabriksbeton ¹	247	m ³	0,42	103
Tegl	15 %	Antaget rød mursten ¹	314	ton	1,00	314

Asfalt	25 %	Asfalt ¹	70	ton	1,00	70
Træ	3 %	Antaget savtræ fra Baskerlandet, antaget at den biogene del går i 0 grundet afbrænding, så man kan spare bearbejdning ¹	13,6	m ³	1,90	26
Metal	8 %	Antaget tal for virgint stål – genanvendt stål vil have markant lavere besparelspotential for CO ₂ -udledning ¹	3.120	ton	1,00	3.120
Glas	1 %	Antaget vinduesglas, 7,5 kg/m ² enkeltlag ¹	10	m ²	133,33	1.337
Gips	1 %	Antaget 12,5 m tykkelse ¹	2,4	m ²	101,90	264
Mineraluld	1 %	Antaget facadeisoleringsbatts, 46 kg/m ³ ¹	70	m ³	21,74	1.521

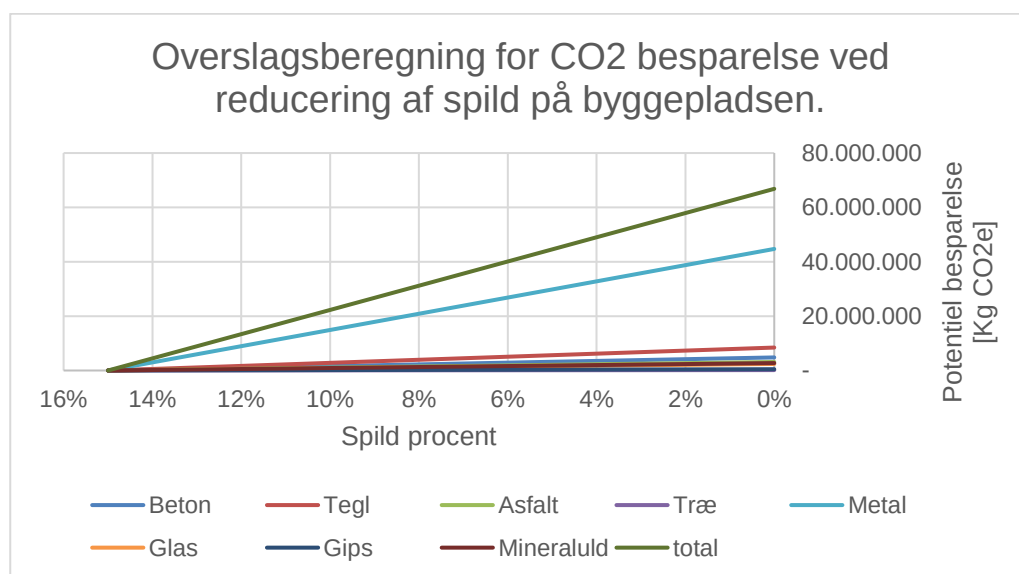
Tabel 2 viser beregningerne for den estimerede klimabelastning ved spild af materialerne baseret på baggrundstal i Tabel 1. Tabellen viser, at den beregnede CO₂-belastning ved spildte materialer, baseret på data fra affaldsstatistikken, er ~ **67 mio. kg CO₂e**. Den samlede mængde i tabel 2 udgør i alt 165.860 tons affald, hvilket udgør 92 % af den samlede estimerede mængde spild på 179.160 tons.

Tabel 2: Estimerede affaldsfraktioner, mængder og den samlede klimabelastning fra spild af materialer på byggepladser. CO₂-belastning fra produktion af materialer, der går til spild, er baseret på baggrundstal angivet i Tabel 1.

	Mængder		CO ₂ -belastning fra produktion af materiale, der går til spild [ton CO ₂ e]

Beton	46.582	[ton]	4.874
Tegl	26.874	[ton]	8.438
Asfalt	44.790	[ton]	3.135
Træ	5.375	[ton]	140
Metal	14.333	[ton]	44.718
Glas	1.792	[ton]	2.396
Gips	1.792	[ton]	473
Mineraluld	1.792	[ton]	2.725
Sum	165.860	[ton]	66.899

Antages det, at de 4 % fra affaldsstatistikken (heraf er 92 % medregnet i CO₂-tallet i Tabel 2) svarer til de 15 % spild på byggepladsen, kan man derfor opstille nedenstående besparelspotentialekurve.



Hvis vi antager, at vi nedbringer spildet og affaldet fra byggepladser fra 15 % til 2 % for produktion af de materialer, data/overslaget er baseret på, kan vi beregne en CO₂-besparelse på **~ 58 mio. kg CO₂e**.

En anden måde at tilnærme sig størrelsen på klimabelastningen ved spild af materialer er at tage udgangspunkt i den viden, der er om indlejret klimabelastning ved bygningers opførelse. Den er ud fra 60 danske bygningscases for nybyggeri forsigtigt estimeret til et gennemsnit på 200 kg CO₂e/m² ved bygningers opførelse (A1-A3), eller samlet 1.400.000 tons CO₂e ved en årlig opførelse af 7 mio. m² nybyggeri. Ved igen en forsigtig antagelse om 10 % spild af materialer kan

klimabelastningen fra spild groft estimeres til **140 mio. kg CO₂e** om året ved nybyggeri alene. Oven i dette kommer så spild ved renoveringsprojekter.

En anden usikkerhed er, at vi ikke kender størrelsen af import af byggematerialer, som skal fratrækkes tallet i forholdet til at nå 70 % målsætningen (men ikke i forhold til globalt CO₂).

Der er uden tvivl et stort potentiale for CO₂-besparelser ved at minimere spild under opførelse og renoveringer af bygninger. Størrelsen af besparelsen afhænger af indgangsvinklen og varierer kraftigt, om man vurderer den ud fra affaldsmængder eller indlejret CO₂ for ny produktion. Disse tilnærmelser skal kunne belyse både potentialet for reducere af CO₂-udledning samt behovet for mere nøjagtige data, hvis denne skal kunne beregnes mere nøjagtigt.

Et estimat for CO₂-besparelsen ved at reducere spild og affald vil være **50-150 mio. kg. CO₂e**.

Øg genbrug og genanvendelsen

Andelen af genanvendelse er allerede høj i Danmark (86 %). Potentialet ligger i at udvikle og anvende cirkulære løsninger, hvor byggeaffald genbruges eller genanvendes så "optimalt" som muligt i forhold til klimabelastning. I den forbindelse mangler dog oftest velunderbyggede data for at kunne vurdere besparelser på cirkulære løsninger, effekten af genbrug vs. genanvendelse vs. nyttiggørelse (afbrænding).

Hvis man tænker at gå ind og 'ændre' i forbrændingsandelen, skal man tilmed overveje, hvad konsekvensen vil være – f.eks. træ: Antaget at vi brænder det i dag, så giver det noget energi ved forbrænding. Tages træet i stedet 'ud' af denne cyklus og anvendes i enten genbrug eller genanvendelse, skal energien jo produceres af andre materialer. Der mangler underbyggende studier af disse konsekvensberegninger – vi skal passe på ikke at udføre 'burden shifting'.

Fra rapporten (www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/02/978-87-93529-66-3.pdf) angives det under 'tegl': "Inden for denne fraktion findes et af de få eksempler på, at det er lykkedes at genbruge gamle byggematerialer – nemlig genbrug af gamle mursten. Det er her lykkedes at opbygge et reelt marked for gamle mursten, og potentialet anslås til 30 mio. sten om året svarende til ca. 10 % af den samlede årlige produktion af mursten. Der peges dog på en række barrierer for at nå det samlede potentiale, herunder usikkerhed om de tekniske kvaliteter, for små partier, manglende samarbejde mellem nedrivere og aftagere. Endvidere er der tale om et nichemarked med særlige aktører, som ikke har stor interesse i byggesektoren. Det er langt vanskeligere at markedsføre genbrugte sten som lagervare til faste priser, end det er at markedsføre nye sten fra teglværkerne."

Regneeksempel på genbrug af mursten

Regner vi groft på casen med mursten, kan man se på produktionen af en ny mursten vs. produktionen af en genbrugt. I to vilkårlige EPD'er for hhv. genbrugte mursten og nye mursten ses påvirkningerne pr. ton mursten i tabellen nedenfor.

	GWP	FU	Kilde
Nye tegl	314,0	ton	http://epddanmark.dk/media/1040/md-randers-tegl-14003-en_rev1.pdf

Genbrugte tegl	2,7	ton	http://epddanmark.dk/media/1028/md-gamle-mursten-16007-da.pdf
----------------	-----	-----	---

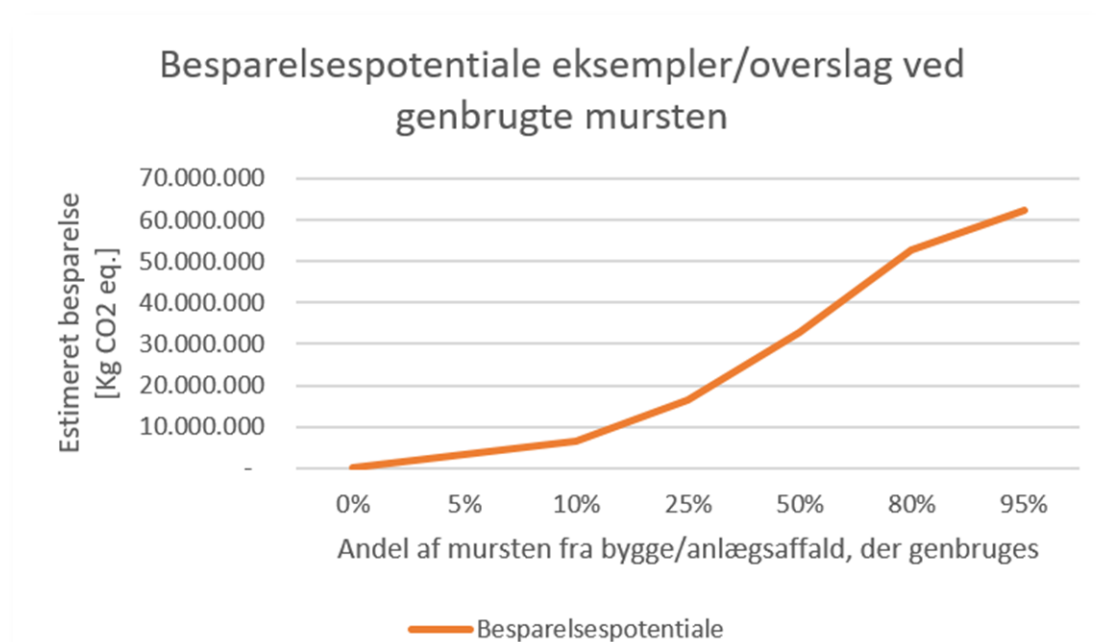
Dette giver, ved genbrugte mursten, en besparelse på ~ 311 kg CO₂ pr. ton mursten, hvis man erstatter 'produktionen' af en ny mursten.

En dansk standard-mursten er 228 x 108 x 54 mm¹, hvilket modsvare 0,00133 m³/mursten. En m³ mursten giver da ~752 stk. Givet en densitet på 1.900 kg/m³¹ modsvare de 30 mio. mursten ~75.792 tons.

Ved genbrug af 30 mio. gamle mursten svarende til 75.792 tons vil den beregnede besparelse være på ~23.571 tons CO₂. I dette tal er fraregnet CO₂-forbruget til at klargøre murstenene til brug igen.

I affaldsstatistikken angives det, at der i 2017 blev registreret 211.000 tons mursten blandt bygge- og anlægsaffald. Der er altså en større mængde affald til rådighed end de 75.792 tons i ovenstående beregningseksempel.

I nedenstående graf er besparelspotentialet ved forskellige genbrugsprocenter for den samlede mængde mursten i byggeaffaldet.



Igen er det vigtigt, at vi holder os for øje, at det ikke er retvisende nødvendigvis kun at se på produktionstallene, når vi snakker LCA. Overslaget forholder sig heller ikke til de tekniske data af materialer, og om det kan erstattes 1:1.

Potentiale ved genanvendelse af øvrige materialer

Hvis vi antager, at der er samme potentiale for besparelse ved genanvendelse af alle byggematerialer, som der er for mursten, kan den hypotetiske besparelse estimeres. Her antages

det, at der for de resterende affaldstyper også gælder, at: en tredjedel af affaldsmængden kan genbruges, og at bearbejdning af det genbrugte 'bygge- og anlægsaffald' medfører en CO₂-udledning modsvarende 1 % af deres respektive nye byggematerialer.

Tabel 3: Overslagsberegninger af CO₂-besparelser ved øget indsats for genbrug og genanvendelse, hvis 1/3 af den totale affaldsmængde kan genbruges og genanvendes med samme klimamæssig effekt, som opnås ved genbrug af gamle mursten.

	Mængde affald i ton	Kg CO ₂ ved ny produktion (baseret på Tabel 1)	Kg CO ₂ ved genbrug	CO ₂ -besparelse
	[Ton]			
Beton	388.180	40.014.888	400.149	39.614.739
Tegl	223.950	70.320.300	703.203	69.617.097
Asfalt	373.250	26.127.500	261.275	25.866.225
Træ	44.790	1.163.141	11.631	1.151.509
Metal	119.440	372.652.800	3.726.528	368.926.272
Glas	14.930	19.966.387	199.664	19.766.723
I alt				524.942.565

I dette scenarie: Hvis 1/3 af affaldsmængden kan genbruges i sin helhed, for alle de nævnte affaldstyper, kan der med de førnævnte antagelser opnås en CO₂-besparelse på **~525 mio. kg CO₂e**.

CO₂-optag i knust beton

I forbindelse med genbrug af beton kan vi, hvis vi håndterer det knuste betonaffald med fokus på optagning af CO₂ ved forlængelse af betones liggetid hos affaldsbehandler til ~½ år, opnå et CO₂-optag svarende til 30 %¹ af den CO₂, der afgives ved kalcinering under fremstillingen, før end materialet genanvendes. Det maksimale teoretiske CO₂-optag er for Portland-cement lig 0,49 kg CO₂/kg cement¹. For beton med en cementandel på ~15 % og en densitet på 2.400 kg/m³ modsvare disse 30 % et CO₂-optag efter nedrivning på ~52,9 kg CO₂/m³ (~22 kg CO₂/ton).

Ifølge affaldsstatistikken 2017¹ blev der inden for byggeri og anlæg produceret 1.182.000 tons betonaffald samt 480.000 tons blandede fraktioner, hvori betonaffald indgår (der regnes dog her videre med værdierne fra ovenstående tabeller, dvs. betonfraktionen i bygge- og anlægsaffald estimeres til 1.164.540 ton. Vi ser altså bort fra de blandede fraktioner og antager de samlede 1.182.000 tons betonaffald til 1.164.540, hvorfor potentialet reelt muligvis kan være højere). Bliver denne mængde beton liggende i minimum ½ år ved affaldsbehandleren – og knust efter standardprocedurer – ville det potentielle CO₂-optag på 30 % modsvare **~25 mio. kg CO₂e** (givet at der anvendes Portland-cement, og at denne udgør ~15 % af betonmassen).

Sammenfattende vurderes det, at der er store CO₂-besparelser ved at minimere spild og affald og ved at øge genbrug og genanvendelse. Men som beregningerne og forudsætningerne viser, er der stor usikkerhed om tallene. Derfor vil det være mest korrekt at vise estimatet som et interval på samlet 200-600 mio. kg CO₂e. Det anbefales at få udført en kortlægning og en beregning, der giver et mere præcist tal.

Effekter ved initiativet om materialer m.m.		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	2-600.000 CO ₂	
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter		

Forslag 6: Bedre planlægning og proces på byggepladsen

Formål, problem og beskrivelse

Vi kender alle historierne. Byggearbejde, der skal laves om eller laves igen, fordi planlægningen ikke har været på plads. Byggematerialer, der ikke er til at lokalisere på byggepladsen, fordi de er blevet lagt et helt andet sted, end de burde, er blevet flyttet eller slet ikke er kommet. Materialer, der er blevet ødelagt på grund af regn, eller fordi nogen er kørt ind i vinduet.

Undersøgelser lavet af SBI i 2004 og senere i 2010 – understøttet af en undersøgelse lavet af Rambøll – peger på, at fejl og mangler ved byggeriet svarer til 10 % af produktionsværdien og spildtid på op til 30 %, og uanset at dette ikke direkte kan konverteres til CO₂, så er der en betydelig sammenhæng.

Det unødige CO₂-forbrug på byggepladserne kan reduceres ved at projektoptimere, planlægge og gennemtænke byggeprocessen og byggepladsindretningen bedre forud for udførelsen, uden at der bliver gået på kompromis med kvaliteten. Det kræver dog fokus og ændring af vaner – og at nogen aktiviteter skal laves i samarbejde mellem flere aktører, af andre og mere detaljeret.

Beskrivelse af de konkrete tiltag

Det konkrete tiltag peger på en rettidig og bedre planlægning forud for, at udførelsen påbegyndes. Initiativet består bl.a. i detaljeret planlægning af byggeproces og byggepladsplan med en struktureret indretning af byggepladsen.

Planlægningen skal ligeledes indeholde en oversigt over elementer, der løbende følges op på under udførelsen af byggeriet, samt retningslinjer for disse, sådan at ad hoc-optimering kan håndteres på en optimal måde. Med planlægningen kan 80 % af beslutningerne tages forud for udførelsen og kun 20 % kan baseres på dag til dag-beslutninger, der yderligere baseres på bl.a. de angivne retningslinjer. Bedre planlægning, samarbejde mellem de involverede aktører og villighed til at afsætte ressourcer til dette, inden byggeriet går i gang, er nøgleord i dette tiltag.

Ift. selve processen er bl.a. følgende elementer væsentlige at tage i betragtning:

- Det er væsentligt tidligt at afsætte tid og midler til samarbejdet og planlægningen, nemlig i projekteringen og lige før byggeopstart, så relevante parter (byggeleder og entreprenørers) bidrag kan implementeres.
- Projektering skal være afsluttet, før byggeriet opstartes, så ændringer under opførelse minimeres.
- Aktører, der har viden om bygbarhed og udførelse, skal inddrages i planlægning – og også dem, der står for dag-til-dag-udførelsen skal være med om bord.
- Emnet er svært at regulere, da det er op til den enkelte bygherre selv at vælge, hvordan han ønsker et projekt udbudt. Med krav om CO₂-regnskab vil fokus dog blive tvunget over mod emnet. Et eksempel, der til en vis grad kan sammenlignes, er krav om involvering af arbejdsmiljøkoordinator i projekteringen (P). Den dagsorden, der vedrører planlægning, har været velkendt i mere end 10 år, og det er vurderet, at regulering kan være et værktøj til fokus, som man har set med arbejdsmiljø.
- Der er behov for, gennem testprojekter, at vise værdi og metoder, der fungerer i praksis. Og ikke mindst få udbredt erfaringerne. Offentlige bygherrer vil kunne vise vejen.

I praksis skal der således ske en koordinering af arbejdet mellem fagene/aktørerne og de rette kompetencer, og faktiske aktører i beslutningerne om planlægningen af udførelsen skal inddrages. Nøgleord som samarbejde, højt informationsniveau, god dialog og kommunikation vil være centrale.

