

EFTERISOLERING

Miljømæssige konsekvenser ved overholdelse af BR18 krav til renovering og ombygning af ydervæg og tag

Opsummering

Udarbejdet af
Mikkel T. B. Volden
Bygningsingeniør

FORORD

Dette er en **opsummering** af vores rapport fra 2021:
“EFTERISOLERING. Miljømæssige konsekvenser ved overholdelse af BR18 krav til reovering og ombygning af ydervæg og tag”
(2021, Mikkel T. B. Volden). [klik her](#) for at se mere.

Formålet med denne opsummering er, at præsentere de væsentlige resultater og konklusioner fra rapporten.

Vi håber at resultaterne kan være med til at sætte fokus på miljøpåvirkninger forbundet med reovering og efterisolering i den eksisterende bygningsmasse.

Mikkel T. B. Volden

INDHOLD

INTRODUKTION	4
.....	
BR18-KRAV	5
.....	
METODE	6
.....	
RESULTATER	8
.....	
KONKLUSION	14
.....	

INTRODUKTION

Byggesektoren har et enormt ansvar for globale udledninger af drivhusgasser. 39 % af alle globale drivhusgasudledninger er forbundet til byggesektoren (WorldGBC m.fl. 2019). Udledningerne stammer dels af indlejret CO₂ som er bundet til materialerne i konstruktionen (embodied carbon), og dels fra selve driften af bygningen igennem dens levetid.

På verdensplan er ca. 70 % af udledningerne forbundet med driftenergien og 30 % direkte forbundet med materialer og konstruktion. Pga. de relativt strenge krav til driftenergi i det danske bygningsreglement (BR18), er fordelingen dog mere lige i Danmark. Det vil sige at materialevalg og konstruktioner har et større ansvar for drivhusgasudledninger og andre miljøpåvirkninger, når der bygges energieffektive bygninger, som i Danmark.

Der er dog stor forskel på om der er tale om nybyggeri, som skal leve op til kravene for nybyggeri i BR18, eller en eksisterende bygning som renoveres eller ombygges. Behovet for tilført energi til drift af bygningen vil typisk fylde en større andel i et ældre byggeri, sammenlignet med nybyg, fordi den typisk er dårligere isoleret og dermed har et større varmetab.

Renovering af den eksisterende bygningsmasse rummer et stort potentiale til at nedbringe klimaaftrykket fra bygningsdriften i Danmark.

1 | BR18 KRAV

... TIL RENTABEL EFTERISOLERING

I det danske bygningsreglement, BR18, er der krav til hvad konstruktionen skal leve op til efter renovering eller ombygning.

Der skelnes, i BR18, mellem tre forskellige situationer:

1. Reparation
- 2. Ombygning** (fokusset i denne rapport)
3. Udskiftning

Ombygninger omfatter renovering af enkelte bygningsdele. Ved ombygning skal efterisoleringsarbejdet udføres op til kravene i BR18, men kun i det omfang det er rentabelt, set ud fra et totaløkonomisk perspektiv. Med et stadigt stigende fokus på at reducere klimabelastningen fra byggesektoren og de kommende CO₂-krav til nybyggeri fra januar 2023, er det relevant at undersøge tilbagebetalingstiden ift. CO₂-aftryk for forskellige niveauer af efterisolering, når kravene i bygningsreglementet samtidig skal opfyldes.



“ ER KRAVENE TIL EFTERISOLERING I BR18 §279 FOR OMBYGNING OG RENOVERING CO₂-MÆSSIGT RENTABLE IFT. DEN OPNÅEDE BESPARELSE TIL DRIFTEN, SOM FØLGE AF REDUCERET VARMEBEHOV, SET OVER HELE BETRAGTNINGSPERIODEN PÅ 40 ÅR FOR RENTABILITETSBEREGNINGER? ”

2 | STUDIETS METODE

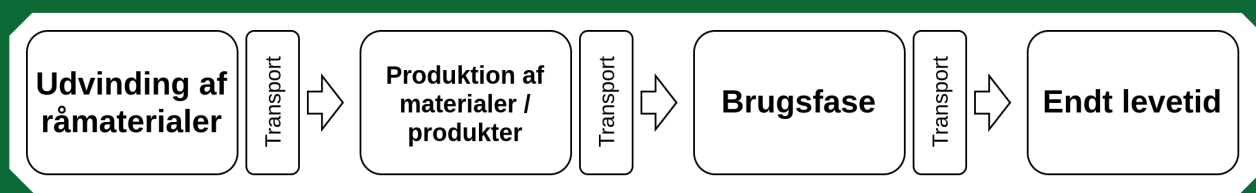
LIVSCYKLUSVURDERINGER (LCA)

