

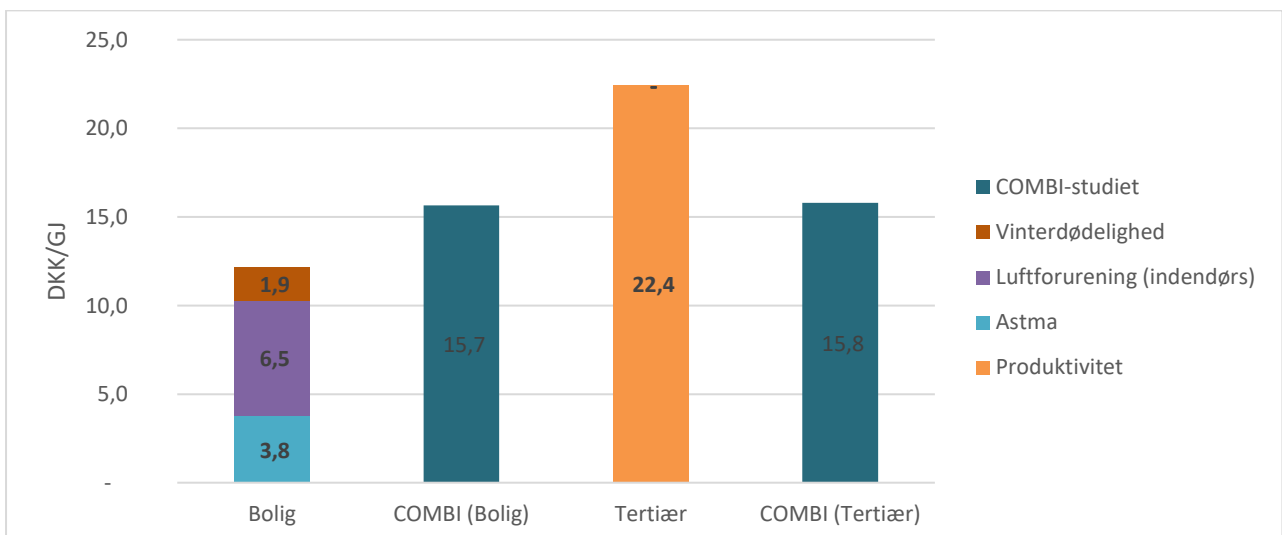


## Værdisætning af multiple benefits

### Sammenfatning

På foranledning af Synergi har Ea Energianalyse belyst værdien af multiple benefits som følge af energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse. Studiet er baseret på det tværeuropæiske COMBI-studie og opdateret med dansk data for udvalgte elementer. Den danske opdatering følger samme metode som COMBI-studiet, men skalerer med nye værdier for den statistiske værdi af et leveår samt gennemsnitsløn.

Analysen viser, at i boligsektoren udgør den økonomiske værdi af forbedret indeklima, reduceret antal astmatilfælde samt færre forekomster af vinterdødelighed mellem 12,2 DKK og 15,7 DKK per sparet GJ. Samtidig ligger den økonomiske værdi af øget produktivitet i den tertiære sektor mellem 15,8 DKK/GJ og 22,4 DKK/GJ.



*Opdateret Cost-benefit analyse foretaget af COMBI-studiet som kroner per sparet energienhed (DKK/GJ). Opdateret med ny værdisætning af et statistisk leveår (VOLY) og gennemsnitsindkomst.*

Anvendes et energibesparelspotentiale på ca. 10 % i 2030 af det nuværende energiforbrug til opvarmning, svarende til ca. 16 PJ, vil den samlede

Økonomiske værdi af effekterne være ca. 300 mio. DKK/år. Tillægges yderligere 10 % energibesparelse som følge af forbedret energi- og klimastyring vil den økonomiske værdi være ca. 570 mio. DKK/år. Det er dog usikkert, om energibesparelser opnået ved bedre styring direkte er sammenlignelige med energibesparelser opnået ved energirenovering.

Resultaterne er forbundet med væsentlig usikkerhed, da COMBI-studiet favner bredt (og har derfor være nødsaget til at generalisere visse data-inputs), anvender et væsentligt anderledes energibesparelspotentiale, samt beregner den økonomiske værdi ud fra differencen mellem to scenarier, hvor reference-scenariet allerede opnår energibesparelser på højere niveau end de forudsatte 10 % i den danske opdatering.

Specifikt for de danske folkeskoler er det på baggrund af en undersøgelse foretaget af DTU og Incentive vurderet, at forbedret indeklime i folkeskolerne har en økonomisk værdi (1-års-effekt) på op mod 408 mio. DKK/år. Undersøgelsen er forbundet med betydelige usikkerheder, da de kausale sammenhænge mellem energirenovering, forbedret indeklime og økonomisk værdisætning er et underbelyst emne. Derudover kommer en potentiel værdi (1-års-effekt) af øget indlæring på op mod 12 mio. DKK/år, som dog er forbundet med yderligere væsentlige usikkerheder.

## Indledning

På foranledning af Synergi har Ea Energianalyse belyst værdien af multiple benefits som følge af energirenoveringer af den eksisterende bygningsmasse. Ea har tidligere i projekterne "Analyse af det samfundsøkonomiske potentiale for energibesparelser" udført for Synergi og Renovering på dagsordenen, og litteraturstudiet "Afledte effekter ved energirenovering" for Energistyrelsens anvendt en værdi på ca. 15 kr./GJ sparet energi baseret på det tværeuropæiske COMBI-studie. Her medtages parametre såsom reduktion i astma-tilfælde, vinterdødelighed og andre negative indeklimasympotomer, samt højere produktivitet på arbejdspladsen. For at energirenoveringstiltag skal have positiv effekt på ovennævnte parametre er det nødvendigt at tiltagene implementeres rigtigt, da der ellers er risici for, at fx tættere bygninger forværrer den indendørs luftkvalitet som følge af dårligere ventilation. Det er derfor forudsat, at energirenoveringstiltag implementeres med henblik på både at reducere bygningens energiforbrug, men også til forbedring af bygningens indeklima, luftkvalitet og generelle komfort.