Nedenfor listes 4 centrale problematikker, som en sådan optimeret planlægningsproces bør kunne imødekomme:

1. Realistiske tidsplaner fra alle aktører

Forudsætningen for ordentlig planlægning er, at der er tid til den. For at kunne optimere flow, proces og materialer skal der afsættes tid til dette.

- Projekteringen skal være afsluttet og låst
- Materialerne skal være bestilt og leveret

Rækkefølge er vigtig. Hvis tider ikke overholdes, skal afvigelser aftales og håndteres.

2. Optimering af byggepladsernes indretning og logistik

Overordnet skal byggepladsen være del af en meget struktureret proces, da der ellers spildes både tid og materialer.

- Orden på byggepladsen gør, at man kan finde ting. Det skal være understøttet af et gennemtænkt forarbejde, en ramme for transport, en stram byggepolitik, der opdateres dagligt, og en klar politik for håndtering af materialer, affald og evt. spild m.m.
- Løft af materialer, frem til deres indbygning minimeres og har en logisk rækkefølge, og derved minimeres Spildtid.
- Generelle el-besparende tiltag såsom styring af byggepladsbelysning er en fordel.
- Årstidsplanlægning indtænkes f.eks. i form af totaloverdækning eller typer af interimslukning.
- Optimering af materialelogistik, så høj produktivitet kan sikres gennem en korrekt placering af materialer, i forhold til hvor og hvornår de skal bruges. Særligt fugtfølsomme materialer, der opmagasineres forkert, bliver ødelagt og skal derfor kasseres og erstattes af nye materialer, eller i værste fald bliver de indbygget med omkostningstunge reparationer til følge.
- Adgangsveje, skurby, affaldscontainere og statisk materiel som f.eks. kraner skal placeres med omtanke for at sikre et godt flow på pladsen og undgå løbende omplaceringer undervejs i byggeprojektet.
- Skurbyer placeres optimalt og tilpasses i størrelse efter behov, så disse ikke kører "tomt"

3. Leverandørlogistik

Generelt er man i byggeriet blevet gode til at bestille de materialer, f.eks. betonelementer, som man ved er længe undervejs. Det gælder til gengæld ikke for materialer, der er mulige at hente i den nærmeste tømmerhandel.

På leverandørsiden arbejdes der løbende med forskellige former for optimering, hvor lean og just-in-time-leverancer er nøgleord.

Der er et stort potentiale i, at denne type materialer bestilles rettidigt og leveres forud for brug, så transport, leveringsfrekvens, returneringer og fejl i leverancerne kan minimeres, og så CO₂-udledningen direkte og indirekte minimeres. Leverandørlogistik kan optimeres på forskellige måder, og boksen nedenfor indeholder et eksempel på en optimeret proces.

Case: Optimering af leverandørlogistik til byggepladsen

Hos Sanistål har man gode erfaringer med en "reservedelsautomat", hvor byggeprojekterne forhåndsstyres på en online platform, hvor alle projektets varer prædefineres, og samtlige leverancer planlægges i forhold til de forskellige forbrugsfaser i byggeriet.

På byggepladsen opsættes en container, der fungerer som lager og afhentningssted af de vigtige forbrugsvarer for håndværkere. Det betyder, at håndværkerne undgår at løbe tør for varer. Containeren opsættes strategisk rigtigt, så varerne er til rådighed tæt ved forbrugsstedet og på det rigtige tidspunkt.

Containeren indrettes med en eller flere vendingautomater, der er et lagerstyrings- og optimeringskoncept. Vendingautomaterne indeholder præcis de typer og antal varer, der er behov for på de forskellige tidspunkter i byggeprocessens faser, som er defineret på den online platform.

Automaten har et indbygget softwaresystem, der automatisk registrerer vareforbrug og genbestiller varer, så automaten altid er fyldt op og aldrig løber tør for varer. Softwaresystemet leverer tillige statistik over vareforbrug og forbrugsmønstre. Der er adgang til automaterne døgnet rundt for håndværkerne, der via en brugerdefineret adgang kun trækker de varer, der er behov for.

Økonomiske og CO₂-mæssige konsekvenser

Erfaringerne viser, at digitaliseringen nedbringer manuelle processer med 40-50 % i forbindelse med fremskaffelse af varer.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

	Nationalt
Effekt på de direkte udledninger	Reduktion af vareforbrug med ca. 20 %
Effekt på input	Brændstof ved reduceret vareforbrug ca. 20 %
	Brændstof ved ordrekonsolidering 9 %

	Brændstof ved færre nødkørsler 6 %	
	Brændstof ved anvendelse af åben distribution 50 %	
Effekt på output	Emballage til genanvendelse anslået 50 %	

4. Øget brug af præfabrikerede elementer

En stor del af tiling og isolering på pladsen kan helt undgås, når der arbejdes med færdige elementer, der på forhånd er tilpasset sin endelige placering og funktion. Ud over at optimere byggetid og kvalitet samt potentielt mindre spild/affald kan det mindske antallet af ulykker.

Det anbefales, at der arbejdes med en stor grad af elementer på byggepladsen, som er præfabrikerede og produceret under kontrollerede forhold. Elementerne bør omfatte det samlede projekt, så der sker færrest mulige tilrettelser på byggepladsen, og så arbejdet på pladsen kan reduceres til primært at omhandle montage.

Eksempel på CO₂-besparelser ved anvendelse af prætilpassede gipsplader

Eksempel på god planlægning af gipsforbrug, som kan reducere CO₂-udledningerne.

Ved at øge anvendelsen af prætilpassede gipsplader (fix-mål) kan spildet i forbindelse med tilskæring på pladsen reduceres betydeligt. Som det fremgår af beregningen, vil der kunne spares ~500.000 kg CO₂e* alene på materialedelen. Hertil kommer besparelser fra affaldshåndtering på byggeplads, container, transport og affaldsbehandling.

		m2			m2		m2		
Professionelt	50%	8.750.000	Nybyg	40%	3.500.000	Projekt	35%	1.225.000	
Diffust	50%	8.750.000	Renovering	60%	5.250.000	Projekt	20%	1.050.000	
						Potentiale for Fix-mål:		2.275.000	
						Gips tons		20.475	
						Totalt kg. CO2eq		5.005.000	
						Spild reduktion 10% point		500.500	kg. CO ₂ eq

Ved at planlægge og bestille i god tid opnås dels besparelse på spild, samt på ombygning ved projektering under bygning! I beregningen er alene spild indregnet. Ikke indkøb af materialer, transport og bortskaffelse af spild samt container og affaldsbehandling!

*Der er taget udgangspunkt i det professionelle marked, som anslås til et forbrug på 8.750.000 m² gipsplader. Heraf 40 % nybyg og 60 % renovering. Kun store projekter regnes med – hhv. 35 % og 20 %. På baggrund af disse antagelser fremkommer potentialet på 500.500 kg CO₂e.

Barrierer

Nedenfor listes de umiddelbare barrierer, der er identificeret ift. at indføre en optimeret planlægningsproces omkring byggepladsen som beskrevet ovenfor:

- Tid og økonomi. En detaljeret planlægning vil kræve mere tid, som bygherren vil skulle betale for hos projekterende, og det vil kræve entreprenørens involvering. Ud fra de cases, vi har beskrevet, vil der dog være besparelser at hente tidmæssigt og økonomisk i udførelsesfasen.
- Problemstilling og løsningen er længe kendt, men er svær at ændre. Vaner og adfærd anses som en væsentlig barriere.
- Der skal opnås enighed i branchen ift. hvordan 'en optimeret planlægningsproces' ser ud/hvilke elementer den skal adressere, og hvornår den skal anvendes. Her er det især en udfordring, at det ikke er de samme parter, som skal yde (arbejdsindsats), som vil opnå gevinsten af planlægningen.
- Byggeri tager i forvejen lang tid, der er utålmodighed for at komme i gang. Rettidig omhu og at implementere planlægning i de tidlige faser i byggeriet sker sjældent.

Økonomiske og lovgivningsmæssige konsekvenser

Økonomiske konsekvenser

- Der vil være udgifter forbundet med uddannelse/påvirkning af adfærd og øget planlægningsbehov.
- Besparelser ift. mindre materialeforbrug.
- Med øget produktivitet følger økonomiske besparelser. Det gælder alle parter, der deltager i opførelsen.

Lovgivningsmæssige konsekvenser

- Der skal stilles krav til CO₂-regnskaber – i første omgang uden bindende mål (se CO₂-regnskab for byggepladsen).
- Det offentlige skal gå foran med egne byggeprojekter. Hvis man her fra bygherreside kræver og overholder en god planlægningsprocedure, vil dette smitte af på den resterende del af byggeriet.
- Fokus på procesoptimering via bygherres udbud.
- Branchen skal deltage i udvikling af retningslinjer for rettidig og bedre planlægning. Der skal opnås enighed i branchen ift., hvordan 'en optimeret planlægningsproces' ser ud, hvilke elementer den skal adressere, og hvornår den skal anvendes.
- Større fleksibilitet i lovgivningen/overenskomster omkring velfærdsforanstaltninger skal ligeledes være en gevinst ift. indretning af byggeplads. Der stilles store krav til f.eks. skurvogne, så justering af krav til f.eks. mindre/kortvarende byggepladser vil give en gevinst i form af mindre transport af skurvogne og færre m², der skal opvarmes.
- Initiativer af forskellig art, der understøtter implementering, vidensopsamling og best practises – inkl. forskning og udvikling – er nødvendige, for at emnet bliver top of mind. Det har typisk stor effekt ved at sætte en retning og ansøre virksomheder, udviklingsinitiativer og branchen som helhed til at igangsætte initiativer.

Tidsaspekter – herunder implementering

- Bedre planlægning kan i teorien iværksættes umiddelbart, men der er behov for gode erfaringer og udbredelse heraf. Forsøgsprojekter kan sættes i gang umiddelbart.
- Ovennævnte tiltag kan implementeres inden for relativ kort tid, men erfaringsmæssigt vil der gå flere år, inden effekten vil være målbar.
- Kræver tid, hvis branchen skal enes og udvikle noget.
- Uddannelse i principper og erfaringer.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Bedre planlægning af byggeprocessen reducerer ikke i sig selv CO₂-udledningen, men forkortelse af byggetiden med op til 30 % og reduktion af antallet af fejl, mangler og omarbejder med 10 % af produktionsværdien giver potentiale til betydelige besparelser i CO₂-udledningen, ligesom reduktion af materialespild giver væsentlige CO₂-besparelser.

Som eksempel: Hvis man kan reducere de 30 % spildtid til 10 % med bedre planlægning, kan man øge produktionstiden (de 70 %) med $20/70 = 29 \%$. Dette giver en betydelig kortere byggetid og en gevinst på CO₂-forbruget, da byggepladsen ikke skal holdes i gang i denne periode.

Giver størst værdi på store pladser og størst værdi ved f.eks. bebyggelse i tætte byområder og lignende, hvor pladsen er trang – men uanset størrelse vil der altid være værdi at hente.

Dertil kan nævnes, at den kortere byggetid gennem optimering af opgavevaretagelsen på byggepladsen samt færre fejl, mangler og omarbejder i byggeprocessen har potentiale til at:

- Reducere varme- og elforbruget i skurvognene, som reducerer CO₂-belastningen ved energiforbrug.
- Opnå optimal placering af skurby, oplagring, kranplacering mv. (ca. 1 % besparelse).
- Reducere maskintiden, hvilket reducerer CO₂-belastningen ved brændstofforbrug.
- Reducere materialespild, der reducerer CO₂-belastningen til fremstilling af materialer, transport til byggepladsen af materialer, til selve byggeprocessen, borttransport og håndtering af spildet (ca. 2-4 % besparelse).
- Minimere byggeskader relateret til indbygning af fugtholdige materialer (ca. 3 % besparelse).
- Reducere mængden af affald, som betyder mindre CO₂-belastning til borttransport og håndtering af affaldet.

Ud fra en antagelse om en klimapåvirkning pr. m² byggeplads for nybyggeri på 100 kg CO₂/m² samt en antagelse om, at der bygges ca. 7 mio. m² nybyggeri, udledes der samlet 700.000 tons CO₂ om året fra byggepladser med nybyggeri.

Ift. dette tal skal der dog tages hensyn til, at der inden for denne arbejdsgruppe er peget på to relaterede initiativer:

Planlægning af byggepladsens overordnede logistik som placering af kraner, adgangsveje, og hvordan materialer placeres tørt og inden for rækkevidde (effekt registreret i initiativ 3 vedr. maskiner).

Planlægning af byggepladsens flow, herunder hvilke materialer skal bruges hvornår, så materiale ikke fylder op eller risikerer at blive ødelagt på byggepladsen inden brug (effekt registreret i initiativ 5 vedr. materialer).

Den bedre planlægning antages at føre til en ca. 15 % reduktion af udledt CO₂ (700.000 tons), og samlet set vurderes det derfor, at initiativet, med en forudsat korrektion for overlap mellem initiativerne, har en effekt på ≈ 100.000 ton CO₂/år.

Øvrige effekter

God planlægning skaber typisk en række synergieffekter, som undervejs forplanter sig i forbedret samarbejde på tværs af fagligheder og aktører, bedre sikkerhed og godt arbejdsmiljø, højere arbejdsglæde og medarbejdertrivsel, som i sidste ende skaber bedre kvalitet og mere effektivt og godt byggeri.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Effekter ved initiativet om øget brug af præfabrikerede elementer		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	≈ 100.000 ton CO ₂ /år	
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter		

E: CO₂-reduktion i anlægssektoren

Arbejdsgruppen har defineret nedenstående 17 forslag til initiativer, der kan bidrage til en betydelig reduktion af udledningen af drivhusgasser og herunder CO₂-belastningen inden for en tidshorisont på op til 10 år.

Initiativerne er nævnt i nedenstående oversigtstabel med angivelse af initiativets titel, forventede effekt og den forventede tidshorisont for implementeringen af initiativerne og dermed realiseringen af den forventede reduktion af CO₂-belastningen.

Årstallet for implementeringen nævnt i oversigten angiver det år, hvor initiativet forventes at kunne være fuldt indfasat. Det vil sige, at der forventes samme effekt i alle efterfølgende år.

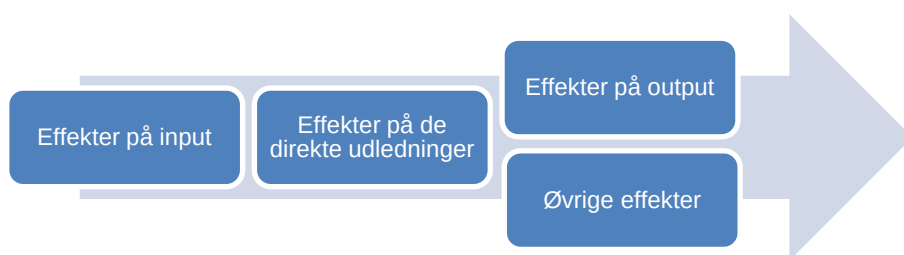
I de efterfølgende bilag er de enkelte initiativer specificeret og begrundet.

I arbejdet med specifikationer og begrundelser i bilagene har arbejdsgruppen fordelt effekterne på følgende kategorier:

- Effekter på de direkte udledninger
- Effekter på input
- Effekter på output
- Øvrige effekter

Det har naturligvis været vanskeligt at fordele effekterne præcist og fuldt ud på de enkelte kategorier, men arbejdsgruppen har taget afsæt i effekterne af det, der foregår på bygge-/arbejdspladsen. Effekterne af dette er rubriceret som "Effekter på de direkte udledninger", mens rubricering på de enkelte af de andre kategorier har taget afsæt i en proces-tankegang f.eks. illustreret således:

Figur 1: Rubricering af effekter i en proces-tankegang



Overblik over initiativerne

Arbejdsgruppen fremlægger 17 initiativer fordelt på 6 spor med angivelse af den beregnede effekt og forventet implementeringstidspunkt.

Figur 2: Overblik over initiativer

Spor	Initiativ		Effekt – 1.000 CO ₂	Implementering
	Nr.	Titel		
Beton				
	1	Anvend mindre cement i beton til anlægskonstruktioner	73	2029
	2	Anvend nye cementtyper med mindre cementklinker	146	2030
	3	Anvend eldrevet maskinel i betonindustrien	4,5	2026
Asfalt				
	4	Klimavenlig asfalt	Kommunale veje 24 Statsveje 33 Totalt 57	2030
	5	Produktion af 'grøn' asfalt og koldblandet asfalt	Varmblandet asfalt 12 Koldblandet asfalt 5 Total 17	2020 2025
	6	Længere levetider på asfalt som følge af færre gravninger og bedre reetableringer	1	2025

Design og projektering				
	7	Andre materialevalg og -typer – stål, glasfiber, træ	0,5	2021
	8	Ændring af normer og beregningsmodeller med fokus på klima	5	2030
	9	Designoptimering – reduktion af mængder	5	2030
Materiel				
	10	Fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner i 2030 - Strategisk udskiftning af maskinparken	177	2028
	11	Alternative drivmidler, brændstof	141	2025
	12	"Deleøkonomisk perspektiv" og "Fuld udnyttelse af kapaciteten på maskiner: vejning og højde/krøje-stop"	70	2020
Byggeproces og planlægning				
	13	Optimeret intern logistik og fragt	4,5	2023
	14	Robotter, Additive Manufacturing og digitale tvillinger	50	2030
	15	Effektive maskiner og maskinstyring	Samlet sum for direkte effekter og input-effekter 20,5	2023
Andet				
	16	Klimasikring - risikounddragelse	10	2024
	17	Overgang til elkøretøjer på vejene	162	2030

Initiativer

Forslag 1: Anvend mindre cement i beton til anlægskonstruktioner

Beton består hovedsagelig af cement, vand, sand og sten. Cementen står for 90 % af CO₂-aftrykket fra beton, og derfor ligger der et potentiale i at reducere cementindholdet i beton. Dette kan gøres på flere måder i anlægsbyggerier, som beskrevet nedenfor:

Reduktion af styrkeklasser for in-situ-beton under terræn (BBI-initiativ nr. 1.5)

Der anvendes relativt store mængder beton under terræn. En nylig analyse fra en af de største producenter af fabriksbeton i Danmark viste, at 87 % af al den beton, der leverede i en periode på 14 dage, blev anvendt under terræn.

Der er tendens til, at f.eks. fundamenter i dag bliver klassificeret med højere styrkeklasser end tidligere. Jo højere krav til styrkeklassen, des mere cement skal der anvendes i betonen, og derved stiger CO₂-udledningen. Der er muligheder for at reducere CO₂-udledningen fra beton ved i højere grad at differentiere i de krav, der stilles til betonens styrkeklasse under terræn med udgangspunkt i specifik anvendelse. Uarmeret grovbeton med lavere CO₂-aftryk kan f.eks. anvendes i visse tilfælde i stedet for konstruktionsbeton.

Specifikation af betons styrke til senere terminer end 28 døgn (BBI-initiativ nr. 2.2)

Et andet tiltag, som giver mulighed for at reducere styrkeklassen til beton, er det faktum, at beton udvikler styrkeegenskaberne igennem lang tid, efter betonen er produceret. I dag beregner man betonkonstruktioner efter den styrke, betonen har ved 28 døgn. Det er veldokumentet, at beton udvikler styrken også efter 28 døgn. Det gælder særligt for betoner med høje indhold af mineralske tilsætninger, som ofte har en langsommere styrkeudvikling.