Studiet består af et sammenlignende LCA-studie (livscyklusvurdering) af efterisoleringsarbejdet samt produktion af et forsyningsanlæg, til at vurdere de miljømæssige konsekvenser og til at bestemme tilbagebetalingstiden ift. CO₂-aftryk. For selve driften bruges LCA til at beregne miljøpåvirkninger forbundet med produktion og levering af varme, med udgangspunkt i dynamiske energiscenarier for elektricitet og fjernvarme (fremskrivninger fra Energistyrelsen).

En LCA består grundlæggende af 4 trin:

1. **Formål og afgrænsning** (*goal and scope*)
2. **Kortlægning** (*inventory analysis*)
3. **Vurdering af miljøpåvirkninger** (*impact assessment*)
4. **Fortolkning** (*interpretation*)

LIVSCYKLUSFASER I EN LCA



Livscyklusbetragtning i en LCA, jf. ISO 14040 2008

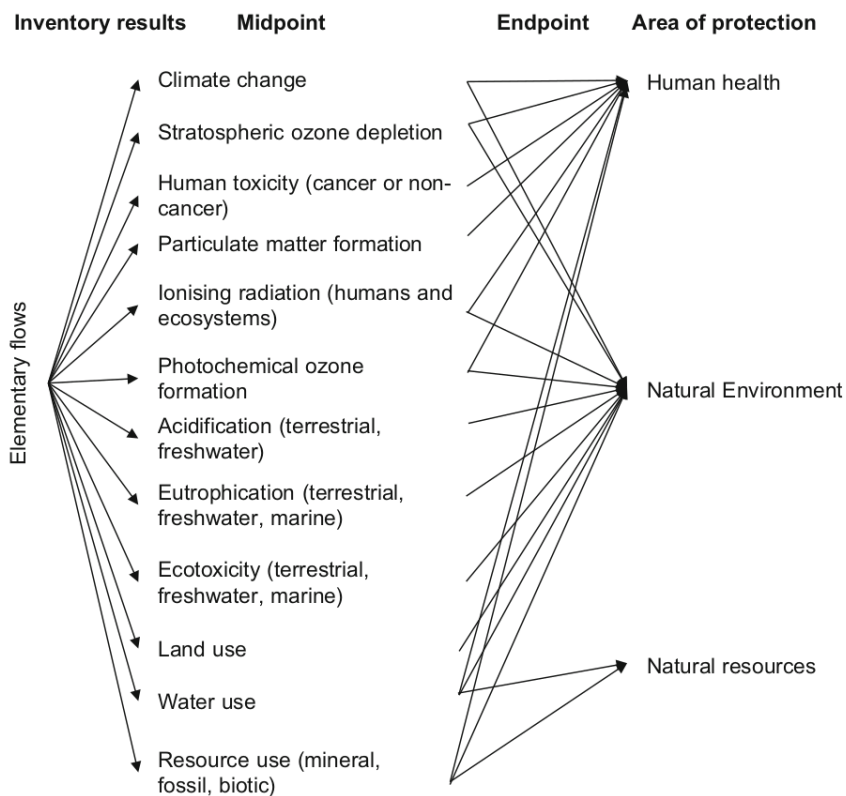
MILJØPÅVIRKNINGSKATEGORIER

Midpoint og Endpoint

Der findes en lang række miljøpåvirkningskategorier som kan betragtes i en LCA. De kan opdeles i midpoint-kategorier og endpoint-kategorier.

Denne rapport betragter:

- Klimaforandringer (GWP)
- Giftige stoffer for mennesker (HTP_c + HTP_{nc})
- Brug af landareal (LOP)



(credit: Hauschild, Rosenbaum og Olsen 2018)

OP TIL 88 % VARIANS

Disse 3 midpoint kategorier repræsenterer samlet set en bred varians på op til 87.8 % (Steinmann m.fl. 2016) blandt et bredt udvalg af midpointkategorier. Hvis disse tre kategorier betragtes samlet set i et LCA studie, mindskes risikoen dermed for burden shifting hvor problemer fra én miljøpåvirknings-kategori flyttes til en anden..