Litteraturstudiet for Energistyrelsen

Litteraturstudiet foretaget for Energistyrelsen opererer med fire begreber: 1) selve energirenoveringen, fx et isoleringstiltag, 2) den direkte afledte effekt, fx mindre kondens og mugdannelse på vægge, 3) den indirekte afledte effekt, fx færre astmatilfælde og dertil færre sygedage, 4) økonomisk værdisætning, fx målt som værdien af færre sygedage relateret til astma (se Figur 1). Litteraturstudiet viste, at der foreligger et stort litteraturgrundlag indenfor området om multiple benefits, men kun få studier, som undersøger hele sammenhængen mellem energirenoveringen og den økonomiske værdisætning. COMBI-studiet blev i litteraturstudiet udpeget som det mest gennemarbejdede og troværdige studie.



Figur 1: Fra energirenovering til økonomisk værdisætning. Forløbet skitserer årsagssammenhængen mellem de forskellige skridt i en energirenoveringsproces.

Formål

I dette notat bliver beregningsmetoden anvendt i COMBI-studiet gennemgået fra et dansk perspektiv, herunder med forslag til opdateringer af nogle enkelte data-elementer, som er mere retvisende end data anvendt i COMBI-studiet. Ligeledes bliver de væsentligste usikkerheder omkring resultaterne identificeret og forklaret.

Energirenoveringstiltag

## COMBI-studiets metode

COMBI-studiet opstiller i alt 21 "Energy Efficiency"-tiltag (EE-tiltag), som frem mod 2030 skal reducere energiforbruget indenfor bygninger, transport og industri. Af de 21 EE-tiltag omhandler de første 8 tiltag for bygninger brugt til boligformål (EE-tiltag 1-4) og bygninger anvendt til tertiære formål (kontorer, skoler mm.) (EE-tiltag 5-8).

EE-tiltag # (Boligsektor / tertiære sektor)	Tiltag
1 / 5	Renovering af eksisterende bygningsmasse, herunder klimaskærm og opvarmningskilde.
2 / 6	Energieffektivitetsforbedringer for nye bygninger.
3 / 7	Energieffektivitetsforbedringer for lyssystemer.
4 / 8	Energieffektivitetsforbedringer for køleapparater (køleskabe, fryserne mm.).

Tabel 1: Energieffektivitetstiltag analyseret i COMBI-studiet, som omhandler bygningsmassen.

Behandlende scenarier for energiforbrug

Værdisætningen af multiple benefits fokuserer på tiltagene 1 og 5, hvor den nuværende bygningsmasse bliver energirenoveret. COMBI-studiet tager udgangspunkt i en baseline 2015 samt to scenarier; et referencescenarie og et energieffektivitetsscenario (EE-scenario). I referencescenariet antages en årlig renovering af den eksisterende bygningsmasse på 2,5 % mens der i EE-scenariet forudsættes en renoveringsprocent på 3,0 %. I referencescenariet svarer det til et fald i energiforbrug til rumvarme, køling og ventilation på ca. 16 % frem mod 2030, mens det i EE-scenariet svarer til et fald på ca. 28 %. Ea Energianalyses analyse fra 2019 af det samfundsøkonomiske potentiale for energibesparelser pegede på at energirenoveringer frem mod 2030 kan føre til en reduktion i energiforbruget på 10 %. Samtidigt indikerede studiet, at forbedret energi- og klimastyring af installationer i bygninger kan føre til yderligere besparelser på op mod 10 % frem mod 2030. Effekten af disse energibesparelser er mere usikre, ligesom det ikke er klart om besparelserne kan tilskrives selve energirenoveringen. COMBI-studiets referencescenarie for udviklingen frem til 2030 ligger således nærmest det samfundsøkonomisk mest rentable forløb, mens energieffektiviseringsscenarioet i COMBI-studiet går væsentligt længere end det der i en dansk sammenhæng vurderes at være samfundsøkonomisk rentabelt i et 2030 perspektiv.

EE-tiltag om ”refurbishment” (EE-tiltag 1 og 5) af den nuværende bygningsmasse kan opsummeres som:

- Forbedringer af klimaskærm.
- Optimering af rumvarmesystemer.
- Optimering af kølesystemer.
- Optimering af systemer til opvarmning af brugsvand.

I referenceudviklingen gennemgår 10 % af de renoverede bygninger en let renovering (light retrofit), 59 % en medium dyb renovering (medium retrofit) og 31 % en dyb energirenovering (deep retrofit). I EE-scenariet foretages dybere energirenoveringer, således at 5 % af de renoverede bygninger renoveres til nearly-zero-energy bygninger og 95 % til passivhus-standard.