Hvis man i fremtiden tillader at beregne konstruktionerne f.eks. til 56 døgnstyrken, vil det være muligt for producenterne at reducere den styrkeklasse, de skal levere til kunden og dermed kan der spares cement i betonen. Det betyder ændrede forhold i betonproduktionen, hvis der er tale om elementfremstilling, som betyder, at betonen vil skulle forblive længere tid i formen, før den kan afformes. Det kan forventeligt også have indflydelse på planlægningen på byggepladsen, da byggeprocesserne i nogen grad afhænger af, hvornår betonen har den tilstrækkelige styrke til, at man kan påføre last.

Dette tiltag vil kræve en ændring af normer og standarder.

Implementering af funktionsbaserede krav (BBI-initiativ nr. 2.4)

I dag anvendes der erfaringsbaserede materialekrav til beton, der er afhængig af de krav, som vores standarder, normer og vejregler stiller til styrkeklasse og eksponeringsklasse.

I standarderne er der krav til kvaliteten af delmaterialer og overordnet sammensætning af betonen, herunder bl.a. cementtype, vand-cement-tal, minimum cementindhold, luftindhold m.m. Disse krav er et resultat af mere end 40 års danske erfaringer.

Betonproducenter sammensætter i dag betoner inden for rammerne heraf. Der pågår imidlertid internationalt arbejde, som stiler mod at stille krav til funktionen af anlægskonstruktionen og lade det være mere frit, hvilke krav materialerne skal opfylde.

Funktionsbaserede krav til beton, baseret på målte funktionsegenskaber, kan åbne muligheder for at for at designe betoner med lavere CO₂-aftryk. I det Innovationsfondsstøttede projekt "Grøn Omstilling af Cement og Betonproduktion i Danmark" blev konceptet om anvendelse af funktionsbaserede krav anvendt som grundlag for design af 3 broer. Det viste sig derigennem muligt at reducere på betonkonstruktionens CO₂-aftryk med op til 30 %.

Dette tiltag vil kræve en ændring af normer og standarder.

Adskille krav til eksponeringsklasse og styrkeklasse (BBI-initiativ nr. 2.6)

I Danmark er der tradition for, at styrkeklasse og eksponeringsklasse følger hinanden, hvilket er et operationelt og velfungerende system. I visse tilfælde kan der dog være muligheder for bæredygtig optimering ved at adskille de 2 krav; f.eks. kan der være brug for høj styrke, uden at betonen er udsat for et hårdt eksponeringsmiljø eller omvendt. Det kan give producenter mere frihed til at sammensætte betoner med lavere miljøaftryk. Dette tiltag er i tråd med det, som blev beskrevet ovenfor omkring funktionsbaserede krav.

Dette tiltag vil kræve en ændring af normer og standarder.

Entreprenørens differentierede valg af betontyper (BBI-initiativ nr. 3.3)

Blandt producenter og entreprenører er der en opfattelse af, at mange entreprenører er meget pressede på tid og ofte vælger den samme beton af høj kvalitet til det hele, da det er den nemmeste og hurtigste løsning. Der er ofte ikke det store økonomiske incitament til at differentiere betonvalg. Derudover vil højere grad af differentiering stille højere krav til kvalitetsstyringen. Der ligger et stort potentiale i kun at anvende den beton, som er nødvendig i forhold til det, som konstruktionen skal kunne på det pågældende sted.

Reduktion af cementindhold i betonen (BBI-initiativ nr. 3.5)

Optimering af betonrecepter foregår løbende ud fra pris, ydeevne (styrke) og af produktionshensyn (afformning, opspænding, løft, transport, udførelse etc.) inden for betonstandardens regler. Der ligger et potentiale i at optimere danske betoner yderligere. Variationer i betonproduktion er forbundet med produktionsmæssige omkostninger, og betonproducenterne har et ønske om at begrænse variationerne i produktionen. Det er en af begrundelserne for, at der ikke ændres ret ofte på betonsammensætningen. Den økonomiske gevinst ved at optimere betonerne er begrænset i forhold til de omkostninger, der er forbundet med at indkøre og forprøve nye betoner. Derfor er incitamentet for betonoptimering i dag reelt ikke til stede. Med større efterspørgsel til CO₂-reducerede betoner vil dette forventeligt blive en del af daglig praksis. Beton kan optimeres ved at kigge på sammensætningen af sand og sten i betonen, ved at udnytte de maksimalt tilladte grænser for tilsætning af flyveaske og andre erstatninger af cement og så fremdeles.

Mindre pumpning af beton (BBI-initiativ 3.7)

Der er en tendens til, at beton pumpes i højere og højere grad end tidligere. Det har alt andet lige betydet, at pastamængden i betonen er øget for at kunne producere betoner, der kan pumpes. Der ligger et potentiale i at optimere på betoner, der skal pumpes, for at nedbringe pastamængden, men der ligger også et potentiale i at prøve at begrænse anvendelsen af pumpebeton f.eks. til store fundamenter og andre steder, hvor betonen måske godt kan udlægges med bånd.

Opførelsen af konstruktionerne kan ligeledes tilrettelægges efter, at betonen skal pumpes mindst muligt.

Fordoblet levetid af betonbelægninger (BBI-initiativ 3.9)

I Danmark produceres knap 1 mio. m³ beton, som anvendes til fremstilling af fliser og belægningssten. Levetiden af en betonbelægning er afhængig af kvaliteten, men i lige så høj grad af udførelsen af belægningen, herunder opbygning af bærelag, udførelse af fuger osv. Der findes i betonbranchen stor viden om, hvordan man sikrer lang levetid af betonbelægninger, men det vurderes, at halvdelen af alle belægninger bliver lagt forkert med forkortet levetid som resultat. Der ligger et potentiale i at sikre, at fliser og belægninger i beton udføres i henhold til gældende vejregler, standarder og vejledninger. Potentialet vurderes til at være en fordobling af levetiden på halvdelen af alle belægningsopgaver. Og samtidig ligger der et stort potentiale i at genbruge belægningssten og fliser, som oftest kasseres, inden deres levetid er udtjent.

Gennemgangen ovenfor viser, at der er mange muligheder for at mindske cementindholdet i betonen, og at det både kræver opmærksomhed fra bygherre, rådgiver, entreprenør og producent. Men fremfor alt kræver det dialog og inddragelse af alle parter på et tidligt tidspunkt.

Tabel 1: Effekter ved initiativet om at anvende mindre cement i betonen

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Der vil være mindre direkte effekter på byggepladsen pga. ændrede byggeprocesser i håndteringen af betonen. Det vurderes dog ikke at have en direkte effekt på CO ₂ -udledningen fra byggeprocessen.	
Effekt på input	Ved at anvende beton, der indeholder mindre cement på CO₂-udledningen i inputfasen. Jf. baseline fra 2019 udledes ca. 650.000 tons CO₂ fra beton anvendt til anlægskonstruktioner. Der vurderes et reduktionspotentiale i reduktion af CO₂-udledningen på 15 % i ca. 75 % af al beton til anlæg. Dvs. CO₂-potentialet samlet set er: $650.000 \times 0,75 \times 0,15 = \text{ca. } 73 \text{ tusinde tons CO}_2$.	Betontechnologi globalt varierer en del svarende til de lokale materialer, der er til rådighed. Der er også meget stor forskel på byggetraditioner rundt omkring i verden. Der er et globalt potentiale i at eksportere dansk knowhow for betontechnologi gennem de rådgivere, der i forvejen arbejder globalt.

Effekt på output	Output vil være mindre produktion af cement i Danmark og mindre import af cement. Effekten heraf er formentlig håndteret i klimapartnerskabet for Energitung industri.	
Øvrige effekter		

Beregningsforudsætninger

Effekten af produktion af nye cementtyper indgår i klimapartnerskabet for Energitung industri. Potentialet, der er estimeret her, er baseret på mulighederne for at udskifte traditionelle cementtyper med de nye i beton.

Forslag 2: Anvend nye cementtyper med mindre cementklinker

Beton består hovedsagelig af cement, vand, sand og sten. Fremstillingen af cement udgør ca. 90 % af betonens samlede CO₂-aftryk. CO₂-udledningen fra fremstilling af cement stammer dels fra det energiforbrug, som bruges til opvarmning af ovnene til ca. 1.400 °C og dels fra den kalineringsproces (kemisk proces), der sker, når kridt varmes op og omdannes til cementklinker.

Aalborg Portland er i gang med udvikling af nye alternative materialer, som kan erstatte ca. 30 % af cementklinkerne. Det er en kombination af kalksten og kalcineret ler, som har vist sig yderst velegnet til erstatning af klinkerne. Kalcineret ler foregår ved markant lavere temperaturer, og derfor er potentialet lige nu en besparelse på 30 % på CO₂-udledningen, når disse nye cementtyper kommer på markedet. Den nye cementtype går under navnet FutureCEM.

Aalborg Portland har oplyst, at de første leverancer kommer i 2020, og så vil der de kommende år blive arbejdet på at opskalere mængderne. Aalborg Portland har et patent på teknologien, og teknologien har meget store globale perspektiver, da forekomsterne af ler globalt er enorme.

FutureCEM-cementen er omfattet af den Europæiske cementstandard EN 197, men FutureCEM er ikke godkendt til det danske marked, hverken i betonstandarderne eller i vejreglerne. Det kræver derfor et større udviklings- og dokumentationsprogram at få dokumenteret kort- og langtidseffekter af anvendelsen af denne nye type cement. Dette arbejde foregår nu, og der arbejdes også standardiseringsmæssigt med at få denne cementtype godkendt i Danmark.

Der ligger således inden for nogle få år et stort potentiale i at implementere de nye cementtyper til anvendelse i beton, herunder også på anlægsområdet. Det er vigtigt at bemærke, at denne mulighed for CO₂-reduktion også er medtaget i partnerskabet for Energitung industri, hvor udledningen fra hele Aalborg Portlands produktion af cement er behandlet. Den er medtaget her også, da det kræver handlinger hos forbrugerne af cement og ændringer i normer og standarder for at få udnyttet dette potentiale.

Tabel 2: Effekter ved initiativet om udvikling og implementering af nye cementtyper

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Der vurderes ikke at være en effekt på de direkte udledninger i byggeprocessen i anlægsfasen. Betonen vil ikke have markant anderledes egenskaber og kan derfor håndteres i udførelsesfasen på samme vis som de nuværende cementtyper.	
Effekt på input	Cementen udgør ca. 90 % af betonens samlede CO ₂ -aftryk, og derfor er der en stor direkte effekt ved at implementere nye mindre energitunge cementtyper.	Behovet for cement og beton er globalt eksponentielt stigende. Prognoser peger på en fordobling af behovet for cement og beton på verdensplan i 2050 målt i forhold til 2010, og dette vurderes at være en konservativ prognose. Det er hovedsagelig i

	Det er estimeret, at Futurecem vil kunne anvendes også til anlægskonstruktioner, og dette er delvist dokumenteret i det Innovationsfondsstøttede projekt "Grøn Omstilling af cement og betonproduktion i Danmark", som blev afsluttet i februar 2019. FutureCEM har en 30 % lavere CO₂-udledning sammenlignet med nuværende cementer på markedet. Implementeres disse cementtyper i 75 % af al beton til anlægskonstruktioner, er besparelsen på CO₂ følgende: $650.000 \times 0,3 \times 0,75 = \mathbf{146 \text{ tusinde tons CO}_2}$.	udviklingslandene som f.eks. Indien, at behovet er voldsomt stigende. FutureCEM og cementtyper baseret på kalcineret ler har meget stort globalt potentiale for CO₂-reduktion fra cementindustrien, da lerforekomster findes i meget enorme forekomster over hele verden. Og da cementproduktion står for ca. 5-7 % af CO₂-udledningen globalt, er der meget stort potentiale i globalt at eksportere teknologien om brug af kalcineret ler uden for Danmark. Globalt vurderes det at have gunstige effekter på input, eftersom lerforekomster forefindes globalt, og cement kan derfor fortsat produceres lokalt og over hele verden.
Effekt på output	Cementproduktionen i Aalborg Portland vil være ændret i forhold til nuværende forhold, hvorfor der formentlig vil være nogle effekter på output, som f.eks. mængden af overskudsvarme. Dette er ikke beskrevet her, da cementfremstilling er omfattet af klimapartnerskabet for Energiting industri.	Reduktion af overskudsvarme, som formentlig ikke udnyttes ret mange steder i verden.
Øvrige effekter		

Beregningsforudsætninger

Effekten af produktion af nye cementtyper indgår i klimapartnerskabet for Energiting industri. Potentialet, der er estimeret her, er baseret på mulighederne for at udskifte traditionelle cementtyper med de nye i beton.

De 650.000 tons CO₂, der er anvendt som grundlag for ovenstående beregning af effekten på input, stammer fra Bæredygtig Beton Initiativet. Her er der indsamlet data fra medlemmerne i Dansk Beton på producerede mængder beton i 2018. Derudover er der foretaget en beregning, af hvor meget beton der anvendes til anlægskonstruktioner og til udendørs belægninger. Dette tal er beregnet til 650.000 tons, og heri er indregnet bidraget til den armering, vi anvender til beton. Det udgør ca. 15 % af den totale udledning.

Forslag 3: Anvend eldrevet maskinel i betonindustrien

Der anvendes en del maskinel i betonindustrien i form af trucks, betonpumper, betonkanoner, lastbiler, osv. osv. Der kører eksempelvis ca. 600 betonkanoner i Danmark med leverancer af færdigblandet beton. Der sker en stor udvikling af eldrevne køretøjer også til erhvervskørsel, og her ligger også et potentiale for betonindustrien i at udskifte maskinel fra dieseldrevent til eldrevet.

I en overgangsfase vil man kunne vælge en hybrid løsning for betonkanonerne, som kan give en besparelse på brændstoffet på 30 %.

Hybridløsningen vil ikke fordre flere biler, da de har batterikapacitet, så opladning alene skal ske om natten. Ved overgang til en ren el-løsning vil udviklingen af batteriteknologien være afgørende for, om der vil være behov for flere biler.

Hybridløsningen indebærer i dag bl.a. flg. udfordringer for udbredelsen:

- Anskaffelsesprisen er 0,5 mio. kr. højere end tilsvarende model uden hybrid løsning.
- Der er ingen model med transportbåndløsning, hvilket indskrænker anvendelsesmulighederne gevaldigt, da den overvejende del af vores biler er med transportbånd.

Tabel 3: Effekter ved initiativet om at udskifte dieseldrevne lastbiler, betonkanoner og trucks på fabrikker

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Ingen	
Effekt på input	CO₂-potentialet for transport af fabriksbeton ved udskift til elbiler er totalt set vurderet til 18.000 tons CO₂. Beregningerne er baseret på antallet af betonkanoner i Danmark og et gennemsnitligt antal kørte km pr. bil. 25 % af al fabriksbeton er til anlægskonstruktioner og derfor er CO₂-besparelsen begrænset til ca. 4,5 tusinde tons for transport af beton i eldrevne betonkanoner til anlægskonstruktioner. Dertil kommer selvfølgelig udskift af trucks og andre køretøjer på fabrikkerne, men dette er	Der vil være det samme potentiale globalt set.

	vurderet at være en mindre del i forhold til betonkanonerne.	
Effekt på output	Mindre partikelforurening, mindre støj	Mindre partikelforurening, mindre støj
Øvrige effekter		

Forslag 4: Klimavenlig asfalt

Kort beskrivelse af initiativ

Klimavenlig asfalt (KVS) er en belægningstype, der reducerer vejens rullemodstand og dermed nedbringer CO₂-udledningen fra trafikken grundet en besparelse i brændstofmængden. En af grundforudsætningerne for anvendelsen af denne belægningstype er desuden, at brændstofbesparelsen sker, uden at der slækkes på trafiksikkerhed eller asfaltbelægningens holdbarhed.

Vejdirektoratet har udført en række forsøgs- og testaktiviteter i form af et fuldskalaprojekt på 4 statslige vejstrækninger (primært motorveje), så man kunne øge viden og erfaringer med KVS' holdbarhed og egenskaber. Resultaterne er beskrevet i et notat¹, hvor nedenstående kort opsummer resultaterne omkring CO₂-reduktionen.

For at relatere reduktionen af rullemodstand til en konkret brændstofbesparelse, er der udført målinger ved kørsel på KVS. På baggrund af disse udførte målinger samt inddragelse af Vejdirektoratets nuværende belægningssammensætning kan brændstofbesparelsen for KVS opgøres til en besparelse på minimum 1,2 % på hele statsvejnettet og hele levetiden i forhold til den ellers anvendte belægningssammensætning.

Vejdirektoratets resultat viser, at hvis asfalten udlægges fra 2021, vil man indtil 2030 kunne spare 182.000 tons CO₂-udledning fra trafikken, heraf 44.000 ton på hovedlandeveje og 138.000 ton på motorveje. Hen over perioden vil besparelserne generelt være stigende, da KVS lægges ud på en større og større andel af statsvejene.

Tager man udgangspunkt i disse tal fra Vejdirektoratet og med en lidt simplificeret antagelse skønner en lineært stigende profil i reduktionen af udledningen fra trafik, ser besparelserne i de enkelte år ud som i tabel 1. I 2030 er besparelsen på lige godt 33.000 ton CO₂e sammenlignet med den belægningssammensætning, der er i dag.

Tabel 1. Årligt CO₂-reduktionspotentiale ved løbende udlægning af KVS på statsvejene

År	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2021-2030 i alt
CO ₂ -besparelse i ton	3.300	6.600	9.900	13.200	16.500	19.900	23.200	26.500	29.800	33.100	182.000

Kilde: Årsbesparelser baseret på en simplificeret antagelse om en lineær udvikling af KVS' CO₂-reduktion efter udlægning (Vejdirektoratet og Dansk Byggeris beregninger)

Efter 2030 vil CO₂-besparelserne være endnu større, da KVS vil være udlagt på en endnu større andel af det statslige vejnet. Vejdirektoratets resultater viser, at besparelspotentialet set over hele perioden 2020-2037 beløber sig til 616.000 ton CO₂e på de statslige veje.

Der er også et betydeligt potentiale for udlægning af KVS på dele af det kommunale vejnet, dvs. de kommunale 'højklasse'-veje. Her skønnes potentialet at være omtrent 36.400 ton CO₂ i 2030.

Således kan den samlede CO₂-besparelse ved anvendelse af KVS på statslige og kommunale veje – med væsentlig usikkerhed – opgøres til 69.500 CO₂e i 2030. Forudsætningerne uddybes under afsnittet beregningsantagelser ved dette initiativ.

Udledningen af CO₂ fra brændstof vil afhænge af, hvilken form for brændstof der bruges i perioden. I takt med, at køretøjer overgår til at bruge el eller brint som drivmiddel, vil den potentielle CO₂-besparelse ved dette initiativ falde.

Økonomiske og lovgivningsmæssige betragtninger ved initiativet

KVS er cirka 10 % dyrere at producere og udlægge end andre almindeligt anvendte asfalttyper på de statslige veje. Rent politisk er der derfor behov for en accept af et, alt andet lige, cirka 10 % større budget til anlæg af veje med brug af KVS. Til gengæld opnås der allerede fra dag 1 besparelser på den samlede CO₂-udledning i form af lavere rullemodstand på vejene. KVS har desuden en øget holdbarhed og længere forventet levetid end sædvanlig asfalt, hvilket med tiden fører til yderligere CO₂-besparelser såvel som besparelser til vedligehold og udskiftning af asfalt. Sidst, men ikke mindst, medfører den lavere rullemodstand umiddelbare privatøkonomiske besparelser for bilisterne.