BRUG AF LANDAREAL

Brug af landareal har stor betydning for endpoint kategorien miljø. Brug af landareal kan således have en negativ påvirkning på naturområder, biodiversitet og skovarealer (som bl.a. optager CO₂).

KLIMAFORANDRINGER (GWP)

Når mængden af drivhusgasser (CO₂-eq.) i atmosfæren øges, opvarmes de jordnære luftlag med klimaforandringer til følge. Klimaforandringer har alvorlige konsekvenser for både mennesker og dyr på jorden. FN's klimapanel, IPCC, har i deres rapport "Climate Change 2021 - The Physical Science Basis" (IPCC m.fl. 2021) slået fast, at klimaforandringer helt entydigt er menneskabte.

GIFTIGE STOFFER FOR MENNESKER

Både kræftfremkaldende (HTP_c) og ikke-kræftfremkaldende (HTP_{nc}) stoffer, som er skadelige for mennesker, har stor påvirkning på endpoint kategorien for menneskers sundhed.

3 | RESULTATER

... FOR EFTERISOLERING AF TUNG YDERVÆG

EFTERISOLERING AF LOFT OG YDERVÆG

I det fulde studie er der lavet LCA-beregninger på efterisolering af 2 typer lofter og 4 typer ydervægge. I alle tilfælde bliver der betragtet forskellige scenarier med forskellige opvarminngskilder.

Denne rapport præsenterer kun udvalgte resultater fra én type ydervæg med udvendig efterisolering.

UDVALGTE RESULTATER

Efterisolering af loft og ydervæg

Forsyningsanlæg:

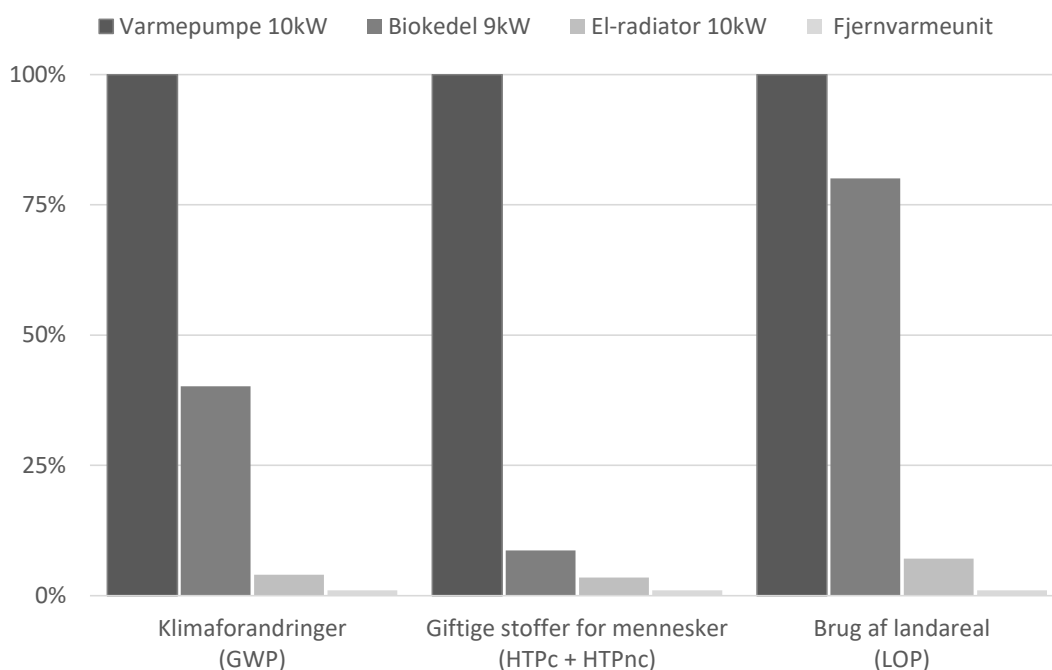
Varmepumpe, fjernvarme, pillefyr eller el-radiator?

Efterisolering:

0, 75, 175 eller 300 mm?