Udover de to scenarier for omfanget af energirenovering opstiller COMBI-studiet yderligere tre scenarier, som behandler forskelle i udført socialpolitik:

- Ingen særlig vægt på social politik
- Prioritering af de socialt udsatte
- De socialt udsatte kommer først

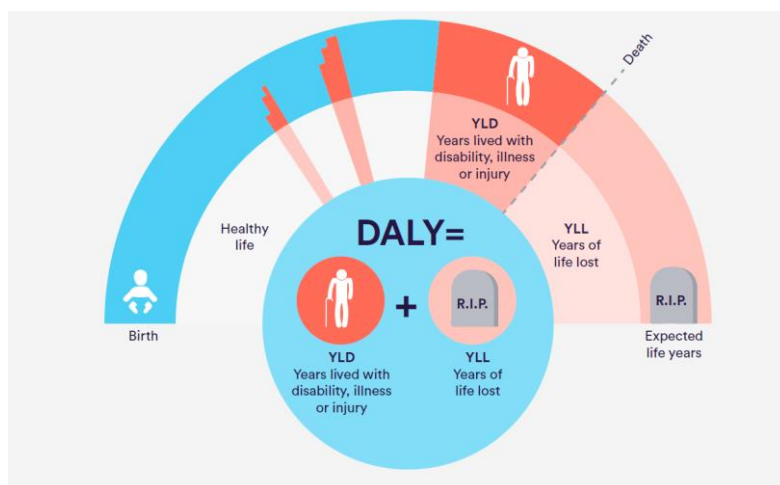
Generelt anbefales det i studiet, at ved gengivelse og brug af resultater sammenkobles referencescenariet med scenariet om ingen særlig vægt på socialpolitik, mens energieffektivitetsscenariet sammenkobles med scenariet om prioritering af de socialt udsatte.

COMBI-studiets  
arbejdspakker

COMBI-studiet kvantificerer effekter i 5 forskellige arbejdspakker, som dækker luftforurening (udendørs), ressourceforbrug, social velfærd (herunder helbred)/produktivitet, makro-økonomi og energi-system/-sikkerhed. Det er udelukkende kvantificeringen og værdisætningen af effekter i arbejdspakken social velfærd/produktivitet, som bliver præsenteret i dette notat.

DALY – kvantificering af  
helbred

Studiet anvender den metriske enhed Disability-Adjusted Life Year (DALY) til kvantificering af helbredseffekter på tværs af sygdomme. DALY er velegnet til at fastlægge sygdomsbyrden på tværs af en population i en enkelt absolut værdi. DALY er en sammenlægning af år tabt grundet for tidlig død (Years of Life Lost, YLL) og år levet af folk med nedsat helbred (Years Lost due to Disability, YLD).



Figur 2: DALY er summen af år mistet grundet for tidlig død (YLL) og antallet af år levet med nedsat helbred (YLD). Kilde: Public Health England.

## Økonomisk værdisætning

DALY kan økonomisk værdisættes direkte som den økonomiske værdi af et statistisk leveår, VOLY. COMBI-studiet anvender en VOLY-værdi på 232.791 EUR-2015 (svarende til ca. 242.000 EUR-2019) beregnet ud fra OECD-data for 2012. Antages kurs 7,45 DKK/EUR svarer dette til ca. 1,7 mio. DKK-2015 (svarende til ca. 1,8 mio. DKK-2019). Det danske finansministerium anbefaler brug af en værdisætning på ca. 1,4 DKK-2019/VOLY, 22 % lavere end den anvendte værdi i COMBI-studiet.

Effekt	Kvantificering	Værdisætning
Vinterdødelighed	Antal mistede liv	VOLY
Luftforurening (indendørs)	DALY	VOLY
Astma	DALY	VOLY
Produktivitet	Timer	Gennemsnitlig indkomst
Aktive dage	Arbejdsdage	Ikke økonomisk værdisat

Tabel 2: Effekter evalueret i COMBI-studiet, deres metriske kvantificering samt metode til økonomisk værdisætning.

## Vinterdødelighed

**Vinterdødelighed** beskriver det årlige antal mistede liv som følge af utilstrækkeligt opvarmede bygninger. Det er forudsat, at utilstrækkelige opvarmede bygninger forårsager øget fysisk eksponering fra dårligt indeklima, som medfører en større rate af infektions- og bakteriesygdomme. COMBI-studiets definition af vinterdødelighed er den større mængde dødsfald som forekommer i de fire vinter måneder sammenholdt med årets øvrige 8 måneder. Baseret på Eurostat-databasen (og korrigeret for graddage) er der i Danmark gennemsnitligt 3.047 dødsfald årligt, som kan tilskrives begrebet vinterdødelighed, svarende til 9,9 % af det samlede antal døde i

vintermånederne. For at vurdere om den større andel vinterdødelighed skyldes utilstrækkeligt opvarmede bygninger anvender COMBI-studiet EU-SILC-undersøgelsen, hvor respondenter med selvudsagn svarer på, om de har råd til at opvarme deres bolig tilstrækkeligt (også defineret som energifattigdom). Siden 2010 svarer 1,9-3,8 % af danskerne, at de ikke har råd til tilstrækkelig opvarmning. På baggrund af bl.a. tal fra WHO antager COMBI-studiet, at hvis mindre end 5 %, ifølge selvudsagn, ikke har råd til at opvarme deres bolig tilstrækkeligt, kan 10 % af vinterdødeligheden tilskrives utilstrækkeligt opvarmede boliger. For Danmark betyder det, at utilstrækkeligt opvarmede boliger årligt er skyld i ca. 305 dødsfald. Værdisætningen af et dødsfald bygger på en antagelse om, at det hovedsageligt er ældre borgere, som dør som følge af utilstrækkeligt opvarmede bygninger. Derfor anvendes den statistiske værdi for et enkelt leveår (VOLY), hvilket giver et konservativt økonomisk estimat, da hver dødsfald med denne metode kun værdisættes som et enkelt mistet leveår, fremfor alle resterende leveår den givne borger mister. Det totale økonomiske potentiale for de 305 vinterdøde per år er beregnet til ca. 528 mio. DKK/år. COMBI-studiet beregner, at forskellen mellem de to scenarier kan reducere antallet af dødsfald med 29 per år, svarende til en økonomisk værdi på 52 mio. DKK/år.

Luftforurening  
(indendørs)

**Luftforurening (indendørs)** beskriver effekten af negative indeklimasymptomer på personers helbred, kvantificeret som antallet af forringede leveår med den metriske enhed Disability-Adjusted Life Years (DALY). COMBI-studiet har analyseret luftforureningens indflydelse på luftvejssygdomme, forkølelse og influenza, kræft, allergi mm. samt astma, som bliver behandlet selvstændigt.