Som det også fremgår af Vejdirektoratets notat om klimavenlig asfalt, er effekten af KVS størst, når der afvikles meget trafik. Det gælder både i relation til CO₂-besparelsen og rent samfundsøkonomisk. Asfalten på trafikerede danske veje bør naturligvis først skiftes, når behovet for at udskifte belægningen er til stede. Og skal der ske en prioritering mellem forskellige vejstrækninger med hensyn til KVS-udlægning, bør KVS alt andet lige prioriteres på de mest trafikerede vejstrækninger.

Tidsaspekter

Der er umiddelbart intet til hinder for, at KVS i de kommende år kan udlægges på store dele af det statslige vejnet i takt med, at den nuværende asfaltbelægning skal udskiftes.

Det samme gælder på den del af det kommunale vejnet, der kan karakteriseres som 'højkvalitetsveje', og hvor der er en daglig trafikmængde på mindst 2.000 biler.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 2 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 2	
Effekter ved initiativet om anvendelse af klimavenlig asfalt	
Nationalt	Globalt

Effekt på de direkte udledninger	Der vurderes ikke at være en nævneværdig ændring i CO ₂ -udledningen i forbindelse med udlægningen af KVS i stedet for andre typer af asfalt.
Effekt på input	Det vurderes, at CO ₂ -udledningen i forbindelse med produktionen af KVS er på niveau med de nuværende anvendte asfalttyper. Dog menes holdbarheden af KVS at være bedre end ved andre asfalttyper, hvilket udskyder tidspunktet for asfaltens udskiftning og dermed, alt andet lige, mindsker behovet for produktion af ny asfalt en smule. Denne effekt er ikke kvantificeret i dette notat.
Effekt på output	Det primære besparelspotentiale ved KVS består i lavere rullemodstand på vejene. På de statslige veje vurderes anvendelsen af KVS at give en besparelse på 182.000 ton CO₂e i perioden 2021-2030. Den årlige gevinst varierer efter det respektive års behov for slidlagsudskiftning. Men gevinsten vil generelt være stigende i takt med at mere og mere KVS udlægges. Dansk Byggeri vurderer på den baggrund, at anvendelsen af KVS på de statslige veje vil give en årlig besparelse på cirka 3.300 ton CO₂e i 2021 stigende til cirka 33.000 ton CO₂e i 2030. Effekten ved udlægning af KVS på kommunale veje er endnu ukendt, da der skal indhentes

	sammenligningsgrundlag og data for at opgøre dette. Under en række forudsætninger skønner Dansk Byggeri at anvendelsen af KVS på de kommunale veje vil give en årlig besparelse på cirka 2.400 ton CO₂e i 2021 stigende til op mod 24.000 ton CO₂e i 2030. I alt skønnes besparelsen dermed at være 57.000 ton CO₂e i 2030.
Øvrige effekter	Ud over brændstofbesparelsens positive CO₂-reducerende virkning vil der også være en tilsvarende økonomisk besparelse forbundet med det lavere brændstofforbrug, dokumenteret som en samfundsøkonomisk gevinst.

Beskrivelse af effekter

Nedenstående er uddrag fra Vejdirektoratets konklusionsnotat til Transportministeriet pr august 2019.

Ved at vælge KVS som belægningstype kan det påvises, at brændstofforbruget reduceres uanset strækningens geografiske placering og kan dermed anvendes som et middel til at gøre veje til aktive bidragsydere til Danmarks samlede reduktion af CO₂. Samtidig vil den enkelte trafikant opleve en besparelse af brændstofomkostningerne.

På baggrund af målinger på de udlagte KVS-strækninger er der udregnet en vurdering af CO₂-reduktionspotentialet i hele perioden 2020-2037 og for delperioden 2021-2030, hvor KVS anvendes som eneste belægningstype, når belægninger skal udskiftes i en jævn udskiftningstakt.

I beregningerne for både 2020-2037 og 2021-2030 er der antaget en gennemsnitsudledning på 180 g CO₂ pr. kørt km. Dette stammer fra et udgangspunkt i 2018 på 206 g CO₂ pr. kørt km¹ for den køretøjssammensætning, hvorfra der er korrigeret med et skøn for et strammere emissionskrav til nye biler og en højere andel af elbiler for beregningsperioden. Resultaterne af beregningerne af reduktionspotentialerne af CO₂ fremgår af tabel 3 som besparelspotentialer i de givne tidsperioder, angivet som besparelser for hele perioden.

Tabel 3: CO₂-reduktionspotentiale ved løbende fuld implementering af KVS på statsvejnettet opgivet i summeret reduktion for hele perioden

År / periode	Hovedlandeveje (tons)	Motorveje (tons)	Hele statsvejnettet (tons)
2021 - 2030	44.000	138.000	182.000
2020 - 2037	156.000	460.000	616.000

Ovenstående tabel viser det summerede besparelspotentiale for de givne tidsperioder ved udlægning af KVS som eneste nye belægningstype, når der skal udlægges ny asfalt ved fuld udlægningsgrad. Grundet særlige krav under udlægningsprocessen, anbefales KVS af entreprenører, der har udlagt KVS, ikke at blive udlagt på mindre statsveje, hvor der er stor grad af brønde, rister, vej møbler m.m., da KVS er svær håndterbar i denne sammenhæng. Strækninger med denne begrænsning vurderes i ringe omfang af det totale statsvejnet og har samtidig en begrænset trafik.

Effekten af KVS er størst, både i relation af CO₂-besparelse og samfundsøkonomisk effekt, når der afvikles meget trafik. Derfor er der foretaget analyser af, hvordan omkostningen for KVS mest effektivt kan bidrage til samfundet. Dette fremgår af afsnittet omkring samfundsøkonomi, hvor merprisen af KVS bliver sat i perspektiv til de samfundsøkonomiske gevinster.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

KVS har været igennem talrige og omfattende analyser forud for ovenstående effektdokumentation på det statslige vejnet. Da KVS endnu er i en tidlig fase, og det dermed endnu ikke er muligt fastslå de faktiske effekter hen over asfaltens levetid, skal dokumentationen ses i dette lys. Der vil med andre ord være en iboende usikkerhed omkring de faktiske effekter. Det er Vejdirektoratets forventning, at de dokumenterede effekter på det statslige vejnet vil holde stand set over levetiden. Der vil i den kommende årrække foretages mange målinger for at følge op på dette.

CO₂-reduktionspotentialet fra det statslige vejnet opgøres af Vejdirektoratet til 182.000 ton for perioden 2021-2030. Dette er på baggrund af en generel brændstoffbesparelse på 1,2 % samt visse forudsætninger vedrørende den gennemsnitlige CO₂-udledning pr. kørt km. (samt udviklingen i denne over tid).

Tager man udgangspunkt i disse tal fra Vejdirektoratet og i forlængelse heraf – med en noget simplificeret antagelse – skønner en lineær, stigende profil i reduktionen af CO₂-udledningen fra trafik, kan besparelsen i 2030 opgøres til 33.100 ton CO₂e.

Statsvejene udgør dog kun godt og vel 5 % af det næsten 75.000 km lange vejnet i Danmark – heraf cirka 1,8 % statslige motorveje og cirka 3,5 % andre statslige veje. De resterende cirka 95 % er kommunale veje.

Potentialet for CO₂-besparelser på kommunale veje er efter Dansk Byggeris overbevisning mest sammenligneligt med de cirka 3,5 % statslige veje, der ikke er motorveje. For disse veje har Vejdirektoratet opgjort et reduktionspotentiale på 44.000 ton CO₂e ud af de i alt 182.000 ton CO₂e over perioden 2021-2030. Med en lineært stigende profil fra 2021 svarer det til 8.000 ton CO₂e i 2030.

Forudsættes det dernæst, at 1/3 af de kommunale vejstrækninger er egnede til anvendelse af KVS, og antages disse kommunale veje i gennemsnit at have blot 1/3 af trafikmængden og CO₂-reduktionspotentialen som de statslige veje, der ikke er motorveje, kan CO₂-besparelsen ved KVS opgøres til rundt regnet 135.000 ton CO₂e i perioden 2021-2030, heraf omtrent 24.000 ton CO₂ i 2030.

Det opgjorte CO₂-reduktionspotentiale ved anvendelse af KVS på de kommunale 'højklasse'-veje forudsætter naturligvis, at udlægningen af KVS forløber i samme relative takt som på de statslige veje. Tallet er behæftet med stor usikkerhed i mangel af dokumentation. Derfor er tallet – på trods af et stort vurderet potentiale på det kommunale område – til den noget moderate side, og det bør kvalificeres yderligere.

Den samlede besparelse ved anvendelse af KVS på statslige og kommunale veje kan i det tilfælde – med stor usikkerhed – opgøres til 57.000 CO₂e i 2030. Det skal dog understreges, at reduktionspotentialet forventes at være væsentligt stigende herefter frem mod 2037, jf. en sammenligning af Vejdirektoratets to beregninger for perioderne 2021-2030 samt 2020-2037.

Forslag 5: Produktion af 'grøn' asfalt og koldblandet asfalt

Kort beskrivelse af initiativet

Formålet med dette initiativ er at reducere anvendelsen af jomfruelige råstoffer i produktionen af almindelig varmblandet asfalt fra asfaltværker ved at øge genanvendelsen af gammel asfalt. Genanvendelse af gammel asfalt i produktionen af nye asfaltprodukter foregår allerede, men der er et stort potentiale i at øge omfanget af genanvendt asfalt – ikke mindst i vejnettets øverste lag asfalt (slidlaget), hvor genanvendelsesprocenten for nuværende ikke skønnes at være over 10 %.¹

Genanvendelsen af asfalt kan ske på forskellige måder. Dels kan man øge andelen af genanvendt asfalt i den eksisterende produktion af varmblandet asfalt på asfaltværkerne ('grøn' asfalt), og dels kan genanvendelsen ske i en koldblandet¹ produktion af asfalt, der foregår decentralt i mindre produktionsskala ude i forlængelse af de faktiske anlægsprocesser.

Øget genanvendelse af asfalt samt asfaltens produktionstype (varmblandet eller koldblandet) kan potentielt føre til ændringer i asfaltens egenskaber. Hvad angår varmblandet asfalt har laboratorieforsøg ikke kunnet påvise en negativ effekt ved tilsætning af op til 30 % slidlagsgenbrug.¹

Til de meget befærdede vejnet (herunder mange af statsvejene) vurderes det, at anvendelsen af koldblandet asfalt ikke særlig hensigtsmæssig. Til gengæld er der et betydeligt potentiale for koldblandet asfalt på store dele af de kommunale veje, mens det potentielle anvendelsesområde for 'grøn' asfalt er endnu bredere (dog ikke på veje, hvor der anvendes klimavenligt asfaltslidlag (KVS)).

Med andre ord er det ikke på hele det danske vejnet, at øget genanvendelse og koldblanding af asfalt er et reelt alternativ til den typisk anvendte asfalt produceret på asfaltværkerne. Men i den udstrækning, at almindelig varmblandet asfalt kan erstattes med øget genanvendt asfalt i processen ('grøn' asfalt) eller substitueres med koldblandet genbrugsasfalt produceret på selve anlægspladsen eller på nærliggende mobile/stationære anlæg, er der en række forskellige processer, der giver anledning til CO₂-besparelser.

Først og fremmest mindskes behovet for udvinding, import (og transport) af råmaterialer til ny asfalt, såsom bitumen, sand- og klippematerialer. Dette gælder både ved 'grøn' asfalt og koldblandet asfalt.

Hvad angår 'grøn' varmblandet asfalt (asfalt med genbrugstilslag) vil energiforbruget fra asfaltværkernes varmebehandling af asfalt være nogenlunde den samme som uden genbrug i produktionen. Og transporten fra asfaltværk til udlæg på vej er også den samme. Disse elementer indebærer dermed ikke en besparelse for 'grøn' asfalt. Det vil til gengæld være tilfældet, hvis den almindelige varmeblandede asfalt (uden genbrug) i stedet substitueres med koldblandet asfalt, da asfaltværkernes varmebehandling samt transporten fra varmeværkerne helt udgår.

Med andre ord indebærer den koldblandede proces flere kilder til CO₂-besparelser end den 'grønne' varmeblandede proces. Til gengæld er anvendelsesområdet for 'grøn' asfalt som nævnt bredere end for koldblandet asfalt.

Helt konkret kan koldblandede asfalt-bærelag ofte bruges som et alternativt virkemiddel i forbindelse med vedligeholdelsesarbejder, specielt ved vejstrækninger som er meget nedbrudte i form af langs- eller tværgående revner, og strækninger hvor nedbrydningen er så markant, at en almindelig slidlagsudskiftning ikke fører til en tilfredsstillende levetid, før næste driftsaktivitet kræves. På små kommuneveje, som er gået i stykker, kan koldblandet benyttes til at skabe et nyt fundament for vejen, hvorpå der afsluttes med et (mindre) lag varmblandet asfalt. På visse større veje kan det også være interessant til belægningsfornyelse, men også her skal der afsluttes med varmblandet asfalt.

Der er mange forskellige anvendelsesmuligheder for koldblandet asfalt, og CO₂-besparelspotentialet ved udlægning af koldblandet asfalt afhænger af, hvilket tiltag man ellers ville vælge at udføre. Størst potentiale opnås, hvis referencen er en total udskiftning af alle gamle asfaltlag med koldblandet asfalt (blandet på og transporteret fra asfaltværk).¹ Besparelspotentialet opgjort ved koldblandet asfalt i tabel 1 er udtryk for dette størst mulige potentiale. Det skal dog bemærkes, at det langt fra er i alle tilfælde, at referencen vil være en total udskiftning af varmblandet asfalt med koldblandet asfalt. Man kan forestille sig forskellige alternative scenarier, som er uddybet til sidst i dette bilag.

Der skønnes at være et samlet årligt besparelspotentiale på op til 17.000 ton CO₂e (i 2016-niveau) ved maksimal genanvendelse af asfalt i den varmblandede 'grønne' udgave samt i koldblandet form. Heraf cirka 12.000 ton CO₂e ved 'grøn' asfalt og cirka 5.000 ton CO₂e ved koldblandet asfalt.

Betragtninger vedrørende Vejreglerne

I Vejreglerne fra 2012 samt i de opdaterede materialekrav pr. december 2018 er det specificeret, at der (i de fleste typer) varmblandet slidlagsasfalt kan indgå genanvendt asfalt svarende til maksimalt 30 % af mængden i den nyproducerede slidlagsasfalt.¹

I forhold til Vejreglerne som branchestandard er det således ikke muligt for offentlige bygherrer at tilføre mere end 30 % genanvendt asfalt til en varmblandet produktion af slidlag, også selvom det rent teknisk ville være muligt og sikkerhedsmæssigt forsvarligt. På sigt kan det derfor være nødvendigt med en tilpasning af Vejreglernes tilladte genanvendelsesprocent i den varmblandede slidlagsproduktion, sådan at fremtidens nyanlagte veje får et endnu grønnere aftryk. En sådan yderligere forøgelse af genanvendelsesprocenten i slidlaget afhænger selvfølgelig også af asfaltens fortsatte holdbarhed, og at den skønnes sikkerhedsmæssig forsvarlig. Desuden skal fordelene ved øget genanvendelse i slidlaget opvejes imod de CO₂-besparende egenskaber ved KVS, som ikke er foreneligt med en høj genanvendelsesprocent i slidlaget.

I forhold til den koldblandede asfalt er der ikke umiddelbart lovgivningsmæssige barrierer vedrørende genanvendelsesprocenten i produktionen.

Tidsaspekter

Genanvendelsen af varmblandet asfalt er allerede i dag teknisk mulig og anvendt i praksis. Potentialerne for materiale-, transport- og CO₂-besparelser ligger således i en opskalering af nuværende praksis, hvilket umiddelbart kan igangsættes allerede nu.

Opskaleringsmulighederne for genanvendelse af varmblandet asfalt i slidlag skal ses i sammenhæng med introduktionen af andre virkemidler på de danske veje. Her tænkes der særligt

på den fremadrettede ibrugtagning af klimavenlig asfalt (KVS), som ikke er forenelig med en forøget genanvendelsesprocent på asfalt – i hvert fald ikke i slidlaget. Tages KVS i brug i stor udstrækning fremadrettet, kan det derfor potentielt fortrænge og/eller udsætte en opskalering af 'grøn' asfalt. Det vurderes dog, at der er rum for introduktion og udnyttelse af begge teknikker sideløbende, og uden at der sker fortrængning. De beregnede CO₂-besparelspotentialer i dette notat tager udgangspunkt i denne vurdering, mens de konkrete beregningsforudsætninger uddybes senere i notatet.

Med hensyn til koldblandet asfalt er teknikken for danske forhold meget ny, og det kan derfor tage en årrække at implementere den.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 1		
Effekter ved initiativet om koldblandet asfalt		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger		
	Ved koldblandet asfalt er der et reduceret energiforbrug på asfaltværker, da koldblandingen substituerer den produktion, der ellers skulle have fundet sted på værket med et stort varmekorbrug.	Mindre udvinding og transport af ny bitumen og sand- og klippematerialer til ny asfalt. Dette er tilfældet både ved produktion af 'grøn' varmeblandet asfalt såvel som ved koldblandet asfalt.
Effekt på input	Ved både 'grøn' og koldblandet asfalt er der mindre indenlandsk transport af råvarer til asfaltproduktion.	
	Ved koldblandet asfalt vil der være en yderligere gevinst i form af reduceret transport af materialer fra asfaltværkerne til anlægspladserne. Denne yderligere positive effekt ved	

	koldblandet asfalt er dog ikke kvantificeret i dette bilag. Besparelspotentialt ved genanvendt 'grøn' eller koldblandet asfalt afhænger dels af referencebehandlingen ('alternativ-forureningen'), samt på hvor stor en del af vejnettet, det valgte virkemiddel tages i anvendelse. Anvendelsen af 'grøn' varmblandet asfalt skønnes at give en årlig besparelse på 12.000 ton CO₂e, som kan indføres over et par år. Anvendelsen af koldblandet asfalt skønnes at give en årlig besparelse på 5.000 ton CO₂e. Det skønnes indført over 5 år. Ved intelligent/optimal genanvendelse via de to metoder (uden overlap) skønnes det, at der samlet kan opnås en besparelse på 17.000 ton CO₂e med potentielt fuld indførelse i 2025.
Effekt på output	
Øvrige effekter	

Beskrivelse af effekter

Alle effekterne opnås som inputeffekter, da en mindre anvendelse af varmblandet asfalt fra asfaltværker mindsker behovet for både importerede råstoffer, energitilgange til produktion og transport af materialer.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

Den samlede asfaltproduktion i 2016 lå ifølge Asfaltindustrien på 3.820.000 ton, hvoraf cirka halvdelen gik til produktion af asfaltbærelaget (hvor genanvendelsen var 30 %) og cirka halvdelen gik til produktion af slidlag (hvor genanvendelsen var 10 %).