I det følgende præsenteres udvalgte resultater for produktion af 4 forsyningsanlæg, produktion og levering af 1 kWh varme samt akkumulerede resultater for udvendig efterisolering af en tung ydervæg, som lever op til både historiske og gældende krav i bygningsreglementet.

PRODUKTION AF FORSYNINGSANLÆG



Grafen viser forskellen mellem miljøpåvirkninger forbundet med produktion af 4 forskellige forsyningsanlæg.

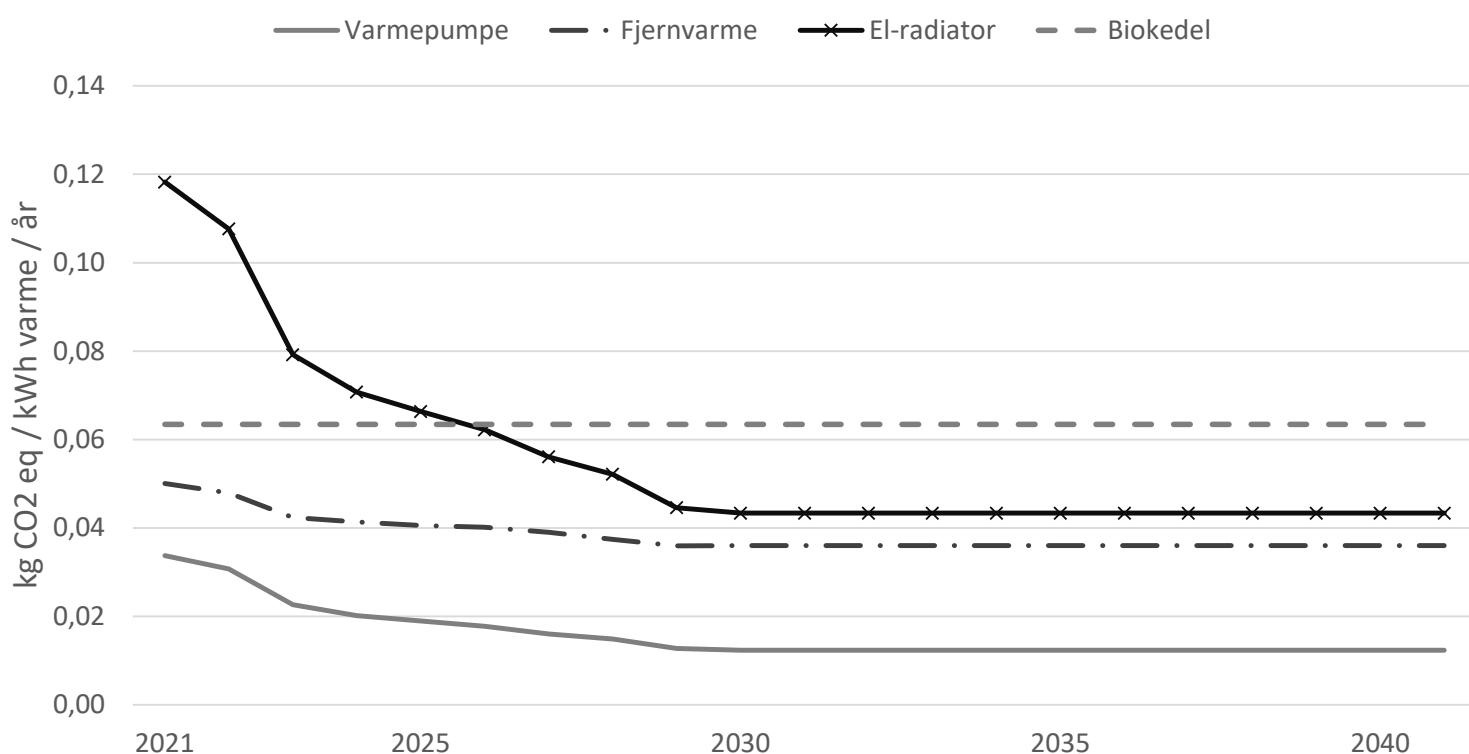
Produktion af en varmpumpe er den mest miljøbelastende blandt de 4 forsyningsanlæg inden for alle tre miljøpåvirkningskategorier.