Forurenende stof	Kilde	Helbredseffekt
Allergener	Indendørs støv, husdyr og insekter	Luftvejssygdomme, hud- og øjeirritationer
Asbest	Flammehæmmende materiale og isolering	Lunge- og nyrekræft
Formaldehyd	Spånplader, isolering, møbler	Kræft, hud- og øjeirritationer
Mikroorganismer	Mennesker, husdyr, planter, aircondition	Kræft og hjertesygdomme
Fugt og råd	Fugt i bygninger, luftfugtighed	Luftvejssygdomme
Radon	Jord, bygningsmateriale (beton, sten)	Lungekræft
Svamp	Jord, planter, mad, indendørs overflader	Luftvejssygdomme

Table 3: Forurenende stoffer, deres udspringskilde samt hvilke sygdomme der hovedsageligt er associeret med det enkelte stof. [Kilde: COMBI].

En reduktion i ovenstående negative indeklimasymptomer kvantificeres kun for boligmassen og det fulde potentiale, dvs. den nuværende sygdomsbyrde, er ikke dokumenteret. COMBI-studiet beregner kun differencen mellem de to scenarier, hvor sygdomsbyrden reduceres med ca. 102 DALYs/år, svarende til en økonomisk værdi på ca. 179 mio. DKK/år.

## Astma

**Astma** behandles separat fra de øvrige indeklimasymptomer. Det er forudsat, at fugtige boliger bidrager til øget forekomst af astma, som betyder for tidlig død og leveår med nedsat helbred. Andelen af danskere som er udsatte for boliger med for højt fugtniveau er baseret på EU-SILC-undersøgelsen. Ifølge undersøgelsen blev 16,4 % af den danske population udsat for fugtproblemer i deres bolig i årene 2012-2014. Den henførbare risiko ("attributable risk") for astma er den procentvise forskel i observeret sundhed mellem den eksponerede og den ikke-eksponerede population. Det udtrykker med andre ord den sygdomsbyrde, der ville forsvinde, hvis der ikke var nogen risiko for forekomst af fugt i boliger. For astma er den henførbare risiko antaget til 1,33 i COMBI-studiet, hvilket giver, at 5,13 % af den samlede danske population er eksponeret for astma som følge af problemer med fugt. Astmabyrden er i COMBI-studiet beregnet til 805 DALYs/år med en økonomisk værdi på 1.389 mio. DKK/år. COMBI-studiet beregner, at forskellen mellem de to scenarier kan reducere astmabyrden med 61 DALYs per år, svarende til en økonomisk værdi på 104 mio. DKK/år.



Aktive dage	<p>Udover kvantificeringen af negative indeklimasymptomer som forkortet levetid ved brug af DALY, foretager COMBI-studiet en kvantificering af antallet af aktive dage, som samfundet mister som følge af dårligt indeklima. Samlet beregner studiet i differencen mellem scenarierne, at samfundet årligt mister 465.000 aktive dage som følge af dårligt indeklima, hvor 202.000 mistes som følge af dårlige boliger og 263.000 mistes som følge af dårligt indeklima i den tertiære sektor. Antallet af aktive dage dækker både over skoledage, arbejdsdage mm, men det nærmere data fremgår ikke gennemsnitligt af dokumentationen bag studiet. COMBI-studiet anvender videre ikke en metode til økonomisk værdisætning af de aktive dage, og medtager derfor ikke værdien i deres cost-benefit analyse (CBA). De samlede 465.000 mistede aktive dage udgør derfor et potentiale, som ikke videre bliver værdisat i COMBI-studiet, og er derfor ikke blevet videre anvendt i den samlede værdisætning opstillet i nærværende notat.</p>
Produktivitet	<p>For forbedring af indeklimaet i den tertiære sektor anvendes i stedet en metode til værdisætning af øget <b>Produktivitet</b>. Her bruger COMBI-studiet et øget antal arbejdstimer som følge af fx forbedret koncentrationsevne og reduktion af psykiske lidelser, altså parametre som ikke dækker den fysiske tilstedeværelse på arbejdspladsen. Energirenoveringstiltag til forbedring af indeklimaet i den tertiære sektor er beregnet til at øge antallet af årlige arbejdstimer med 416.000 timer/år, som har en økonomisk værdi på ca. 82 mio. DKK/år. Til beregning af den økonomiske værdi er en gennemsnitlig timeløn anvendt af COMBI-studiet på ca. 197 DKK/time.</p>
Nybyg	<p>COMBI-studiet opererer yderligere i EE-tiltag 2 (boligsektor) og 6 (tertiær sektor) med nybyg. Her forudsættes, at tiltag til forbedring af indeklima er lig renoveringstiltagene, dog kan de implementeres direkte i designfasen og være af højere standard og kvalitet. Nybyg af boliger er i COMBI-studiet beregnet til at kunne reducere antallet af astma-tilfælde svarende til 214 DALYs/år (ca. 385 mio. DKK/år) frem mod 2030 mens vinterdødeligheden ligeledes kan reduceres med 81 dødsfald/år (ca. 146 mio. DKK/år). Yderligere effekter ved nybyg af boliger er ikke kvantificeret i studiet, ligesom der heller ikke er foretaget en kvantificering for nybyg i den tertiære sektor.</p>

## COMBI-studiets værdisætning af multiple benefits

I nedenstående tabel (Tabel 4) er de afledte effekter og deres økonomiske værdisætning opsummeret både vist som potentialet, når dette er opgjort i COMBI-studiet, samt differencen mellem referencescenariet (med ingen særlig vægt på socialpolitik) og EE-scenariet (med prioritering af socialt udsatte).