Der vurderes at ligge et uudnyttet potentiale både i form af mere genanvendelse i bærelaget såvel som i slidlaget. Den årlige CO₂-besparelse ved 'grøn' asfalt er derfor beregnet ud fra en gennemsnitlig stigning i genanvendelsen i bærelaget fra 30 % op til 40 % samt en gennemsnitlig stigning i genanvendelsen i slidlaget fra 10 % op til 20 %. Det svarer til, at den årlige genanvendte mængde bærelagsasfalt i den varmblandede produktion øges med 190.000 ton asfalt fra cirka 570.000 ton asfalt til 760.000 ton. Det genanvendte slidlag i den varmeblandede produktion øges tilsvarende med 190.000 ton fra 190.000 ton til 380.000 ton asfalt. Den gennemsnitlige stigning fra 10 % til 20 % i genanvendelsen i slidlagsproduktionen svarer til, at genanvendelsen fastholdes på maksimalt 10 % i visse dele af produktionen (herunder til KVS), mens genanvendelsen i andre dele af slidlagsproduktionen øges til 30 % eller mere.

CO₂-besparelsen pr. genanvendt ton tager udgangspunkt i en rapport fra Miljøstyrelsen om cirkulær asfaltproduktion i Danmark.¹ Her opgøres 'livscyklus'-udledningen af CO₂ ved produktion af varmeblandet SMA-asfalt uden genbrug til at være 65,5 kg CO₂e pr. produceret ton asfalt. Ved en genanvendelsesandel på 30 % i produktionen mindskes udledningen til 56,2 kg CO₂e pr. produceret ton asfalt. Altså en besparelse på 9,3 kg CO₂e pr. produceret ton asfalt. Rapportens resultater 'oversættes' i nærværende sammenhæng til, at enhver forøgelse af den gennemsnitlige genanvendelsesandel i produktionen med 10 procentpoint giver en besparelse på 3,1 kg CO₂e pr. produceret ton asfalt.

Der produceres cirka 1.900.000 ton bærelag om året, og en forøgelse af den gennemsnitlige genanvendelse fra 30 % til 40 % svarer således til en besparelse på 3,1 kg CO₂e for hvert produceret ton bærelag – altså en samlet besparelse på knap 6.000 ton CO₂e i produktionen af bærelag.

Der produceres cirka 1.900.000 ton slidlag om året, og en forøgelse af den gennemsnitlige genanvendelse fra 10 % til 20 % svarer således til en besparelse på 3,1 kg CO₂e for hvert produceret ton slidlag – altså en samlet besparelse på knap 6.000 ton CO₂e i produktionen af slidlag.

Samlet set giver dette en årlig besparelse på 12.000 CO₂e ved produktion af mere 'grøn' asfalt, end tilfældet er i dag.

En forudsætning for dette besparelspotentiale er, at der altid er genbrugsasfalt nok til rådighed i en passende tæt afstand til produktionen. Da dette ikke altid er tilfældet, må de 12.000 ton CO₂e anses som værende et optimistisk skøn.

Besparelspotentialet skønnes – med noget større usikkerhed – at være lavere ved koldblandet asfalt, da det potentielle anvendelsesområde er mere snævert. Her forudsættes det, at koldblandet asfalt udelukkende kan benyttes til bærelaget på (5 % af) det kommunale vejnet (såvel som private veje), men ikke til slidlag, da koldblandet asfalt som udgangspunkt ikke er egnet til dette formål. Det 'oversættes' i denne beregning til at 5 % af den årlige produktion af bærelag – svarende til 95.000 ton bærelagsasfalt ud af 1.900.000 ton – kan substitueres med koldblandet asfalt. I den koldblandede proces med fuld genanvendelse samt et meget lavere transport- og energiforbrug ved produktionen antages det, at CO₂-udledningen pr. ton produceret asfalt blot svarer til 20 % af udledningen ved normal varmeblandet produktion på værk uden genbrug (20 % af 65,5 kg pr. ton).

De 20 % er muligvis højt sat, da koldblandet asfalt kan produceres lokalt (enten efter affræsning af asfalt, som lokalt blandes koldt med skumbitumen på et mobilt værk, eller ved in-situ remix, hvor belægningen i én arbejdsoperation fræses op og blandes med skumbitumen og genudlægges), og

man derfor helt har elimineret behovet for nye stenmaterialer og dertilhørende transporter. Desuden tilsættes kun ca. 2 % ny bitumen mod typisk 5-7 % i varmblandet asfalt. Der er således relativt set enorme CO₂-besparelser ved denne proces.

Med ovenstående forudsætninger beregnes det samlede CO₂-besparelspotentiale ved koldblandet asfalt til cirka 5.000 ton CO₂e årligt.

Potentialet kan ikke allerede nu indfries, da teknikken skal implementeres over en årrække.

Anvendelsespotentialet for koldblandet asfalt består som oftest ikke i at udskifte udtjent varmblandet asfalt med koldblandet asfalt. Anvendelsen er i stedet ofte i forbindelse med reparationer af betydelige skader på vejene, jf. uddybning under alternative scenarier nedenfor. I dette tilfælde vil der dog være en CO₂-besparelsesgevinst i form af en udskydelse af det tidspunkt, hvor hele vejstrækningens asfalt bliver skiftet.

Der er potentielt et lille overlap i besparelspotentialerne ved 'grøn' genanvendt asfalt og koldblandet genanvendt asfalt, men dette vurderes at være meget begrænset. Og ved optimal brug af de 2 metoder på forskellige vejstrækninger vurderes det, at besparelserne kan indfries sideløbende uden at fortrænge hinanden.

Der skønnes således at være et samlet årligt besparelspotentiale på op til 17.000 ton CO₂e ved maksimal genanvendelse af asfalt i den varmblandede 'grønne' udgave samt i koldblandet form.

Alternative scenarier til total udskiftning af varmebehandlet asfalt med koldblandet asfalt

Ofte vælges lokale reparationer af de værste skader, f.eks. i form af basinudskiftninger, evt. i kombination med udlægning af nyt slidlag. Her er det direkte besparelspotentiale langt mindre end ved den totale udskiftning.

- 1) Udlægning af armeringsnet før nyt slidlag kan også være en referencebehandling. Også her er besparelspotentialet langt mindre end ved den totale udskiftning.
- 2) En tredje mulig reference er sammenligning med helt traditionel slidlagsudskiftning (eller ny overfladebehandling i tilfælde af veje med mindre trafik). Her kan koldasfalt-bærelaget tilbyde en længere levetid før næste driftsaktivitet i forhold til almindelig slidlagsudskiftning. CO₂-besparelspotentialet kan i dette scenarie ikke umiddelbart skønnes, men vil bl.a. afhænge af levetiden for de forskellige løsninger.
- 3) Endelig kan en fjerde alternativ reference være at gøre ingenting, forstået på den måde, at koldasfalt-teknologien kan muliggøre en relativt billig renovering af f.eks. mindre kommuneveje, som man ellers slet ikke ville vælge at bruge penge på. Her er CO₂-besparelspotentialet altså negativt.

Forslag 6: Længere levetider på asfalt som følge af færre gravninger og bedre reetableringer

Kort beskrivelse af initiativet

Der udføres løbende gravninger på vejene rundt om i landet som følge af behovet for f.eks. udbygning/udskiftning af fjernvarmerør, fiber- og elnet, kloakarbejder mv. Antallet af gravninger er særlig stort i bytætte områder, dvs. der er en stor gravningsintensitet. Den afledte effekt er, at dele af den udlagte asfalt bliver fjernet og udskiftet længe inden udløbet af asfaltens egentlige levetid, hvilket har negative konsekvenser for CO₂-udledningen.

Ved at udvikle værktøjer til overblik og en bedre koordinering af arbejder i og på vejen, vil man kunne reducere behovet for gravninger i nye og istandsatte veje.

Ud over et bedre overblik har de forskellige aktørers ressourcer og bevillinger samt vejens generelle tilstand også betydning for, i hvor høj grad man kan koordinere arbejderne, og dermed hvor stor en effekt initiativet vil have. Der formodes dog at ligge en anseelig effekt, hvis man kan forlænge levealderen på belægningen, i kraft af at den ikke ødelægges af gravninger.

Alternativet til ovenstående vil være at arbejde mere detaljeret og målrettet med differentierede forventede levetider på vejene og dermed "spare" på materialerne på de veje, der alligevel ikke vil kunne holde længe pga. opgravning, ændringer mv.

Derudover vil større fokus på reetableringer og stikprøvekontrol mht. materialevalg, lagtykkelser og jævnhed mindske gravningernes negative effekt på vejens levetid og behovet for tidligere renovering. Udvikling af et system så det, selv i byer med stor gravningsintensitet, kan registreres præcist, hvem der har gravet de pågældende steder og udført reetableringen, vil være hensigtsmæssigt, da der så kan følges op på eventuelle reklamationer.

Det årlige besparelspotentiale ved dette initiativ vurderes at være i omegnen af 1.000 ton CO₂e.

Tidsaspekter

Der skal udvikles værktøjer til overblik og koordinering samt værktøjer til registrering af oplysninger vedrørende de enkelte gravninger. Udvikling og implementering af sådanne værktøjer forventes at kunne ske inden for en periode på 5 år.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 1

Effekter ved initiativet om længere levetider på asfalt som følge af færre gravninger og bedre reetableringer

Nationalt

Globalt

Effekt på de direkte udledninger	Der anslås ikke at være nævneværdige direkte effekter forbundet med initiativet.
Effekt på input	De beregnede effekter opnås som inputeffekter, da anvendelsen af asfalt mindskes som følge af de generelt længere levetider på asfalten og den mindre hyppige udskiftning af denne. Besparelsen skønnes på nuværende tidspunkt til årligt 1.000 ton CO ₂ e fra 2025.
Effekt på output	
Øvrige effekter	

Beskrivelse af effekter

Der anslås ikke at være nævneværdige direkte effekter forbundet med initiativet.

De beregnede effekter opnås som inputeffekter, da anvendelsen af asfalt mindskes som følge af de generelt længere levetider på asfalten og den mindre hyppige udskiftning af denne.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

Der er knap 75.000 km vejstrækninger i Danmark, og det forudsættes, at en gennemsnitlig vej har en levetid på 15 år. Det grundlæggende behov for udskiftning af udtjente vejstrækninger forudsættes dermed at være cirka 5.000 km vej om året. Det antages, at der bruges cirka 1.000 ton asfalt pr. 3 km udlagt vej. De 5.000 km vej svarer dermed til 1.660.000 ton asfalt om året til brug for udskiftning af udtjente vejstrækninger. Det antages desuden, at der pr. produceret ton almindelig varmeblandet asfalt udledes 65,5 kg CO₂e. I det tilfælde kan den årlige udledning af CO₂e i forbindelse med produktion af ny asfalt til udskiftning af udtjent gammel asfalt, alt andet lige, opgøres til cirka 109.000 ton CO₂e om året. Det antages, at levetiden af belægninger kortes med 3 år i byerne, fordi der forbruges ca. 350 ton asfalt pr. km vej (mange ledninger ligger i cykelstier, hvor forbruget kun er 50 ton). For Københavns 549 km veje ligger der årligt en besparelse på 200 ton CO₂e. Hvis vi antager, at dette er det samme i de 5 største byer, så får vi en reduktion på 1.000 CO₂e. De næststørste byer har væsentligt færre veje, indbyggere og dermed også gravninger, og man behøver ikke udskifte hele vejens slidlag, blot fordi en strækning er dårligt retableret.

Dette årlige illustrerede besparelspotentiale kan umiddelbart vise sig at være i den høje ende i forhold til, hvad der er realiserbart, da det i mange sammenhænge kun er dele af en vejstrækning, der skal graves op.

Forslag 7. Andre materialevalg og -typer – stål, glasfiber, træ

Kort beskrivelse af initiativet

De fleste nye broer i Danmark bygges i dag som betonbroer, dvs. at både underbygning og overbygning er i beton. Der bygges også broer, hvor stålspuns vægge bærer et betondæk, men få egentlige broer med kompositbrodæk i stål-beton. Desuden bygges stålørrebroer bestående af korrugerede stålplader, som bærer ved kompositvirkning med fylden.

Træ anvendes først og fremmest til stibroer. Det samme gælder glasfiber eller i bredere forstand FRP (Fibre Reinforced Polymer). Glasfiber anvendes som dæk for stibroer og medfører lette konstruktioner.

På nuværende tidspunkt begrænser anvendelse af træ og glasfiber i brokonstruktioner sig til stibroer, men på sigt arbejdes der på at udbrede anvendelsen også til mindre vejbroer.

I EuroCode-regi arbejdes der på udarbejdelsen af regler for kompositbroer i træ-beton, som også er tænkt at skulle bære vejtrafiklast. Det samme gælder for FRP.

Det er lidt uklart, hvordan klimaaftrykket er for FRP-broer, men deres lethed giver besparelser i omkostninger til de bærende stålkonstruktioner og funderingen.

Udfordringen med træ er holdbarheden i et klima som det danske.

Med udgangspunkt i anlægssektorens input fra betonindustrien – omregnet til CO₂-ækvivalenter – skønnes en besparelse på maksimalt 1-2 % af anlægssektorens materialeinput til de relevante anlægskonstruktioner at føre til en årlig besparelse på 500-1.000 ton CO₂e. Der regnes med en besparelse på 500 ton CO₂ årligt.

Tidsaspekter

Der eksisterer allerede i dag en EuroCode for træbroer, som nu er under revision. Derudover forventes tilføjet nyt afsnit vedr. kompositbroer i træ-beton. En helt ny EuroCode for FRP-konstruktioner er undervejs, men allerede i løbet af 2020 forventes Vejdirektoratet og Banedanmark klar med projekteringsgrundlag og udbudsforskrifter for FRP-broer.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 1	
Effekter ved initiativet om andre materialevalg og -typer – stål, glasfiber, træ	
Nationalt	Globalt

Effekt på de direkte udledninger	Der vil ikke være en effekt på de direkte udledninger, da det forventes, at der skal anvendes lignende materiel (måske en anelse mindre) til at udføre de samme arbejder. Med andre ord er der ingen direkte besparelse at hente på mængden af materialer og CO ₂ -udledning.
Effekt på input	De konstruktioner, hvor andre materialetyper end beton vil kunne anvendes, vil grundet deres beskedne udbredelse og størrelse (stibroer tæller ikke så meget) blot have en lille effekt på CO₂-udledningen. Besparelsen i form af fortrængning af betonproduktion vurderes at svare til maksimalt 1-2 % af den samlede betonproduktion til anlægskonstruktioner. Der regnes med en besparelse på 500 ton CO₂e årligt fra 2021 og frem svarende til en besparelse på 1 %.
Effekt på output	
Øvrige effekter	

Beskrivelse af effekter

Der anslås ikke at være direkte besparelspotentialer forbundet med initiativet.

Den effekt, der er, opnås som en inputeffekt, da en del af materialeanvendelsen i stibroer (f.eks. beton) kan udskiftes med stål, glasfiber eller træ. Det skal dog i hvert enkelt tilfælde beregnes, hvilket materiale der vil give det laveste klimaaftryk.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

Vejdirektoratet udleder i gennemsnit 12.500 tons CO₂e årlig fra den anvendte beton. Banedanmark udleder via anlægskonstruktioner (ekskl. sveller) 3.000 tons CO₂e fra anvendte betonkonstruktioner. Dertil kommer udledning af CO₂e i forbindelse med opførelse af kommunale bygværker, metro, letbaner, forsyningsselskaber og havneanlæg. Det vurderes, at der i alt udledes 50.000 ton CO₂e inden for områder, hvor overstående forslag vil give effekt. Dette udgør således grundlaget for besparelsen på de maksimalt 1-2 % svarende til 500-1.000 ton CO₂e. Der regnes med en besparelse på 500 ton CO₂e årligt svarende til en besparelse på 1 %.

Forslag 8. Ændring af normer og beregningsmodeller med fokus på klima

Kort beskrivelse af initiativet

Anlægskonstruktioner såsom broer og andre bygværker projekteres på grundlag af konstruktionsnormer (EuroCodes) med nationale annekser, som angiver de nationale valg vedrørende sikkerhed og visse andre ting. Derudover findes der en række supplerende regler i projekteringsgrundlag og vejledninger.

Med henblik på at reducere CO₂-udledningen, hvor effekten er størst, bør der fokuseres på de normer og regler, som styrer materialeforbruget såsom DS/EN 1990 inkl. DK NA Basis of design, lastnormerne i DS/EN 1991-1-serien og materialenormerne, her først og fremmest DS/EN 1992 Betonkonstruktioner, da beton står for størstedelen af CO₂-udledningen i anlægssektoren.

Det foreslås derfor at udføre en regel-screening af de mest relevante normer og regler med det formål at pege på mulige regelændringer, som kan reducere mængderne. Det skal bemærkes, at Vejdirektoratet og Banedanmark styrer de nationale valg knyttet til de brospecifikke Eurocodes, mens evt. ændringer i de generelle dele skal koordineres med TBST.

Det vurderes, at justeringen af centrale paragraffer i normer og regler vil kunne give materialebesparelser på beton- og jordmængder på cirka 10 % for anlægskonstruktioner.

En besparelse på 10 % af de anvendte materialer skønnes at give en tilsvarende økonomisk besparelse på 10 % på materialernes andel af økonomien på de enkelte anlægsprojekter og en 10 % besparelse på CO₂-udledningen fra produktion og transport af de materialer, der anvendes i konstruktionerne.

I forbindelse med Bæredygtig Beton-Initiativet er der blevet indsamlet data fra medlemmerne i Dansk Beton på producerede mængder beton i 2018. På det grundlag er der foretaget en beregning af, hvor meget beton der anvendes til anlægskonstruktioner og til udendørs belægningssten. Dette tal er beregnet til 650.000 tons, og heri er indregnet bidraget til den armering, vi anvender til beton. Det udgør ca. 15 % af den totale udledning.

Af udledning på 650.000 CO₂e, som kommer fra betonværkerne, er det alene 360.000 CO₂e, som ikke er belægningssten. Af de 360.000 CO₂e vurderes det, at 50.000 CO₂e er den normsatte del heraf.

Med udgangspunkt i anlægssektorens input fra betonindustrien – omregnet til CO₂-ækvivalenter – skønnes en besparelse på 10 % af anlægssektorens materialeinput til de relevante anlægskonstruktioner at føre til en årlig besparelse på 5.000 ton CO₂e.

Konkrete betragtninger vedrørende justering af normer og regler

Nedenfor er nævnt et par konkrete eksempler på, hvad justeringen af normerne kunne fokusere på:

- Nedsættelse og differentiering af sikkerhedsniveauet for broer ved at indføre flere konsekvensklasser
- Kalibrering af partialkoefficienter på lastsiden for broer
- Dæmninger: Kalibrering af partialkoefficienter for jordens styrke (og lastmodeller)

- Større differentiering i krav til levetid (type af overføring for vej hhv. sti)
- Flere brogrupper for vejbroer eventuelt ny brogruppe svarende til klasse 60 (~ færdselslovens krav) ud over nuværende klasse 150 og 80 – dog med hensyntagen til fremtidig udvikling i vægten af køretøjerne
- Flere brogrupper for stibroer
- Mere differentierede krav til revnevidder for betonbroer
- Regler for minimumsarmering for betonbroer vurderes.