PRODUKTION AF VARMEPUMPE HAR DET HØJESTE MILJØAFTRYK - DETTE SKYLDES BRUGEN AF MERE MATERIALE OG FLERE KOMPONENTER I FORBINDELSE MED PRODUKTIONEN - ISÆR STÅL, KOBBER OG ISOLEREDE SLANGER HAR EN BETYDNING FOR DET SAMLEDE AFTRYK FRA PRODUKTIONEN.

PRODUKTION AF 1 KWH VARME

Varmepumpe, Fjernvarme, el-radiator, biokedel



RESULTATER FOR PRODUKTION AF 1 KWH VARME

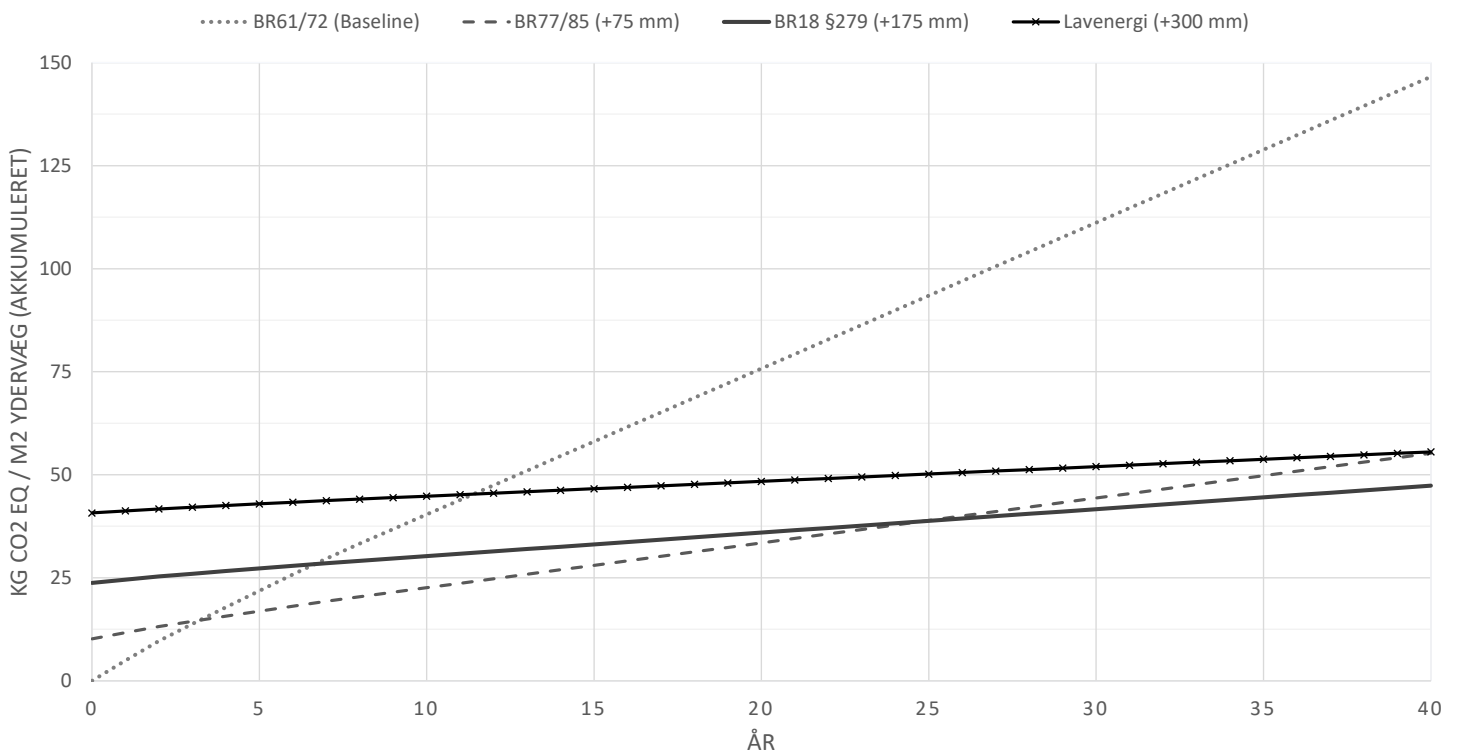
Produktion af 1 kWh varme udvikler sig de første 10 år af betragtningsperioden, baseret på fremskrivninger for sammensætningen af energimixet (Energistyrelsen).