Effekt	Kvantificering (forbedring)	Potentiale		Difference mellem scenarier	
		Værdisætning (per år frem til 2030)	Kvantificering (forbedring)	Værdisætning (per år frem til 2030)	Værdisætning (per år frem til 2030)
Vinterdødelighed	305 dødsfald	528 mio. DKK	29 dødsfald	52 mio. DKK	
Luftforurening (indendørs)			102 DALYs	179 mio. DKK	
Astma	805 DALYs	1.389 mio. DKK	61 DALYs	104 mio. DKK	
Produktivitet			416.000 ekstra arbejdstimer	82 mio. DKK	
Aktive dage			465.000 dage	Ikke økonomisk værdisat	

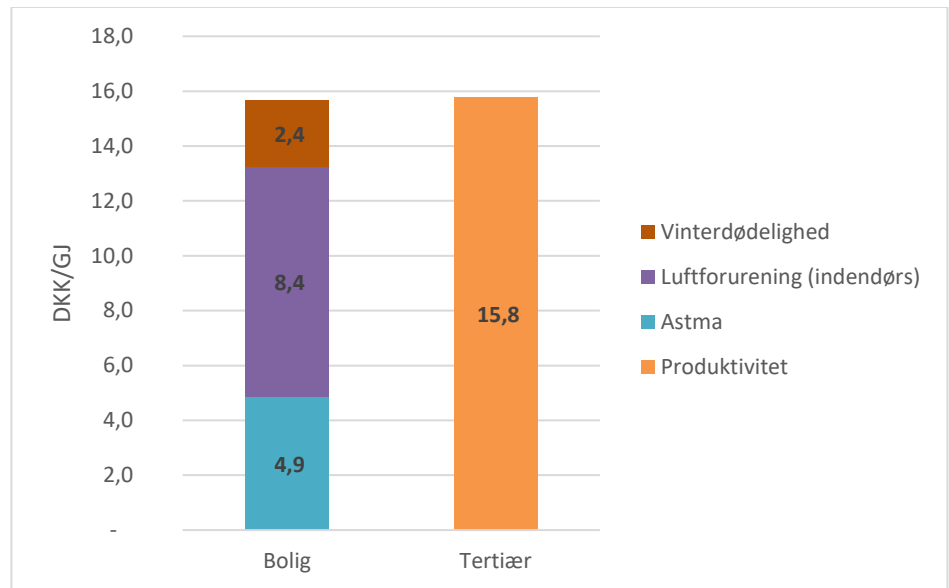
Tabel 4: Opsummering af kvantificering og værdisætning for de behandlede effekter ("multiple benefits").

### COMBI-studiets CBA

COMBI-studiet regner med et energiforbrug til opvarmning, køling og ventilation af husholdninger på 149 PJ i 2015, som er studiets basisår. Forbruget i "overlevende" boliger fremskrives til 125 PJ i 2030 i referenceudviklingen og til 107 PJ i effektivitetsudviklingen. Med overlevende boliger, menes boliger, som ikke rives ned over perioden 2015-2030. For tertiære bygninger regnes med et energiforbrug til opvarmning på 12 PJ i basisåret 2015, fremskrevet til 10 PJ i 2030 i referenceudviklingen og 8 PJ i effektivitetsudviklingen. Til værdisætningen af multiple benefits per sparet mængde energi laver COMBI en Cost-benefit analyse baseret på en sammenligning af referencescenariet i 2030 uden prioritering af socialt udsatte og effektivitetsscenariet med prioritering af de socialt udsatte.

Sektor	Værdi af multiple benefits
Bolig	15,7 DKK/GJ
Tertiære	15,8 DKK/GJ

Tabel 5: Den samlede værdi af effekterne i COMBI-studiets Cost benefit analyse opdelt på boliger og den tertiære sektor i kroner per sparet energienhed.



Figur 3: Cost-benefit analyse foretaget af COMBI-studiet som kroner per sparret energienhed (DKK/GJ).