Tidsaspekter

Hvis branchen vælger at justere de nationale valg for nuværende normer, vil dette kunne implementeres inden for de næste 3 år for Vejdirektoratet. For Banedanmark vil den sikkerhedsmæssige godkendelse af normjusteringerne kunne forventes at tage længere tid.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 1

Effekter ved initiativet om at ændre normer og beregningsmodeller med fokus på klima

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	De direkte effekter af normændringerne vil være et mindre omfang af udgravninger på pladserne. Men denne reduktion vil være minimal. Besparselsen på brændstof til gravemaskiner og den tilknyttede CO ₂ -udledning vurderes derfor også at være minimal.	
Effekt på input	Der vil skulle anvendes og dermed også leveres en 10 % mindre betonmængde til konstruktionerne. Effekten på input er dermed, at der skal produceres og leveres 10 % mindre beton på anlægspladserne. Det	

	skønnes at give en besparelse på 5.000 ton CO ₂ e i 2030. Vejområdets del af besparelsen kan opnås allerede i 2023.
Effekt på output	
Øvrige effekter	Anlægsøkonomien på projekterne – for så vidt angår anvendelsen af materialer – forventes også at blive reduceret (dvs. forbedret) med 10 %.

Beskrivelse af effekter

De direkte effekter anslås på nationalt plan at være begrænsede.

De største effekter opnås som inputeffekter, da mindre materialeanvendelse (primært beton) mindsker behovet for både energitug betonproduktion og transport af samme materialer til anlægspladsen.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

Vejdirektoratet udleder i gennemsnit 12.500 tons CO₂e årlig fra den anvendte beton. Banedanmark udleder via anlægskonstruktioner (ekskl. sveller) 3.000 tons CO₂e fra anvendte betonkonstruktioner. Dertil kommer udledning af CO₂e i forbindelse med opførelse af kommunale bygværker, metro, letbaner, forsyningsselskaber og havneanlæg. Det vurderes, at der i alt udledes 50.000 ton CO₂e inden for områder, hvor overstående forslag vil give effekt. Dette udgør således grundlaget for besparelsen på de 10 % svarende til 5.000 ton CO₂e.

Forslag 9: Designoptimering – reduktion af mængder

Kort beskrivelse af initiativet

I anlæg ligger størstedelen af CO₂-udledningen i forbindelse med produktion af beton og asfalt i frem for andre materialer. Da mere end 80 % af CO₂-udledningen fra opførelsen af en bro er bundet i betonen, er det samtidig her, det bedst kan betale sig at optimere konstruktionen.

Kan der opnås en besparelse på 10 % af betonmængderne, spares der dermed også op mod 10 % af den pågældende konstruktions CO₂-udledning.

Reduktion af CO₂-udledningen indgår i dag ikke som en styrende parameter i bygge- og anlægsprocesser, hverken i forbindelse med planlægning, projektering eller udførelse. Mange overordnede beslutninger, f.eks. vedr. broernes geometri, fastlægges/fastlåses allerede i planlægningsprocessen ud fra hensynet til vejgeometri og tilpasning til landskabet. Projekteringen er langt hen ad vejen baseret på kendte løsninger – ofte på grund af tidspres.

Reduceres mængden af beton, så reduceres også mængden af armering og formodentlig også mængden til fundering. Hvis den fulde gevinst skal opnås, skal reduktion af betonmængderne (og andre mængder) tænkes ind i projekterne allerede i planlægningsfasen, så der kan tages hånd om afledte konsekvenser for vejudformning og arkitektur m.m. på forhånd. Det kræver desuden, at der afsættes den tilstrækkelige tid til både planlægnings- og projekteringsfasen, så bygherren har fokus på denne optimering.

I forbindelse med Bæredygtig Beton-initiativet er der blevet indsamlet data fra medlemmerne i Dansk Beton på producerede mængder beton i 2018. På det grundlag er der foretaget en beregning af, hvor meget beton der anvendes til anlægskonstruktioner og til udendørsbelægninger. Dette tal er beregnet til 650.000 tons, og heri er indregnet bidraget til den armering, vi anvender til beton. Det udgør ca. 15 % af den totale udledning.

Af udledning på 650.000 CO₂e, som kommer fra betonværkerne, er det alene 360.000 CO₂e, som ikke er belægningssten. Af de 360.000 CO₂e vurderes det, at 50.000 CO₂e er den normsatte del heraf.

Med udgangspunkt i anlægssektorens input fra betonindustrien – omregnet til CO₂-ækvivalenter – skønnes en besparelse på 10 % af anlægssektorens materialeinput til de relevante anlægskonstruktioner at føre til en besparelse på 5.000 tusinde ton CO₂e.

Konkrete betragtninger vedrørende designoptimeringen

Som eksempler på optimeringsmuligheder kan nævnes:

Konstruktioner:

1. Reduktion af broarealer og brolængder ('lukkede' broer frem for 'åbne', kortere broer)
2. Reduktion af spændvidder (flere understøtninger – dog afhængigt af vejudformning og funderingsforhold)
3. Højere grad af statisk ubestemthed i konstruktioner (kontinuerte broer, rammebroer)
4. Generel optimering af alle tværsnit med henblik på at fjerne al unødigt beton. Egenvægt så lille som muligt.

5. Paradigmeskift til andre brotyper med mindre betonforbrug

Anlægslogistik, jordarbejder:

1. Ved anvendelse af digitalisering kan anlægslogistikken optimeres, og der vil skulle anvendes mindre brændstof til f.eks. jordflytning. Undersøgelser har dog også vist, at ved genindbygning af jord skal jord være egnet til direkte indbygning, da en eventuel efterbearbejdning med cement eller kalk øger CO₂-udledningen.
2. Planlægning af arbejder, så jordarbejder foretages i tørre måneder. April til november.

Tidsaspekter

Der er umiddelbart intet til hinder for at lægge større vægt på designoptimering af konstruktioner med virkning inden for en kort tidshorisont (3 år). Det kræver dog, at bygherren opstiller krav til reduktion af CO₂-udledningen i projekterne og opsætter rammerne for optimeringen.

Det foreslås, at der foretages nogle testprojekter for at afsøge muligheder og begrænsninger med hensyn til at opnå de forventede reduktioner.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt.

Tabel 1		
Effekter ved initiativet om designoptimering – reduktion af mængder		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Ved mængdeoptimering vurderes reduktionen af de direkte udledninger at være minimal. Besparelsen på brændstof til gravemaskiner og den tilknyttede CO ₂ -udledning vurderes derfor også at være minimal.	
Effekt på input	Der vil skulle anvendes og dermed også leveres en 10 % mindre betonmængde til konstruktionerne. Effekten på input er dermed, at der skal produceres og leveres 10 % mindre	

	beton på anlægspladserne. Det skønnes at give en årlig besparelse på 5.000 ton CO ₂ e i 2023 og frem.
Effekt på output	
Øvrige effekter	Anlægsøkonomien på projekterne – for så vidt angår anvendelsen af materialer – forventes også at blive reduceret (dvs. forbedret) med 10 %. Dog bør der forventes en længere planlægnings- og udførelsesfase.

Beskrivelse af effekter

Det anslås, at de direkte effekter er begrænsede.

Den store effekt opnås som en inputeffekt, da mindre materialeanvendelse (primært beton) mindsker behovet for både energitung betonproduktion og transport af samme materialer til anlægspladsen.

Beregningsforudsætninger ved dette initiativ

Vejdirektoratet udleder i gennemsnit 12.500 tons CO₂e årlig fra den anvendte beton. Banedanmark udleder via anlægskonstruktioner (ekskl. sveller) 3.000 tons CO₂e fra anvendte betonkonstruktioner. Dertil kommer udledning af CO₂e i forbindelse med opførelse af kommunale bygværker, Metro, Letbaner, forsyningsselskaber og havneanlæg. Det vurderes at der i alt udledes 50.000 ton CO₂e inden for områder, hvor overstående forslag vil give effekt. Dette udgør således grundlaget for besparelsen på de 10 % svarende til 5.000 ton CO₂e.

Forslag 10: Fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner i 2030 – Strategisk udskiftning af maskinparken

Kort beskrivelse af initiativet

Anlægsmaskiner havde ifølge Danmarks Statistik en CO₂-udledning på 177.000 tons CO₂ i 2017, svarende til omkring 70 mio. liter diesel.

Maskiner har derudover en meget stor udledning af NO_x og partikler, som ikke mindst i byerne bidrager til luftforureningen. Disse udledninger reguleres af EU's Stagenormer. Der sker de kommende år en gradvis stramning af disse normer i EU-regi.

Der er et øget fokus på maskinernes miljøpåvirkning. Mange maskinfabrikanter er i gang med udviklingen af nye maskiner, som i løbet af 2020'erne vil være emissionsfri, ligesom der allerede i dag er alternative drivmidler, som helt eller delvist kan bidrage til omstilling hen mod fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner (HVO, GTL, gas, el, brint og methanol). Der findes i dag en række mindre eldrevne maskiner på markedet.

Et realistisk, men ambitiøst mål er fossil- og emissionsfri anlægsmaskineri 2030 med en gradvis udrulning af forskellige initiativer frem mod 2030. Det foreslås, at der udarbejdes en detaljeret plan for denne proces, og at der etableres et samarbejdsforum med branchen, ligesom der er behov for midler til diverse udviklingsprojekter.

Der foreslås en gradvis udrulning frem mod 2030.

Som 1. fase foreslås det, at de 4 miljøzonebyer (København, Aarhus, Aalborg og Odense) fra 2023 stiller krav om brug af fossilfrie anlægsmaskiner på egne bygge- og anlægsprojekter. Som en del af dette foreslås det, at miljøzonestyringen i Danmark også kommer til at omfatte Stagenormerne for bygge- og anlægsmaskiner.

Som 2. fase foreslås det, at antallet af kommuner, som stiller krav til fossil- eller emissionsfrie anlægsmaskineri af egne maskiner øges, og at antallet af fossil- og emissionsfri bygge- og anlægsprojekter i stat og kommuner øges gennem krav i udbud.

I takt med denne udvikling vil markedet udvikle sig med flere maskintyper, som opfylder ønsket om emissionsfrihed med f.eks. maskiner på el og brint, ligesom løsninger vedrørende ladeinfrastruktur vil udvikle sig.

I udrulningsfasen i 2020'erne vil der være behov for, at afgiften på biodrivmidler bliver tilpasset afgiften på diesel, så f.eks. HVO vil være et reelt alternativ til diesel. HVO er i dag omkring 5 kr. dyrere pr. liter, heraf 2,61 kr. er afgift. Der forventes, at øget konkurrence vil sænke prisen på HVO. HVO vil fremover indgå i SKI-aftalen for indkøb af drivmidler til kommuner, regioner og stat.

Cases

Oslo Kommune har besluttet, at alle deres egne bygge- og anlægsprojekter senest i 2025 skal være "utslippsfrie". Oslo, Stockholm og København har gennemført et fælles udbud af en maskintype (Dumper). Helsinki, Stockholm, Oslo, Trondheim, København, Amsterdam, Lissabon m.fl. indgår i øjeblikket som partnere i et EU-støttet Big Buyers platform om fossil- og emissionsfri bygge- og anlægsmaskiner.

Tidsaspekter

Det forudsættes, at maskiner, der kører på fossile brændsler, gradvis udfases fra 2021 med 20 %, 40 % i 2024, 50 % i 2025 også med 10 % pr. år frem til 2027. I 2028 forventes det, at hele maskinparken er fossilfri.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet i 2030

Tabel 1		
Effekter ved initiativet om fossil- og emissionsfri anlægsmaskiner		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Initiativet kræver, at der i udbud stilles krav om emissionsfri byggepladser. Der udledes i dag samlet 177.000 tons CO₂ på anlægspladserne. Der forventes flg. indfasning for initiativet over tid: 2021: 35.000 tons CO₂e 2022: 44.000 tons CO₂e 2023: 53.000 tons CO₂e 2024: 71.000 tons CO₂e 2025: 88.000 tons CO₂e 2026: 106.000 tons CO₂e 2027: 124.000 tons CO₂e 2028 og frem: 177.000 tons CO₂e årligt	
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Reduktion af NOx og partikler	

Forslag 11: Alternative drivmidler, brændstof

Kort beskrivelse af initiativet

Langt de fleste bygge- og anlægsmaskiner kan i dag køre på alternative drivmidler til diesel. Biodiesel i fri handel indeholder i dag kun en andel på op til 7 % bio brændstof. Udledningen fra diesel er på 2.67 kg CO₂ pr. liter diesel. Det betyder, at med branchens forbrug på op til 70 millioner liter diesel udledes der 177.000 CO₂ fra anlægsmaskinerne.

Maskinproducenterne er stadig i den tidlige udviklingsfase på alternative drivmidler såsom el, batteri, brint og lignende. Derfor er der ikke mulighed for en relativ hurtig indføring om krav for dette. Effekten vil på den korte bane være meget begrænset.

De alternative brændstoffer såsom GTL og HVO er derimod allerede i handlen og vil kunne indføres som lovpligtige brændstoffer relativt hurtigt. Overgangen til GTL/HVO vil være en af de mest givende effekter, og både drivmidlet og teknikken er klar til dette.

Med en overgangsperiode på 1-2 år vil forsyningsselskaber kunne have mulighed for at tilpasse logistikken og fremstilling af GTL/HVO.

Udledningen af CO₂ vil mindskes med 8-22 % ved brug af GTL. HVO er CO₂-neutral, men afhænger af hvilket bio materiale det er lavet af. Der er behov for mere viden og sikring af korrekt fremstillet HVO-brændstof.

For begge brændstoffer vil der være en væsentlig reduktion af udledningen af NO_x og partikler.

Dette initiativ kan udføres ukompliceret, men der kan dog være problemer med leverandørgarantier.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 1

Effekter ved alternative brændstoffer

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	26.500 tons CO ₂ for GTL og 80-100 % (130-177.000T) for HVO afhængig af produktionsform. I dette initiativ er der regnet med en direkte effekt på 141.000 tons CO ₂ , svarende til ca. 80 % af den samlede udledning ved	

	anvendelse af diesel som brændstof.	
Effekt på input	Vil sikre hurtig reduktion af CO ₂ -udslippet. Afgifts- og prisudligning vil give færre brændstoffer og derved mindre logistik og transport	
Effekt på output	Reduktion på CO ₂ -udslippet med op til 100 %	
Øvrige effekter	Reduktion af NO _x og partikler i lokalsamfundet	

Forslag 12: "Deleøkonomisk perspektiv" og "Fuld udnyttelse af kapaciteten på maskiner: Vejning og højde/krøje-stop"

Kort beskrivelse af initiativet

Bedre anvendelse af maskiner, herunder deleøkonomi – en højere utilization af den enkelte maskine vil i et deleøkonomisk perspektiv sikre, at vi bruger et færre antal maskiner på landsplan. Maskinerne vil hurtigere skulle udskiftes, og det vil medføre, at den seneste teknologi og de mest miljøvenlige maskiner anvendes. Hvis vi udnytter maskinerne optimalt, skal vi bruge (og producere) færre maskiner.

Tiltag såsom at stille krav om optimal udnyttelse af kapaciteten på de enkelte maskiner vil også stimulere til en bedre udnyttelse og dermed spare brændstof og CO₂.

Optimal udnyttelse af den samlede maskinpark i deleøkonomisk perspektiv

ERA European Rental Association har i 2019 udgivet en forskningsrapport: "Carbon footprint of construction equipment". Den er udarbejdet i samarbejde med 3 uafhængige specialiserede analysefirmaer, der har undersøgt 10 forskellige slags maskiner og deres livscyklus og CO₂-aftryk. Rapporten konkluderer, at hvis entreprenører i stedet for at eje deres udstyr får adgang til det helt rigtige udstyr til opgaven, vil maskinerne blive udnyttet bedre i hele deres livscyklus. ERA estimerer, at det vil skabe en CO₂-reduktion på ca. 30 % og i nogle tilfælde op til 50 %. Reduktionen sker igennem 4 punkter:

- Hvis intensiteten på maskinerne udnyttes optimalt (høj utilization), vil der skulle bruges færre maskiner.
- Det er vigtigt at bruge de rigtige maskiner til opgaven og ikke bruge for store maskiner uden grund.
- Hvis man lejer maskiner, transporteres de ofte fra et center tættere på opgaven og dette sparer transport og CO₂.
- Maskinernes vedligeholdelse forlænger levetiden og sparrer CO₂.

I udlejningsbranchen findes en "calculator" til at beregne CO₂, hvilket vil hjælpe den enkelte entreprenør/bruger til at kunne lave en uvildig CO₂-beregning på den konkrete maskine, når den lejes. CO₂-beregningen skal naturligvis ikke baseres på lejeperioder, men på maskinernes faktiske køretid.

Betragtninger vedrørende krav i udbud

Det vurderes, at det vil stimulere initiativet at stille krav i udbud:

- Om at bruge batteri-/elmaskiner, når de findes i de rigtige størrelser
- Om at anvende den rigtige størrelse maskine til den konkrete opgave
- Om at aflevere et CO₂-regnskab for opgaven – ligesom man forlanger "kvalitetssikring"
- Om at bruge maskiner, der er stage 5 (EU-emissionskrav) godkendte.

Udnyt maskiner/lastbilers kapacitet fuldt ud, og indfører højde/krøjestop

Det vil have en positiv effekt, hvis der stilles krav om, at lastbiler, der f.eks. transporterer jord,

udnytter hele kapaciteten på ladet. Dette kan ske via krav om en vejning. Endvidere kan man indføre højde/krøjestop.

Initiativerne kan sættes i gang inden for 2020, og effekten vil kunne ses relativt hurtigt.

Barrierer: Det er vigtigt, at det er den "rigtige" vedvarende energikilde, der forsyner byggepladserne, når el- og batterimaskiner skal lades op. Der bør stilles krav om dette.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet i 2030

Tabel 1		
Effekter ved initiativet om bygge- og anlægsmaskiner		
"Deleøkonomisk perspektiv" og "Fuld udnyttelse af kapaciteten på maskiner: vejning og højde/krøjestop" 30-50 %	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Ca. 70.000 ton CO ₂ /år	
Effekt på input		
Effekt på output		
Øvrige effekter	Reduktion af NO _x og partikler	

Forslag 13: Optimeret intern logistik og fragt

Kort beskrivelse af initiativet

Formålet med initiativet er reducere forbruget af brændstof og dermed CO₂-udledning ved at optimere leverancer og logistik til og på byggepladsen.

Leverancer og transport af forskellige materialer er en stor post på CO₂-regnskabet for anlægsbyggepladser.

Transport til og fra og på byggepladsen inkluderer:

- Transport af jord væk fra pladsen
- Transport af grus og stenmaterialer til pladsen
- Transport af maskiner til og fra pladsen
- Transport af byggematerialer til pladsen
- Intern transport af jord, byggematerialer m.m.
- Transport af affald væk fra pladsen.

Ved bestilling af varer skal der fokuseres på, at levering sker i hele læs, og at lastbilerne kører med den maksimale vægt, så antallet af kørsler reduceres mest muligt.

Dette vægtningskrav skal kombineres med ønsket om, at varer leveres direkte ved indbygningsstedet, hvis det er muligt.

Returlæs (jord væk fra pladsen og grus til pladsen) skal optimeres – ligeledes ud fra et ønske om at reducere antallet af kørsler.