Energimixet udvikler sig med en stigende andel af vedvarende energi; derfor ses der en positiv udvikling for især el-baserede varmekilder, men også for fjernvarme.

Energistyrelsen fremskriver 10 år, med en antagelse om, at det opnåede energimix i 2030 kan opretholdes resten af betragtningsperioden.

UDV. EFTERISOLERING AF TUNG YDERVÆG

Opvarmning med FJERNVARME



*Væggens U-værdi før efterisolering svarer til kravene i BR61/72: 1,01 [W / m² * K]

RESULTATER FOR UDVENDIG EFTERISOLERING AF TUNG YDERVÆG, OPVARMNING MED FJERNVARME

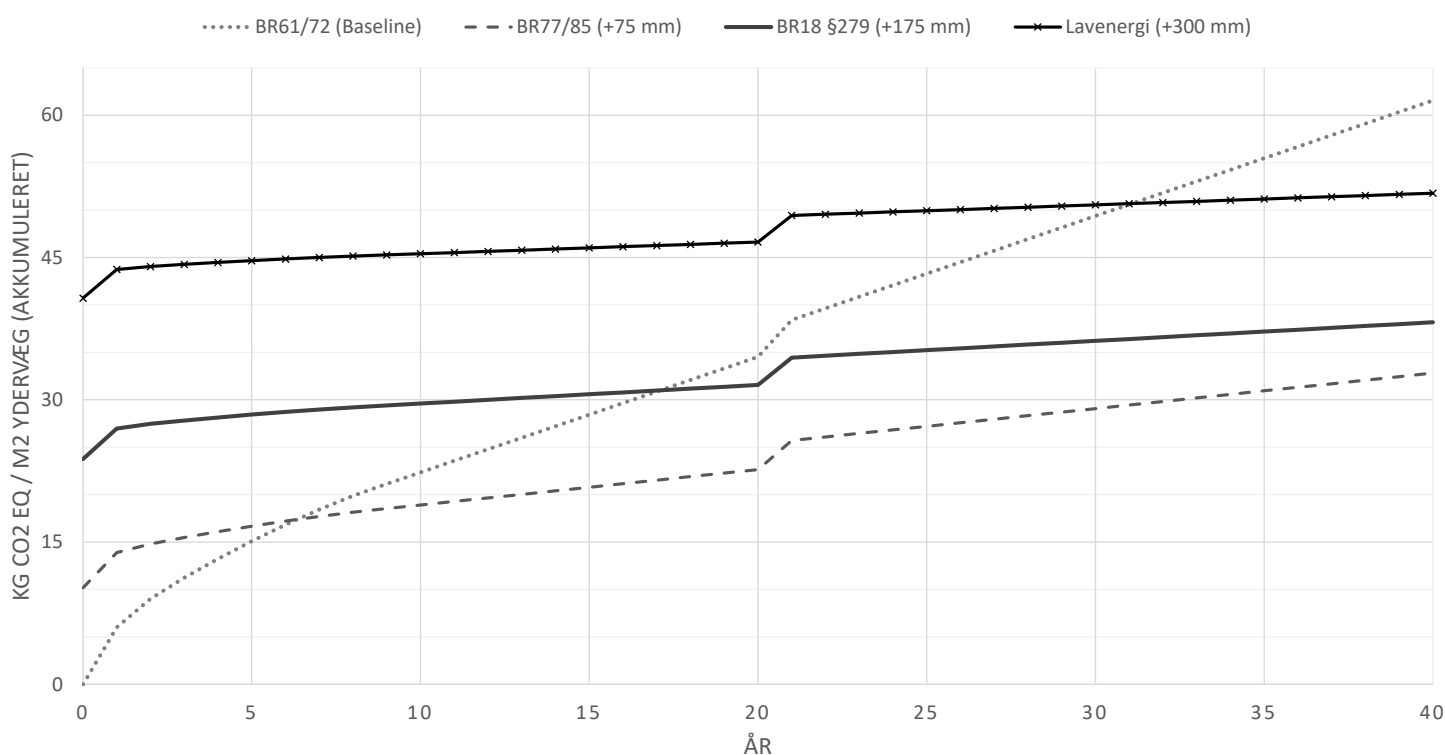
År 0 udtrykker bidraget fra selve efterisoleringsarbejdet. De akkumulerede resultater er et udtryk for klimaafttrykket forbundet med opvarmning fra varmekilden, hvert år i betragtningsperioden på 40 år.