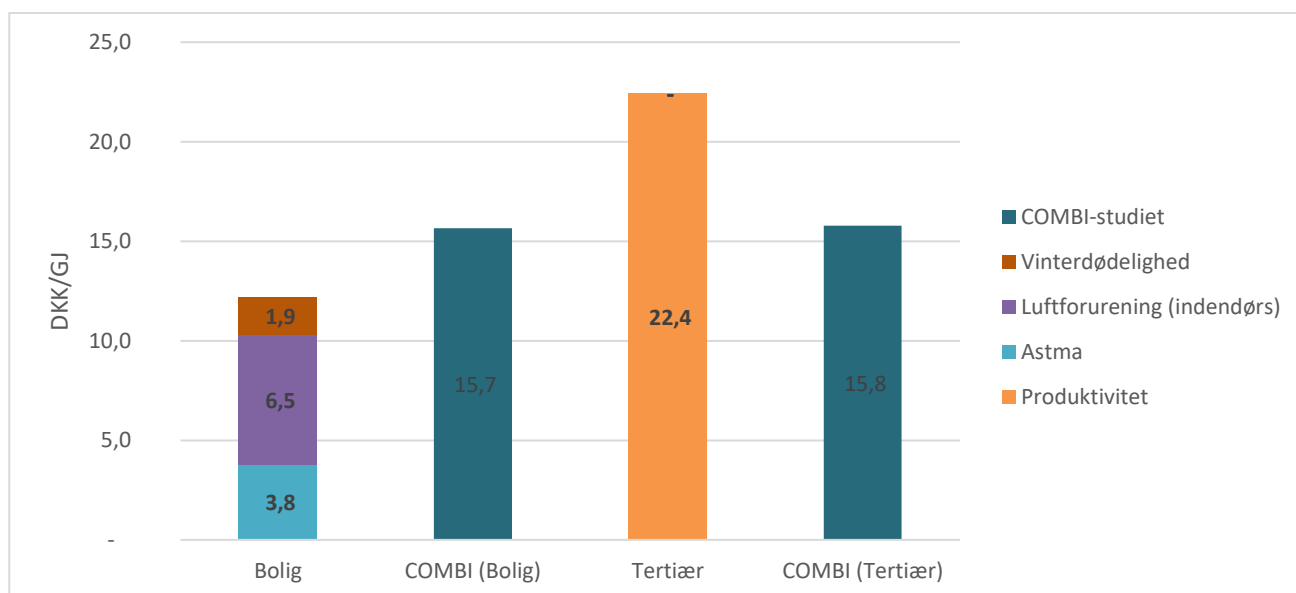
### Opdatering af COMBI-studiet

COMBI-studiet har haft til intention af matche EU-Kommissionens fremskrivninger med PRIMES-modellen og anvender derfor ofte overordnede europæisk data, der skal kunne dække over hele EU28. På en række punkter er det derfor muligt at opdatere beregningerne med lokal danske statistiske input ved grundlæggende brug af samme metode som anvendt af COMBI.

- Værdien af et statistisk leveår (VOLY) opdateres fra de anvendte europæiske gennemsnitsværdier for Danmark på ca. 1,8 mio. DKK-2019 til den nyeste anbefaling fra det danske finansministerium på ca. 1,4 mio. DKK-2019.
- Opdaterede data for gennemsnitlig årlig dansk løn er 418,577 DKK-2018, hvis perioden 2008-2015 betragtes, svarende til 294 DKK-2018/time og 397,305 DKK-2018, hvis perioden er 2000-2015, svarende til 276 DKK-2018/time. COMBI-studiet anvender en timeløn på ca. 197 DKK/time. En opdateret timeløn på 280 DKK/time er anvendt til korrigerende af værdisætningen af produktivitet.

På Figur 4 ses værdisætningen af vinterdødelighed, luftforurening, astma og produktivitet i kroner per sparet energi, når der anvendes opdateret dansk data for værdien af et statistisk leveår samt gennemsnitslønnen. Beregningerne er foretaget som procentvise skaleringer, hvor resultater beregnet på baggrund af VOLY bliver nedskaleret med 22,3 % og resultater beregnet med gennemsnitslønnen bliver opskaleret med 42,1 %. Nedskrivningen fra COMBI-

studiets værdisætning af et leveår til finansministeriets værdisætning medfører en reduktion i den samlede værdi af multiple benefits for boliger fra 15,7 DKK/GJ til 12,2 DKK/GJ. Samtidig som følge af den højere værdisætning af en arbejdstime stiger værdisætningen for produktivitet i den tertiære sektor fra 15,8 DKK/GJ til 22,4 DKK/GJ.



Figur 4: Opdateret Cost-benefit analyse foretaget af COMBI-studiet som kroner per sparet energienhed (DKK/GJ). Opdateret med ny værdisætning af et statistisk leveår (VOLY) og gennemsnitsindkomst.

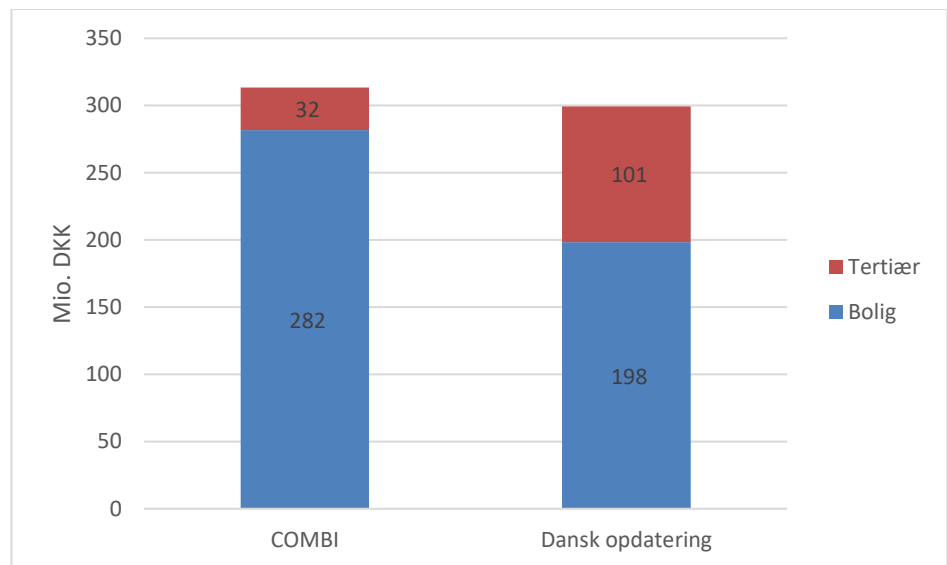
I analysen af det samfundsøkonomiske potentiale for energibesparelser anvendte vi en baseline (2017) energiforbrug baseret på Energistyrelsens Energistatistik, som viste et endeligt energiforbrug indenfor boliger på 163 PJ og 45 PJ indenfor den tertiære sektor (ekskl. el anvendt til andet end opvarmning). Analysen viste samtidig, at det frem mod 2030 er realistisk med energirenovering svarende til energibesparelser på ca. 10 % til opvarmning. I 2030 vil det betyde et energiforbrug til opvarmning af boliger på 147 PJ og 40,5 PJ til opvarmning i den tertiære sektor (uden fremskrivning af efterspørgslen på energi frem mod 2030). Anvendes enhedsværdierne for værdisætningen af multiple benefits jf. Figur 4 samt energibesparelspotentialerne vil det betyde en samlet besparelse ca. 313 mio. DKK/år beregnet direkte fra COMBI-studiet og ca. 299 mio. DKK/år beregnet fra den danske opdatering.