Eventuelt kan tidsplaner drøftes i samarbejde med leverandører, så leverandørerne kan indarbejde tidsplaner fra flere forskellige kunder og dermed udarbejde en kørselsrute med fulde læs, når der skal leveres varer, så kørslen minimeres mest muligt.

Der kan f.eks. anvendes udvidet brug af 3D-modeller, hvor leverancer er angivet på modellen, så leverandører kan se, præcist hvor tilkørt materiale skal anvendes. Brug ID-numre og tidsplan (4D), så leverandør/byggeledelse kan planlægge leverancer efter dette.

Små akutte, men vigtige mangler (rørstumper, og lign.) kan f.eks. leveres med droner, så der ikke skal køres små kørsler efter disse.

Tidsaspekter

Ovennævnte initiativer kan implementeres nu (2021) – bortset fra droneleverancer – og der forventes fuld effekt inden for 3 år.

Det forventes ikke, at der vil ske fuld implementering af el eller fossilfrit brændsel til lastbiler inden for en 3-års periode, hvorfor der regnes med fuld effekt.

Da initiativet involverer aktivitet på tværs af byggepladser og aktører, bør der i starten stilles krav i udbudsmaterialet om fælles koordinerede transportløsninger.

Det forventes, at der ved fuld implementering – ud over reduceret CO₂-udledning – ligeledes vil være store økonomiske fordele for aktørerne og dermed bygherre grundet mindre transportomkostninger. Så initiativet vil på sigt blive båret og motiveret af de oplagte fordele ved initiativet.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Effekter ved initiativet om optimeret logistik og fragt		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Der kan spares intern kørsel og dermed CO ₂ , når varer/materialer er leveret, hvor de skal bruges.	
Effekt på input	Ved minimering af småkørsler spares der minitransporter og dermed CO ₂ .	
	Ved at leverandører får mulighed for at inddrage flere byggepladsleverancer, når de skal bruges, kan antallet af kørsler nedsættes.	
	Den samlede CO₂-udledning er på 65.000 tons CO₂e, og med 10 % reduktion giver det en samlet reduktion på 6.500 tons CO₂ på sager, der varer 1,5 år. Omregnet til år svarer det til 4.500 tons CO₂e. pr. år ved fuld implementering. Det kan fordeles pr. år således: 2021: 1.000 tons reduceret CO₂e	

	2022: 2.000 tons reduceret CO ₂ e
	2023: 4.500 tons reduceret CO ₂ e
Effekt på output	
Øvrige effekter	

Beregningsforudsætninger

Vi har udført en CO₂-beregning på en typisk anlægssag med alle de leverancer, der normalt er på en sådan. Beregningen er udført på CO₂-udslippet for transporterne til sagen.

Beregningen viser, at der typisk på alle leverancer vil være et CO₂-udslip på 130 tons CO₂e på en sag, der varer 1,5 år.

Der omsættes for ca. kr. 25-30 mia. kr. på landsplan af den type projekter, der er udført CO₂-beregning på. Ved en omregning, hvor det typiske projekt sættes til 50 mio. kr., vil det give ca. 500 projekter og en samlet CO₂-udledning på 65.000 tons CO₂e.

I rapporten "Utslippsfrie byggeplasser, state of the art", udført af SINTEF Norge dateret 24/8/2018, har man lavet en vurdering på, at der ved optimerede transport og leverancer kan opnås en reduceret udledning på ca. 10 %. Det indebærer implementering af alle de initiativer, der er beskrevet i ovenfor.

Forslag 14: Robotter, Additive Manufacturing og digitale tvillinger

Kort beskrivelse af initiativet

Øget anvendelse af robotter i anlægssektoren kan reducere CO₂-udledningen gennem reduktion af anvendelsen af fossilt brændsel, højere produktivitet og mindre materialeanvendelse og spild.

Generelt defineres en robot som en programmerbar maskine, der med værktøjer, manipulatorer og sensorer kan interagere autonomt med sine omgivelser og udføre en opgave. Robotter findes både som fysiske og digitale robotter – også kaldet softbots, som sammentrækning af "software" og "robots".

Softbots – også kaldet "assistenter" – erstatter manuelle processer og menneskelig arbejdskraft for at varetage administrativt arbejde, databehandling og styring, oftest med et formål om at opnå højere produktivitet. De spænder fra SIRI- og ALEXA-servicerobotterne, over drive-assist i biler og til sagsbehandlingsrobotter, der skriver mails og betaler regninger.

Additive manufacturing er fremstillingsteknologier, der kan bygge emner op lag på lag. Dette kan gøres på forskellige måder med 3D-print og robotter. Øget anvendelse af additive manufacturing vil reducere transport, brændstofforbrug, materialeforbrug og spild – ligesom det vil erstatte manuelt arbejde med automatisering – og dermed reducere CO₂-udledningen fra projektet i produktionsfasen.

En "digital tvilling" er en virtuel spejling af et fysisk aktiv, som samler og organiserer data fra processer, services, udstyr og mennesker for at skabe indsigter til at optimere brug og drift. Ud over at være en digital kopi af virkeligheden, der er søgbar og kan bruges til visualiseringer, så er den digitale tvilling også forbundet til virkeligheden og kan derfor bruges til scenarier og simuleringer.

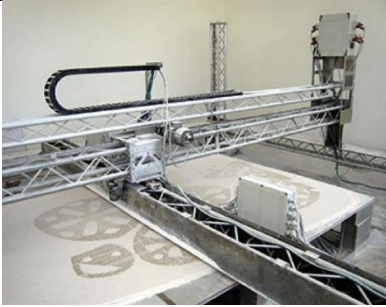
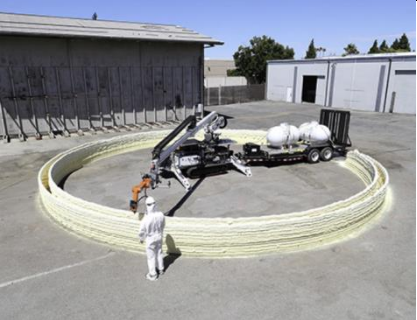
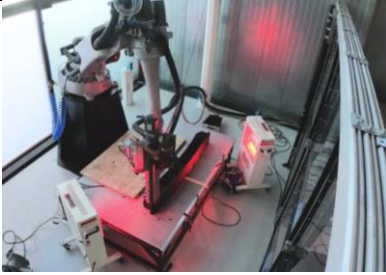
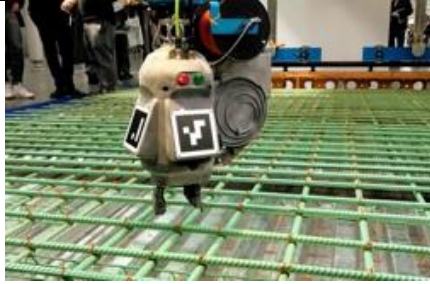
Den digitale tvilling består ofte af en kombination af digitale bygningsmodeller (BIM), tegninger, laserscans og data fra sensorer, drift, overvågning. Når data kobles til planer, processer og analyser, kan den digitale tvilling anvendes til indsamling og deling af data, effektiv styring og forebyggende vedligehold samt bruges til scenarier, prognoser og optimeringer med bl.a. machine learning og predictive modelling.

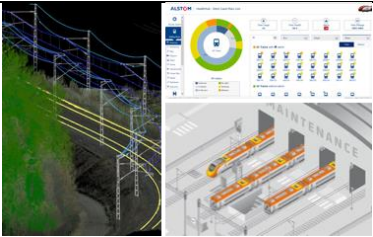
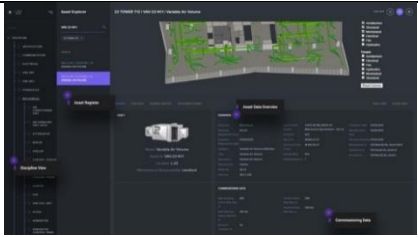
Uanset om de er fysiske eller digitale, så er teknologiske mål med robotter at automatisere for at hæve produktivitet og kvalitetsniveau, minimere spild og materialeanvendelse samt konvertere anvendelse af fossile brændstoffer med grøn elektricitet.

Selvom anvendelsen af robotter, assistenter og additive manufacturing i bygge- og anlægsbranchen fortsat er i sin spæde start, så er der flere praktiske usecases, hvor anvendelsen vil have en positiv effekt på CO₂-udledningen, f.eks.:

- Selvkørende og førerløse maskiner, som skal programmeres til at løse en konkret opgave
- Fagrobotter, der kan løse en meget specifik opgave, f.eks. svejserobotter
- Assistenter, der kan observere og interagere, som f.eks. vagter og servicepersonale
- Robotter til dataindsamling, databehandling og overvågning
- Collaborative robotter eller cobots – der er robotter, der samarbejder med mennesker
- Autonome robotter, der er intelligente robotter, der selv kan opgaveløse og planlægge

- Droner og selvkørende transportere til optimeret logistik og leverance
- Robotter til lokalproduktion på pladserne, der reducerer transport og materialeforbrug
- Optimering af design til additiv produktion, der mindsker spild og materialeforbrug
- 3D-print af reservedele og specialkomponenter, der mindsker forbrug og transport
- Substitution af stål og beton med komposit, fiber og plast med mindre vægt og udledning
- Anvendelse af dispenser- eller injektionsteknologi til optimering af materialeforbrug
- Optimeret produktion med ekstruderet beton, der sparer materiale og produktionstid
- 3D-print af komponenter med materialer, f.eks. plastkomposit, der kan genanvendes

		
3D-print af komponent med minimeret materialeforbrug	On-site-produktion af betonkonstruktion med udlægger	3D-printet reservedel i kulfiber
		
Mini-robot-fabrik til værkstedopgaver på byggepladsen	Procesrobot til bore-, slibe-, male- og montageopgaver på projektet	Armeringsrobot til brug på byggeplads eller fabrik

		
Digital tvilling af jernbaneanlæg i SAP, der samler drift, forebyggelse, status og anlæg	Udsnit af digital tvilling af datacenter i AZURE med fokus på installationer og driftsstatus	Digital tvilling af bygning bygget i WILLOW, der samler sensordata, indeklima og bygningsinformation

Blandt de store klimamæssige gevinster, der kan høstes ved robotter og digitale tvillinger, findes:

- Udskiftning af fossildrevet materiel med elektrisk drevne robotter, som har mindre vedligehold – hertil optimerede processer ved anvendelse af autonome maskiner i produktionen (effekt medtages under bilag om maskiner – initiativ nr. 10).
- Øget produktivitet og effektivitet opnået dels gennem øget præcision og hastighed – men også udvidelse af arbejdstiden, høje udnyttelsesrater, mindre spild og eliminering af menneskelig arbejdskraft.
- Nyt og mere miljøvenligt design med betragteligt mindre materialeforbrug, da robotter har højere produktionsfrihed end mennesker.
- Mindre transport, da antallet af materialetransporter mindskes, materialemængderne til transport reduceres, og persontransport reduceres, da robotter overtager en del af arbejdet.
- Højere kvalitet og mere forudsigelig produktion. Lavere driftsomkostninger for materiel og billigere vedligehold, da automatiserede og industrialiserede processer i højere grad kan optimere og vedligehold kan gennemføres præventivt.
- Miljømæssigt betyder anvendelsen af digitale tvillinger mere effektiv energistyring, optimering af anlæg og drift, mulighed for forebyggende vedligehold, identifikation af spild, adfærdsregulering, optimering af design og anvendelse.

McKinsey & Company offentliggjorde i 2017 en analyse, der viser, at kendt teknologi er i stand til at erstatte 40 % af præsterede arbejdstimer i Danmark. Deres beregninger viser, hvor stort et potentiale der er i teknologisk automatisering. I analysen peges der på, at 54 % af de timer, der præsteres i den danske byggebranche, potentielt set kan automatiseres, hvilket siger noget om, hvad der er teknisk muligt – selvom det ikke adresserer, hvad der er kulturelt, forretningsmæssigt, lovgivningsmæssigt og dermed praktisk muligt.

Udviklingen internationalt peger på, at teknologierne vil vinde udbredelse inden for de næste 3-5 år og kan accelereres til at udgøre 30-40 % af produktionen inden 2030. I Kina og Dubai er teknologien i anvendelse, og der eksempler på 3D-printede bygninger i flere etager. Så teoretisk set kan teknologien udbredes væsentligt over de næste par år.

Alle fordelene kan nok ikke realiseres umiddelbart, men over de næste 10 år kan det forventeligt antages, at en accelereret indsats med en klima-motiveret målsætning vil kunne øge anvendelse af robotter og additive manufacturing til at udgøre 15-20 % af produktionen i et anlægsprojekt i Danmark.

Der findes cases f.eks. fra HP/MIT, hvor optimeringen af materialeforbrug gennem optimering af design, valg af materialer og minimering af spild målt i vægt på en komponent er >95 %. Dette forventes dog ikke at være realiserbart på anlægsarbejder og -konstruktioner. Men en materialereduktion på 40-50 % er jf. f.eks. Autodesk inden for rækkevidde.

Med robotter og additive manufacturing hæves produktiviteten i produktionen, og cases fra Holland på brobyggeri og fra Dubai på konstruktioner viser tidmæssige reduktioner på 40-75 %. Hertil kommer, at robotter kan producere i døgndrift.

Nedbringelsen af transporter og udledningen fra transport er meget afhængig af, hvordan teknologien implementeres (onsite/offsite) og udbredelsen og effektiviteten af implementering. Således kan ses eksempler f.eks. fra USA på reduktioner i størrelsesorden fra 3 % til 80 %.

Samlet set kan en klimafokuseret indsats på implementering af robotter og additive manufacturing i anlægsprojekter frem mod 2030 betyde en substitution af gængse metoder til automatiske og robotificerede på ca. 20-22 % af aktiviteterne (jf. McKinsey-opgørelse: 8 % kan effektivt robotificeres i dag, 22 % kan robotificeres væsentligt inden 2030, og 41 % kan delvis robotificeres inden 2030). De resterende aktiviteter vil sandsynligvis være teknologisk eller praktisk umulige at substituere inden da.

Effektiv anvendelse af robotter og additive manufacturing kan i 2030 potentielt reducere materialeforbruget ca. 30 % og reducere spild fra 8 % til 2 % til en samlet reduktion af materialer med ca. 35 %. Den sænkede transport i forbindelse med højere produktivitet og substitution af manuelt arbejde med robotter vil sandsynligvis kunne reducere mængden af transport med > 40 % (ikke mindst, da der skal transporteres færre materialer). Disse reduktioner vil kun have direkte effekt i forhold til de 20-22 % af aktiviteterne i anlæg, hvor teknologien absorberes.

Indføres anvendelsen af avancerede digitale tvillinger på bare 15 % af projekter inden 2030, vil det have en potentiel effekt på 5 % af anlægsomkostningen og materialeforbruget samt 10 % af energi- og ressourceforbruget i driften.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 1

Effekter ved initiativet om robotter, assistenter og additive manufacturing

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Mindre anvendelse af fossilt brændsel til transport og produktion gennem overgang til	

	elektriske robotter og produktionsoptimering. Denne effekt er medtaget i et andet initiativ.
Effekt på input	Mindre materialeforbrug, brug af mindre CO₂-udledende materiale, mindre transport og lokal produktion. Mindre udledning fra materialetransport, reduceret procesenergi, øget produktivitet og mindsket materialeforbrug. Det forventes, at robotter, assistenter og additive manufacturing kan anvendes i ca. 20 % af anlægsarbejdet, og at det fuldt indfaset vil spare 35 % af input i branchen (f.eks. materialeforbruget og transport). Det antages samtidig, at det samlede input til anlægsbranchen udgør ca. 725.000 tons CO₂e årligt. Det betyder, at fuldt indfaset forventes initiativet at spare ca. 50.000 tons CO₂e om året. Der forventes en løbende indfasning fra 2021 til 2030, hvor initiativet forventes fuldt indfaset. Den årlige CO₂e-besparelse bliver derfor 2021: 10 % = 5.000 tons CO₂e

2022: 20 % = 10.000 tons
CO₂e

2023: 30 % = 15.000 tons
CO₂e

2024: 40 % = 20.000 tons
CO₂e

2025: 50 % = 25.000 tons
CO₂e

2026: 60 % = 30.000 tons
CO₂e

2027: 70 % = 35.000 tons
CO₂e

2028: 80 % = 40.000 tons
CO₂e

2029: 90 % = 45.000 tons
CO₂e

2030: 100 % = 50.000
tons CO₂e

Effekt på output

Øvrige effekter	Øget andel af materialer til genanvendelse
-----------------	---

Forslag 15: Effektive maskiner og maskinstyring

Kort beskrivelse af initiativet

Formålet med dette initiativ er reducere brændstofforbruget og dermed CO₂-udledningen ved at effektivisere og optimere produktionen (brugen af anlægsmaskiner) ude på byggepladsen.

Den største udledning af CO₂ på "klassiske" anlægsentrepriser sker fra de typisk dieseldrevne maskiner, der fungerer som produktionsenheder på pladserne – gravemaskiner, dozere, grader, dumpere m.m. – op mod 40-60 % af den samlede CO₂-udledning på anlægsbyggepladser kommer herfra. Her ligger der et stort reduktionspotentialer i forhold til CO₂-udledningen.

Følgende initiativer har betydelige CO₂-reduktionspotentialer:

- Arbejderne udføres med maskiner med maskinstyring (semi-selvkørende), GPS-positionering og efter 3D-modeller.
- Optimeret valg af materiel til opgaven.
- Optimeret antal af maskiner, valg af størrelse af maskiner ved god robust tidsplanlægning og ved at inddrage brugen af "ad-hoc"-registreringssoftware.

Samlet kan ovennævnte initiativer hæve produktiviteten med op til 20-30 % målt mod typisk nuværende produktionsmetoder og herudover formindske risikoen for produktionsfejl. Derved opnås en reduktion i brændstofforbruget og dermed CO₂-udledningen i størrelsesorden 20-30 %.

Tidsaspekter

Initiativerne kan implementeres nu (2021), og der forventes fuld effekt over 3 år.

Initiativerne vil primært bidrage til reduktion, så længe optimeringen sker på dieseldrevne maskiner. Der vil formodentlig inden for de næste 5-10 år ske en øget brug af el-drevne maskiner, der drives ved et fossilfrit brændstof (HVO eller lign.), hvorefter reduktionen vil være væsentlig under de 20-30 % i forhold til nu.

Det kræver en øget brug af projektering i 3D/BIM hos bygherrer/rådgivere, eventuelt kan man indbygge tildelingskriterier i udbudsmaterialerne, der præmierer udvidet anvendelse af CO₂-reducerende maskiner og lign.