Tilbagebetalingstiden (CO₂) varierer fra 4-12 år afhængigt af niveau af efterisolering.

Hvis væggen i forvejen var isoleret med blot 75 mm isolering, går der 26 år før BR18-krav til efterisolering er tilbagebetalt.

UDV. EFTERISOLERING AF TUNG YDERVÆG

Opvarmning med VARMEPUMPE



*Væggens U-værdi før efterisolering svarer til kravene i BR61/72: 1,01 [W / m² * K]

RESULTATER FOR UDVENDIG EFTERISOLERING AF TUNG YDERVÆG, OPVARMNING MED VARMEPUMPE

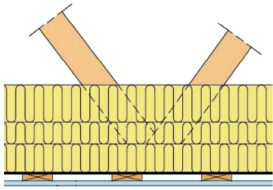
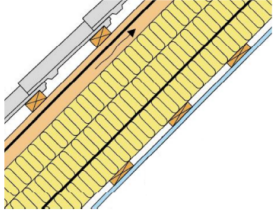
År 0 udtrykker bidraget fra selve efterisoleringsarbejdet. De akkumulerede resultater er et udtryk for klimaaftrykket forbundet med opvarmning fra varmekilden, hvert år i betragtningsperioden på 40 år.

Tilbagebetalingstiden (CO₂) varierer fra 7-32 år afhængigt af niveau af efterisolering.

Hvis væggen i forvejen var isoleret med blot 75 mm isolering, ville et efterisoleringsarbejde ikke blive tilbagebetalt inden for betragtningsperioden.

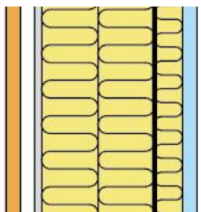
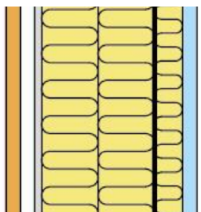
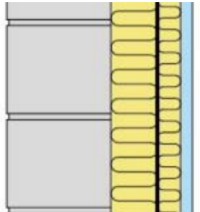
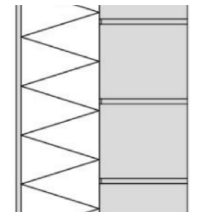
FLERE RESULTATER

- i det fulde studiev

	T 1 – loftrum	T 2 – skråvæg
		
	Indvendig efterisolering vandret mellem spær direkte oven på eksisterende isolering	Udvendig efterisolering mellem tagspær med påføring af nye spær
Inkluderet i LCA	<ul style="list-style-type: none"> • isolering (flexibatts) 	<ul style="list-style-type: none"> • isolering (flexibatts) • påforede spær
Baseline (BR61/72)	75 mm eksisterende isolering	75 mm eksisterende isolering
U-værdi	0.40 [$W/m^2 \cdot K$]	0.43 [$W/m^2 \cdot K$]
Varianter:	3 niveauer af efterisolering	3 niveauer af efterisolering

INDHOLD:

- Loftrum (T 1)
- Skråvæg (T 2)
- Let ydervæg (Y 1)
- Tung ydervæg (Y 2)
- Indvendig efterisolering
- Udvendig efterisolering

	Y 1.1 – let ydervæg	Y 1.2 – let ydervæg	Y 2.1 – tung ydervæg	Y 2.2 – tung ydervæg
				
	Indvendig efterisolering med opsætning af nyt træskelet, dampspærre og gipsplader	Udvendig efterisolering med træskelet til den nye isolering	Indvendig efterisolering med opsætning af nyt træskelet, dampspærre og gipsplader	Udvendig efterisolering med facadeisolering og pudslag direkte på isolering
Inkluderet i LCA	<ul style="list-style-type: none"> • isolering (flexibatts) • træskelet • dampspærre • gipsplader 	<ul style="list-style-type: none"> • dampspærre • isolering (flexibatts) • træskelet 	<ul style="list-style-type: none"> • isolering (flexibatts) • træskelet • dampspærre • gipsplader 	<ul style="list-style-type: none"> • isolering (facadebatts) • puds
Baseline (BR61/72)	60 mm eksisterende isolering	60 mm eksisterende isolering	massiv væg uden isolering	massiv væg uden isolering
U-værdi	0.58 [$W/m^2 \cdot K$]	0.58 [$W/m^2 \cdot K$]	1.01 [$W/m^2 \cdot K$]	1.01 [$W/m^2 \cdot K$]
Varianter	3 niveauer af efterisolering	3 niveauer af efterisolering	2 niveauer af efterisolering	3 niveauer af efterisolering