Samlede besparelser	Bolig		Tertiær	
	COMBI	Dansk opdatering	COMBI	Dansk opdatering
Energibesparelse i 2030 [PJ]	18	16,3	2	4,5
Enhedsværdisætning [DKK/GJ]	15,7	12,2	15,8	22,4
Besparelspotentiale [mio. DKK/år]	282	198	32	101

*Tabel 6: Samlede besparelser for COMBI-studiet og den danske opdatering af COMBI-studiet. Energibesparelsen i 2030 for COMBI-studiet er opgjort som forskellen i energiforbruget i referencescenariet og EE-scenariet, mens energibesparelsen for den danske opdatering forudsætter 10 % besparelse ift. energiforbruget i 2017.*

Nedskrivningen af værdien for de afledte effekter i boligsegmentet i den danske opdatering samt et marginalt mindre potentiale for energibesparelser frem mod 2030 gør, at det samlede besparelspotentiale i den danske opdatering er lavere end beregnet direkte fra COMBI-studiet. Modsat betyder opskalering af værdien af produktivitet samt et over dobbelt så højt potentiale for energibesparelser i 2030 i den danske opdatering, at det samlede besparelspotentiale i den tertiære sektor er ca. tre gange så højt som i COMBI-studiet.

Som tidligere beskrevet er enhedsværdisætningen i COMBI-studiet beregnet på baggrund af differencen mellem referencescenariet og EE-scenariet, hvor der allerede fra baseline til referencen er opnået 16 % energibesparelse i 2030 ift. 2015. I den danske opdatering af det samlede besparelspotentiale er anvendt en energibesparelse fra baseline i dag (2017) til et 10 % besparelsscenarie. Forudsat, at de første energibesparelser giver de højeste afledte effekter, er det derfor sandsynligt, at den samlede værdi af de afledte effekter er undervurderet i den danske opdatering af COMBI-studiet. Det er ikke muligt ift. den nuværende dokumentation bag COMBI-studiet at foretage en værdisætning af de afledte effekter fra baseline til referencescenariet.



Figur 5: Samlede besparelser for COMBI-studiet og den danske opdatering af COMBI-studiet i mio. DKK/år i 2030. Dansk opdatering anvender en energibesparelse på 10 % i 2030.

Studiet af energibesparelse foretaget af Ea Energianalyse viser samtidig, at forbedret energi- og klimastyring af installationer i bygninger kan opnå yderligere besparelser på op mod 10 % frem mod 2030. Effekten af disse energibesparelser er mere usikre, ligesom det ikke er klart om besparelserne kan tilskrives selve energirenoeringen. Medregnes yderligere 10 % i den danske opdatering vil værdien af multiple benefits stige med ca. 270 mio. DKK/år til samlet 569 mio. DKK/år i 2030.

### Forbehold ved COMBI-studiet

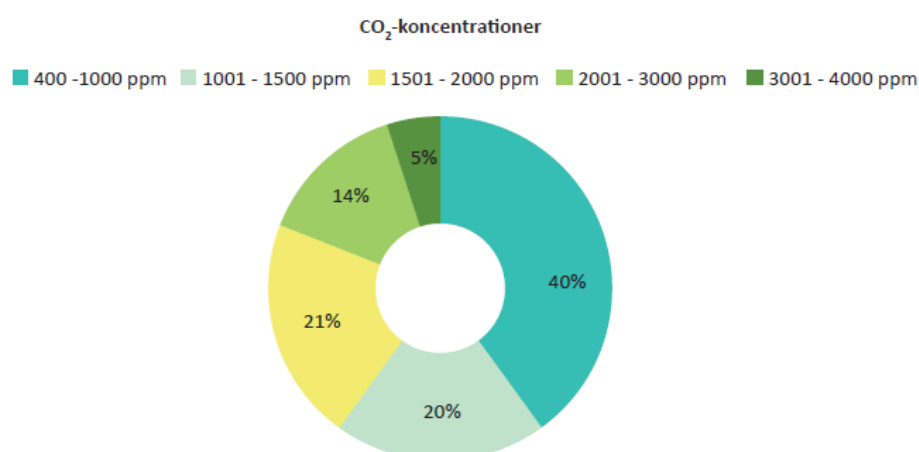
COMBI-studiet er opbygget til at favne bredt, både hvad angår energieffektiviseringstiltag (byggeri, transport, industri) samt geografi (hele EU28). Når der skal dannes et samlet overblik på EU-niveau, der omfatter alle 28 medlemsstater, begrænses rådigheden af data og dermed forsvinder nogle af nuancerne, da der ikke findes samme statistiske materiale for alle 28 medlemsstater. På trods af disse forbehold er COMBI-studiet på nuværende tidspunkt den mest robuste og gennemgående analyse med fokus på den økonomiske værdisætning af multiple benefits som følge af energirenoeringer – både for Europa og for Danmark. Samtidig forventer vi at COMBI-studiet pga. sit omfang vil blive refereret til i årene fremover i den europæiske debat om energirenoering og der er derfor nærliggende også at anvende studiet i dansk sammenhæng.

Da COMBI-studiet baserer sig på en værdisætning af effekten som differencen mellem to scenarier, er det usikkert hvordan effekterne fordeler sig hen over renoveringsforløbet, hvor det kan forventes, at de største positive effekter

opnås ved de tidligt opnåede energibesparelser. Parameteret aktive dage, som udgør et potentiale på mere end 450.000 dage/år ifølge COMBI-studiet bliver ikke værdisat selvom de potentielt har en stor økonomisk værdi. Det er derfor sandsynligt at både COMBI-studiet, og derved også den danske opdatering, undervurderer den samlede økonomiske værdi af effekterne.