Herudover bør motivationen for klimainvesteringer øges via CO₂-venlige tildelingskriterier, og f.eks. i form af støtteordninger for leverandører og bygherrer som i Norge:

Fossilfrie og utslippsfrie anleggsplasser

EKSISTERENDE STØTTEORDNINGER



Støtte til bl.a. nullutslippskjøretøy og energiledelse

- 3 milliarder kroner i 2019 (forslag Statsbudsjett)
- 1 mill. kroner i støtte både til Norsk Gjenvinning til innkjøp av elektriske anleggsmaskiner, og til Veidekke for innkjøp av elektrisk gravemaskin



Innovasjon
Norge

Finansiering til bærekraftige prosjekter

- 2017 - 7,3 milliarder kroner til næringslivet gjennom støtte og lån
- 2018 - PILOT-E, ni prosjekter ledet av næringslivet: 117 millioner kroner for å utvikle løsninger for utslippsfri transport på land og fremtidens digitaliserte energisystem



Klimasats – støtte til klimasatsing i kommunene

- Kommuner kan søke støtte til 75 % av kostnaden til arbeid med klimakrav i offentlige anskaffelser. Kommuner kan også søke støtte til inntil 75 % av eventuell merkostnad ved et mer klimavennlig alternativ.
- 2018 - Tilsammen 147 millioner kroner delt ut.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Tabel 1

Effekter ved initiativet om effektive maskiner og maskinstyring

	Nationalt	Globalt
	Ved en øget effektivitet på produktionsmetoden bruges mindre brændstof, og dermed udledes mindre CO ₂ .	
	Ved en mere præcis og optimeret produktion vil spild-/omgørselsmængden ligeledes falde, og dermed bruges der ikke brændstof på disse.	
	Sagen vil kunne færdiggøres hurtigere, og dermed vil det samlede brug af varme/el fra byggepladsen reduceres.	
Effekt på de direkte udledninger	Den samlede årlige CO ₂ -udledning fra maskiner er på 100.000 tons CO ₂ e, og med 20 % reduktion giver det en samlet årlig reduktion på 20.000 tons CO ₂ e ved fuld implementering.	
	Det kan fordeles pr. år således:	
	2021: 7.500 tons reduceret CO ₂ e	
	2022: 10.000 tons reduceret CO ₂ e	
	2023: 20.000 tons reduceret CO ₂ e	

Effekt på input	Når der bruges mindre brændstof, vil der være færre tilkørsler af brændstof med tankbiler.
	Ved mindre spild skal der køres færre nye leverancer til og dermed mindre CO ₂ -udledning.
	Det giver en reduktion på 500 tons CO ₂ e pr. år ved fuld implementering.
	Det fordeles således:
	2021: 100 tons reduceret CO ₂ e
Effekt på output	2022: 300 tons reduceret CO ₂ e
	2023: 500 tons reduceret CO ₂ e
Øvrige effekter	

Beregningsforudsætninger

Vi har foretaget CO₂-beregninger for en række større "klassiske" anlægssager, hvori der indgår jord-kloak-belægningsarbejder. Disse beregninger viser et CO₂-udslip i størrelsesorden 600-900 tons CO₂e (ved fuld power i alle timer) for maskinproduktionen i projekternes samlede løbetid, som gennemsnitligt er ca. 1,5 år.

Vores resultater er sammenlignet med beregninger udført i Norge (Oslo) på lignende sager – dog knap så maskintung – der viser et udslip i størrelsesorden 300 tons CO₂e i projektets løbetid, som også er 1,5 år (effektiv byggetid) (Rapport: Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, for Oslo Kommune. 27/4-2018).

På baggrund af disse forskellige beregninger vurderes den gennemsnitlige CO₂-udledning fra produktionsmaskiner (gravemaskiner, dozere, gradere, dumpers m.m.) på en større anlægsbyggeplads at være 300 tons CO₂e i en 1,5-års periode.

Der omsættes for ca. kr. 25-30 mia. kr. på landsplan af den type projekter, der er udført CO₂-beregning på. Ved en omregning, hvor det typiske projekt sættes til 50 mio. kr., vil det give ca. 500 projekter og en samlet udledning fra anlægsmaskiner på 150.000 tons CO₂e fra sagerne. Omregnet til årlig udledning giver det 100.000 tons CO₂e.

Forslag 16: Klimasikring – risikounddragelse

Kort beskrivelse af initiativet

Klimaforandringerne betyder, at vi i løbet af de kommende 100 år vil se en kraftig stigning i vandstanden. Det betyder, at risikoen for stormflod og havvandsstigning vil stige markant i det kommende århundrede.

Hver gang der kommer en oversvømmelse, er der store omkostninger forbundet med at udbedre skader på bygninger, infrastruktur mv. F.eks. blev skaderne i forbindelse med stormen Bodil opgjort til ca. 1 mia. kr.

Når skaderne skal udbedres, vil der være udledning af drivhusgasser forbundet med det, da der er reparation og vedligeholdelse af bygninger og genopretning af skader på infrastrukturen. Hvis man klimasikrer kysterne, vil man fremadrettet kunne minimere risikoen for, at den pågældende hændelse sker som følge af havvandstigning og stormflod.

I rapporten "Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod", som COWI har lavet for Realdania, er skadesomkostningerne fra 2017 til 2117 forsøgt opgjort. Det er gjort på en måde, hvor man ganger det forventede skadesomfang af en hændelse med risikoen for, at en hændelse sker. Ved denne type beregning vurderes der skader for 967 mia. kr. over en 100-års periode.

Anbefalingen er derfor, at udbygningen af klimasikringen sættes i gang snarest, og de nødvendige lovinitiativer gennemføres.

Det skal pointeres, at alle de besparelser i udledningen af drivhusgasser, der er beregnet ved dette initiativ, alene er forventede sparede udledninger. Årsagen til dette er, at hvis der ikke kommer en stormflod fremover, så kommer der heller ikke en udledning af drivhusgasser.

Ud over klimasikringens forventede reduktion af drivhusgasser skal det pointeres, at der også er nogle meget store økonomiske fordele ved at klimasikre. I Københavns Kommunes stormflodsplan fremgår det f.eks., at en 1.000-års-hændelse kan koste op mod 19 mia. kr. i skader i København alene, mens det vil koste ca. 3,5 mia. kr. at sikre sig mod den¹.

Tidsaspekter

Udbygningen af klimasikringen bør påbegyndes med det samme. Der lægges op til en gradvis udbygning, der starter i 2021 og afsluttes i 2024.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet fremgår i hovedtræk af den indledningsvise beskrivelse af initiativet. I tabel 1 er de forskellige effekter typefordelt. Fuldt indfaset forventes besparelsen i udledningen at være ca. 10.000 tons CO₂e om året.

Denne potentielle udledning vil stige markant over tid (efter 2030) i takt med, at skaderne bliver større, da vandstanden stiger, hvis der ikke klimasikres. Uden klimasikringstiltag ville der forventeligt være en øget CO₂-udledning på godt 260.000 tons CO₂e i år 2100 som følge af klimaændringerne. Årsagen til denne enorme stigning er, at efterhånden som vandstanden stiger, skal der mindre og mindre stormfloder til at oversvømme landområder med skader til følge.

Det skal pointeres, at der i forbindelse med dette initiativ alene er beregnet CO₂e-udledning for skaderne ved genopbygning og renovering efter en stormflod. Der vil naturligvis være udledning af drivhusgasser forbundet med at klimasikre. De vil dog primært være udledning i forbindelse med udbygningen af klimasikringen. Denne udledning er dog ikke beregnet, da vi ikke kender omfanget af de nødvendige investeringer. De vil dog være markant mindre end udledningen ved renovering over tid.

Vi har været i dialog med NIRAS, som har udarbejdet mange forslag til højvandsbeskyttelse med diger, højvandsmure, sluser mv. Fælles for dem er, at de estimerede anlægsomkostninger inkl. rådgiverydelser og usikkerhed ofte ligger i størrelsesorden 5-10 % af de estimerede skadesomkostninger for materielle skader til sikringsniveauet for højvandsbeskyttelsen.

Tabel 1

Effekter ved initiativet om klimasikring – risikounddragelse

	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Der vil være en negativ direkte effekt i forbindelse med udbygningen af klimasikringen. Den direkte effekt vil være udledning fra de anvendte maskiner. Denne er ikke beregnet, da vi ikke kender omfanget af de nødvendige investeringer. Omkostningerne til sikring vurderes dog at være 5-10 % af de potentielle skadesomkostninger.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
Effekt på input	Der vil være en negativ effekt på input i forbindelse med udbygningen af klimasikringen. Inputeffekten vil være udledning fra de anvendte materialer. Denne er ikke beregnet, da vi ikke kender omfanget af de nødvendige investeringer. Omkostningerne til sikring vurderes dog at være 5-10 % af de potentielle skadesomkostninger.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.

Effekt på output	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige effekter på output.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
	I rapporten "Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod" er den samlede potentielle skade fra 2017 til 2042 opgjort til 26,2 mia. kr. Det giver en forventes årlig risiko på ca. 1 mia. kr. I rapporten angives det samtidig, at ca. 68 % af skaderne relaterer sig til bygninger, mens ca. 11 % relaterer sig til anlægsinvesteringer. De resterende skader relaterer sig til forsinkelser og elsvigt. Forsinkelser og elsvigt medtages ikke.	
Øvrige effekter	Der er beregnet en CO₂e-udledninger pr. mia. kr. i produktionsværdi for renovering og anlægsarbejde. Det er gjort ved at se på CO₂e-udledningen ved direkte effekter og input til henholdsvis renovering og anlægsarbejde og sammenholde den med aktiviteten i de relevante delbrancher. Det giver en samlet besparelse på ca. 10.000 ton CO₂e om året, når initiativet er fuldt indfasnet. Der forventes at ske en indfasning fra 2021 til 2024. Det giver følgende besparelser i CO₂e-udledningen:	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.

2021: 3.000 tons CO₂e

2022: 5.000 tons CO₂e

2023: 7.500 tons CO₂e

2024-2030: 10.000 tons CO₂e årligt

Forslag 17: Overgang til elkøretøjer på vejene (kun anlægssektoren)

Kort beskrivelse af initiativet

I anlægsbranchen er der en ganske stor bilpark, som i dag i langt overvejende grad er diesel- eller benzindrevet. Det er f.eks. mandskabsvogne, ladvogne og almindelige personbiler. Ved en overgang til eldrevne køretøjer vil der være en betydelig besparelse i udledningen af drivhusgasser.

Det er samtidig en udvikling, som vurderes at kunne ske løbende i takt med, at vognparken alligevel skal udskiftes, og der samtidig kommer flere og flere typer af eldrevne køretøjer at vælge imellem. Der findes i dag ikke elkøretøjer til alle formål. Det er dog en forventning, at de vil blive udviklet løbende. Samtidig vil der kunne ske en midlertidig overgang til biobrændstof, som vil reducere udledningen af drivhusgasser markant.

Tidsaspekter

Udskiftningen af vognparken sker løbende, og der forventes derfor en gradvis udskiftning til eldrevne køretøjer, der starter i 2021 og afsluttes i 2030, hvor alle diesel- og benzindrevne køretøjer er udfaset. Udskiftningen vil dog ske hurtigere, hvis der er et afgiftssystem på nye biler, som tilgodeser eldrevne køretøjer.

Der kræves samtidig store investeringer i en infrastruktur for ladestandere i vejnettet samtidig med, at infrastrukturen for el formentlig skal forbedres. Det er dog vores forventning, at dette er omfattet af initiativer i andre klimapartnerskaber.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet er, at udledningen af drivhusgasser fra benzin og diesel fjernes. Samlet set var der i anlægsbranchen en udledning på ca. 162.000 tons CO₂e i 2017. Det vil sige, at der i 2030, når initiativet er fuldt indfaset, vil være en besparelse på 162.000 tons CO₂e årligt.

Effekter ved initiativet om overgang til elkøretøjer på vejene (kun anlægssektoren)		
	Nationalt	Globalt
Effekt på de direkte udledninger	Der vil være en direkte effekt ved, at der ikke længere vil komme en udledning af drivhusgasser fra branchen køretøjer på vejene.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
	Fuldt indfaset forventer vi, at effekten vil være ca. 162.000 tons CO ₂ e årligt. Denne udledning er beregnet ud fra diesel- og benzinforbruget til vejtransport i branchen i 2017.	

Vi forventer en indfasning fra 2021 til 2030. Det giver følgende besparelser i CO₂e-udledningen

2021: 16.000 tons CO₂e

2022: 32.000 tons CO₂e

2023: 49.000 tons CO₂e

2024: 65.000 tons CO₂e

2025: 81.000 tons CO₂e

2026: 97.000 tons CO₂e

2027: 114.000 tons CO₂e

2028: 130.000 tons CO₂e

2029: 146.000 tons CO₂e

2030: 162.000 tons CO₂e

Effekt på input	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige effekter på input.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
Effekt på output	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige effekter på output.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
Øvrige effekter	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige øvrige effekter.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.

Tværgående forslag: Overgang til elkøretøjer på vejene

Kort beskrivelse af initiativet

I bygge- og anlægsbranchen er der en ganske stor bilpark, som i dag i langt overvejende grad er diesel- eller benzindrevet. Det er f.eks. mandskabsvogne, ladvogne, varevogne, kassevogne og almindelige personbiler. Ved en overgang til eldrevne køretøjer vil der være en betydelig besparelse i udledningen af drivhusgasser.

Det er samtidig en udvikling, som vurderes at kunne ske løbende i takt med, at vognparken alligevel skal udskiftes, og der samtidig kommer flere og flere valgmuligheder for eldrevne køretøjer.

De væsentligste barrierer i forhold til at opnå en reduktion i CO₂-udledningen fra virksomhedernes drift er:

Barrierer

- Udfordringer ift. batterier

Teknologien for større el- og brintkøretøjer er p.t. ikke i stand til at opfylde behovene. Det skyldes primært, at rækkevidden for bilerne inden næste opladning er kortere end kørselsbehovet.

Infrastruktur i form af ladestandere er ikke på plads i yderområderne. I bynære områder er der generelt behov for mindre kørsel end i yderområderne. Samtidig er der en større koncentration af ladestandere i bynære områder. Disse forhold gør det svært for virksomheder i yderområderne at omstille deres køretøjer til mere CO₂-venlige alternativer.

De store batterier i varevogne, som er nødvendige for at få tilstrækkelig rækkevidde, betyder, at der er krav om, at føreren skal have stort kørekort, da batteriets vægt får bilerne op i en tungere vægtsklasse.

- Arbejdspladsen ligger ofte et stykke fra firmaadressen

Derfor er der ofte tradition for, at medarbejdernes daglige rejsemønster er mellem deres hjem og en midlertidige arbejdsplads. Selv hvis der installeres ladestandere på virksomhedernes firmaadresser, vil det derfor ikke kunne opfylde opladningsbehovet for størstedelen af de ansatte i bygge- og anlægssektoren.

En løsning kunne være, at der bliver en bedre infrastruktur i form af offentligt tilgængelige ladestandere, men der vil ofte være behov for at tilgå køretøjet i løbet af arbejdstiden for materialer og værktøj, så køretøjet skal kunne være parkeret i umiddelbar nærhed til den midlertidige arbejdsplads. Dette er langt fra realiteten i dag.

En anden løsning er, at der installeres ladestandere ved de ansattes bopæl. Det vil kræve store investeringer for virksomhederne, idet der så vil være tale om mange installationer.

På sigt vil der i mange boliger sandsynligvis være en ladestander. Hvis en firmabil oplades på hjemmeadressen, vil det kræve klare regler omkring afregning af forbrug til arbejdskøretøjet.

Bygge- og anlægssektoren kan tage initiativ til at:

1. Omstille virksomhedernes bilflåde fra benzin/diesel-drevne til eldrevne køretøjer

Omstilling af virksomhedernes køretøjer er i gang især for virksomheder, der arbejder i bynære områder. Dette tiltag kan suppleres med adfærdskampagner om økonomisk kørsel (evt. også fartbegrænsninger). Adfærdssænderingerne kan ske dels i form af uddannelse af medarbejdere, men evt. også i form af konkurrencer, så medarbejderne kan konkurrere mod hinanden og evt. med andre firmaer.

Herudover er der behov for, at øvrige parter bidrager med:

2. Grøn bilbeskatning til erhvervskøretøjer

Der bør indføres en grøn teknisk registreringsafgift, som skal fremme antallet af grønne biler i Danmark. Den tekniske afgift skal gradueres efter bilens CO₂-udledning. Det skal tænkes sammen med en samlet ændring af bilbeskatningen, som fremmer grøn omstilling.

3. Helhedsplan for ladestandere

I takt med, at antallet af elbiler mangedobles over det næste årti, skal der laves en helhedsplan for opsætning af ladestandere. Helhedsplanen skal sikre, at der findes et finmasket net af ladestandere langs hovedfærdselsårer på tværs af landet, i byerne ved lejlighedskomplekser og virksomheder. Erfaringer fra Norge viser, at manglende adgang til ladestandere hæmmer udviklingen i udbredelsen af elbiler.

4. Fradrag for intelligente ladestandere

Virksomhederne skal kunne få et fradrag for installation af en fjernstyret ladestander ved virksomheden og måske også ved ansattes boliger. Denne type ladestander vil gøre det muligt at oplade elbiler på tidspunkter af døgnet, hvor belastningen af elnettet er lavest.

Tidsaspekter

Udskiftningen af vognparken sker løbende, og der forventes derfor en gradvis udskiftning til eldrevne køretøjer, der starter i 2021 og afsluttes i 2030, hvor alle diesel- og benzindrevne køretøjer er udfaset.

Konsekvenser for klimaet ved initiativet

Konsekvenserne for klimaet er, at udledningen af drivhusgasser fra benzin og diesel fjernes. Samlet set var der i bygge- og anlægsbranchen en udledning på ca. 1.055.000 tons CO₂e i 2017.

Det vil sige, at der i 2030, når initiativet er fuldt indfaset, vil være en besparelse på 1.055.000 tons CO₂e årligt.

I 2017 var de 1.055.000 tons CO₂e for hele bygge- og anlægsbranchen fordelt på 162.000 tons CO₂e fra anlægsbranchen, 384.000 tons CO₂e fra nybyggeri og de sidste 509.000 tons CO₂e fra renovering.

Tabel 1

Effekter ved initiativet om en overgang til elkøretøjer på vejene

	Nationalt	Globalt
	Der vil være en direkte effekt ved, at der ikke længere vil komme en udledning af drivhusgasser fra branchens køretøjer på vejene.	
Effekt på de direkte udledninger	Fuldt indfaset forventer vi, at effekten vil være ca. 1.055.000 tons CO ₂ e årligt. Denne udledning er beregnet ud fra diesel- og benzinforbruget til vejtransport i bygge- og anlægsbranchen i 2017.	Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
	Vi forventer en indfasning fra 2021 til 2030. Det giver følgende besparelser i CO ₂ e-udledningen:	
	2021: 105.000 tons CO ₂ e	
	2022: 211.000 tons CO ₂ e	
	2023: 316.000 tons CO ₂ e	
	2024: 422.000 tons CO ₂ e	

	2025: 527.000 tons CO ₂ e
	2026: 633.000 tons CO ₂ e
	2027: 738.000 tons CO ₂ e
	2028: 844.000 tons CO ₂ e
	2029: 949.000 tons CO ₂ e
	2030: 1.055.000 tons CO ₂ e
Effekt på input	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige effekter på input. Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
Effekt på output	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige effekter på output. Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.
Øvrige effekter	Der vurderes ikke at være nogen nævneværdige øvrige effekter. Der vurderes ikke at være nogen globale effekter ved initiativet.



40 %

af danmarks energiforbrug
bruges i bygninger



35 %

af al affald kommer fra bygge og
anlægsbranchen



20 %

af danmarks CO2-udledning
kommer fra energiforbruget i
vores bygninger



10 %

af danmarks CO2-udledning
stammer fra bygge- og
anlægsprocessen samt pro-
duktion af byggematerialer