DET FULDE STUDIE KAN LÆSES
VED AT [KLIKKE HER](#)

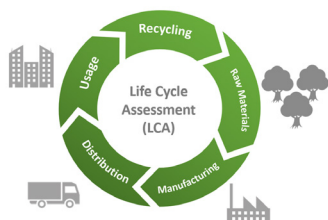
4 | KONKLUSION

... TILBAGEBETALINGSTID FOR EFTERISOLERING

BR18-KRAV OG KLIMABELASTNING I BYGGERIET

Med et stadigt stigende fokus på at reducere klimabelastningen fra byggesektoren samt kommende CO₂-krav til nybyggeri fra 2023, er det relevant at undersøge tilbagebetalingstiden for CO₂-aftryk for forskellige niveauer af efterisolering, når kravene i BR18 skal opfyldes.

TILBAGEBETALINGSTID FOR CO₂-AFTRYK IFT. BR18-KRAV FOR EFTERISOLERING



LCA (LIVSCYKLUSVURDERING)

Livscyklusvurdering af efterisoleringsarbejde samt produktion og levering af varme

I studiet anvendes livscyklusvurderinger (LCA) af efterisoleringsarbejdet og produktion af et forsyningsanlæg til at vurdere de miljømæssige konsekvenser og til at bestemme tilbagebetalingstiden ift. CO₂-aftryk. LCA bruges også til at beregne miljøpåvirkninger forbundet med produktion og levering af varme med udgangspunkt i dynamiske energiscenarier for elektricitet og fjernvarme (fremskrivninger fra Energistyrelsen).

HVORNÅR ER EFTERISOLERING RENTABELT



Tilbagebetalingstid fra 4 til 32 år

Set over hele betragtningsperioden, viser resultaterne entydigt, at kravene i BR18 §279 altid er rentable ift. CO₂-aftrykket. Yderligere viser det sig ofte, at kravene i BR18 er mere rentable end de strengere krav i lavenergiklassen. Den ekstra besparelse der opnås i driften i lavenergiklassen kan ikke betale de højere omkostninger forbundet med ekstra efterisoleringsarbejde ift. BR18 kravene. I visse situationer opnår man dog et endnu mindre CO₂-aftryk ved ikke at leve helt op til kravene i BR18.

Tilbagebetalingstiden for efterisoleringsarbejdet svinger fra 3 år og helt op til 32 år, afhængigt af konstruktionens udgangspunkt og type af varmekilde. Betragtes en situation, hvor den eksisterende bygningsdel blot har 75 mm isolering (svarende til BR77/85 krav), ændrer det markant på resultaterne for tilbagebetalingstiden. I visse situationer betyder det endda, at et efterisoleringsarbejde ikke vil blive tilbagebetalt inden for betragtningsperioden.

I studiet arbejdes der altid med det samme udgangspunkt for den eksisterende isolering, som betyder at bygningsdelen lever op til de historiske krav i BR61/72 før renoveringen.

Den eksisterende isolering samt valg af isoleringsmateriale har stor betydning for tilbagebetalingstiden og dette må derfor ses som en begrænsning i studiet og en forudsætning for alle resultaterne.

LÆS DET FULDE STUDIE

Dette er en opsummering af resultaterne fra vores rapport: "EFTERISOLERING. Miljømæssige konsekvenser ved overholdelse af BR18 krav til renovering og ombygning af ydervæg og tag" (2021, Mikkel T. B. Volden).

[klik her](#) - for at læse det fulde studie med flere resultater.



Udarbejdet af
Mikkel T. B. Volden
Bygningsingeniør
Juli 2022

BygherrePartner ApS
Lombjergervej 1
5750 Ringe
CVR **41232234**

www.BygherrePartner.dk