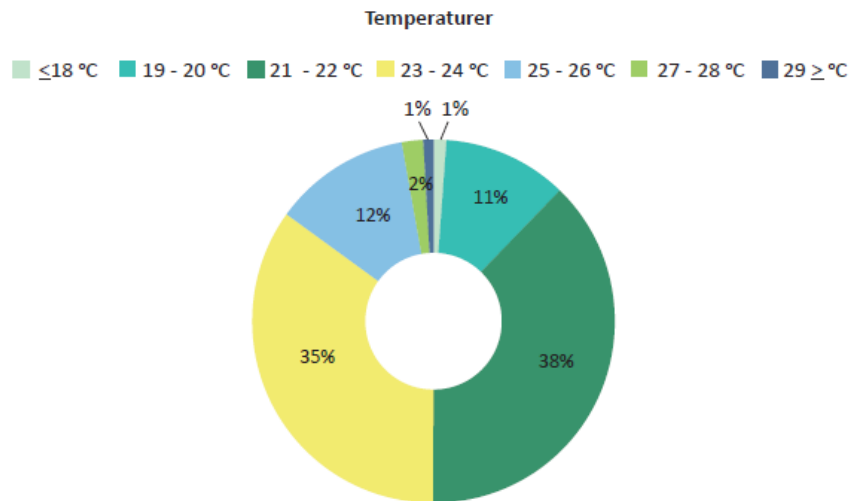
## Folkeskoler

I en omfattende undersøgelse foretaget af DTU i 2016 blev energimærkerne for de danske folkeskoler gennemgået. DTU fandt, at størstedelen af arealet har energimærke D, hvilket hænger sammen med bygningernes opførelsesår. Samtidigt blev folkeskolernes indeklimateforhold undersøgt, som bl.a. viste at i 60 % af lokalerne oversteg CO<sub>2</sub>-koncentrationen på de tilladte 1.000 ppm – og mange lå endda væsentligt over.



Figur 6: CO<sub>2</sub>-koncentrationer i den danske folkeskole baseret på målinger i 245 klasseværelser. [Kilde: Indeklima i skoler (WP 2.1), DTU, 2016].

Samtidig viste undersøgelsen, at indetemperaturen i klasselokalerne i langt størstedelen af tilfældene lå i det anbefalede temperaturinterval på 20-26 grader.



Figur 7: Temperaturen i den danske folkeskole baseret på målinger i 245 klasseværelser. [Kilde: Indeklima i skoler (WP 2.1), DTU, 2016].

DTU og Incentive har i 2020 i undersøgelsen ”Samfundsøkonomiske gevinster ved forbedret indeklimate” fundet frem til, at der er kvantitativ sammenhæng mellem CO<sub>2</sub>-koncentrationen i klasseværelser og elevernes hastighed og nøjagtighed i deres skolearbejde og den fysiske tilstedeværelse i skolen. Allerede ved CO<sub>2</sub>-koncentrationer over 1.750 viser undersøgelsen at præstationen falder med 15 % og sygefraværet stiger med 5 %. Samtidig viser undersøgelsen, at høje temperaturer i klasseværelserne ligeledes har negativ indflydelse på præstation (men ikke på sygefravær). I forbindelse med studiet har DTU og Incentive udviklet et beregningsværktøj<sup>1</sup>, som videre er anvendt i dette notat. Til værdisætning af forbedret indeklimate og temperatur opstiller DTU og Incentive en inddeling med 5 kategorier alt efter CO<sub>2</sub>-koncentration og temperatur. Studiets metodik kan anvendes på en samlet mængde af Danmarks folkeskoler. Det er forudsat, at der er 560.000 danske folkeskoleelever samt 45.000 lærere. CO<sub>2</sub>-koncentrationen samt temperaturen fastlægges fra DTUs undersøgelse fra 2016 (Figur 6 og Figur 7) og det antages, at det er muligt at forbedre indeklimate og temperatur svarende til én kategori, fx ændre CO<sub>2</sub>-koncentrationen fra 1350-1500 ppm til 1200-1350 ppm. 1-års-effekten ved reduceret sygefravær er i værktøjet beregnet til at være 408 mio. DKK/år med en nutidsværdi over 30 år på 7.337 mio. DKK. Yderligere er 1-års-effekten for øget indlæring, både som følge af forbedret præstation og højere fysisk tilstedeværelse, beregnet til at være 12 mio.

<sup>1</sup> <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/samfundsøkonomiske-gevinster-ved-forbedret-indeklima>



DKK/år med en nutidsværdi over 50 år på 3.852 mio. DKK. DTU og Incentive konkluderer, at der findes meget få danske undersøgelser, som belyser den fulde sammenhæng mellem energirenovering og økonomisk værdisætning af forbedret præstation og reduceret sygefravær hos eleverne og gør opmærksom på, at beregningerne i rapporten er forbundet med stor usikkerhed. Især påpeges det, at der er en væsentlig usikkerhed ved estimat for gevinsten ved øget indlæring. Derudover skal det nævnes, at det er forbedret ventilation, som er hovedårsagen til det forbedrede indeklima, og derved den økonomiske værdi af de afledte effekter. En energirenovering af fx klimaskærm vil derfor ikke direkte medvirke til indfrielse af den opstillede økonomiske værdi for lavere CO<sub>2</sub>-koncentrationer i folkeskolerne.

Et andet studie foretaget af RAND Europe for VELUX beregner, at usunde danske boliger årligt er skyld i 29.000 missede skoledage. Værdisættes dette antal missede skoledage med enhedsværdien fastlagt af DTU og Incentive, svarer det årligt til en økonomisk værdi på 17,3 mio. DKK. RAND Europe konkluderer ligeledes, at en forbedring af ventilationsraten i de danske folkeskoler kan have en positiv økonomisk effekt på dansk BNP på mellem 37 mio. DKK og 213 mio. DKK i 2040.