



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Guide Energirenovering af klimaskærm

- større bygninger



Scan koden og
TILMELD dig vores
NYHEDSBREV

Hent ScanLife:
SMS "Scan" til 1220 eller
hent gratis i App Store
eller Android Market

INDHOLD

INDLEDNING	3
TAGKONSTRUKTIONER.....	4
Ældre muret byggeri 1850-1920	4
Nyere muret byggeri 1920-1960	7
Industrialiseret byggeri 1960-1980	8
FACADER	9
Ældre muret byggeri 1850-1920	9
Nyere muret byggeri 1920-1960	11
Industrialiseret byggeri 1960-1980	13
VINDUER	14
Ældre muret byggeri 1850-1920	14
Nyere muret byggeri 1920-1960	16
Industrialiseret byggeri 1960-1980	17
GULVE	18
Ældre muret byggeri 1850-1920	18
Nyere muret byggeri 1920-1960	21
Industrialiseret byggeri 1960-1980	23
KILDER.....	24

Udgivet juni 2012

INDLEDNING

Denne guide drejer sig om etageejendomme i tre kategorier:

- Ældre muret byggeri 1850-1920
- Nyere muret byggeri 1920-1960
- Industrialiseret byggeri 1960-1980

En energirenovering af klimaskærmen udføres på samme måde, hvad enten det drejer sig om en større ejendom eller et enfamiliehus.

Derfor kan besparelser og metoder fra enfamiliehusene i vid udstrækning overføres til de større bygninger. Løsningerne er de samme, men konstruktionerne kan være ændrede.

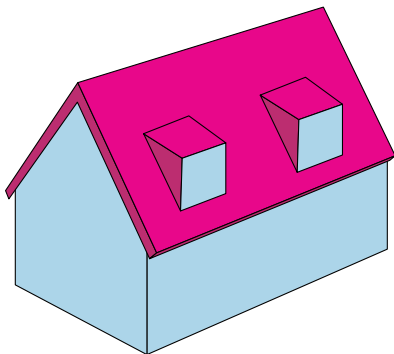
Denne guide viser, hvilke energiløsninger fra Videncenter for energibesparelser i bygninger der kan bruges hvor, og det typiske energibesparelspotentiale.



Tagkonstruktioner

ÆLDRE MURET BYGGERI 1850-1920

Etageejendomme fra denne periode vil som regel have enten sadeltag eller københavntag, som er beslægtet med et mansardtag, hvor den øvre del er fladt eller med næsten ingen rejsning. Mansardtaget er mindre udbredt, men er også meget brugt i denne periode. Hvis ejendommen har sadeltag, og loftetagen er beboet, isoleres den på samme måde som enfamiliehusets sadeltag. Oftest er der tegl på sadeltaget, men skiffer var også fremherskende som tagbelægning. Taghældningen var i disse årgange typisk 40-45 grader i henhold til datidens lokale bygningsreglementer og håndværkstraditioner.



Eksempel på sadeltag

Hanebåndsloftet isoleres som i Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af loft (hanebåndsloft)

Dimensionen på hanebåndet kan være større end i et enfamiliehus, så dampspærren vil skulle klæbes langs hanebåndene for at komme maksimalt 1/3 op i konstruktionen. Oftest vil dampspærren skulle placeres 50 eller 100 mm oppe af siden på hanebåndene, så der bliver plads til loftudtag og andre elinstallationer på den varme side af dampspærren. Dermed kan der også klæbes på en lige overflade, som er fri af diverse bomkanter. Der er som regel plads nok på hanebåndsloftet, så der er intet, der forhindrer at efterisolere til lavenergitykkelse, når arbejdet alligevel er i gang. Ved afslutningen af dampspærren mod skråvæggen er det vigtigt at have noget overskydende dampspærre, som kan klæbes til den dampspærre, som indbygges i skråvæggen - nu eller senere.

Hvis taget skal udskiftes vil det være oplagt at efterisolere skråvæggen udefra. Se Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - udefra

Det vil være ønskeligt at få placeret dampspærren 50-100 mm inde i konstruktionen for at undgå perforering. Skråvæggen vil i etageejendomme af den årgang normalt bestå af brædder beklædt med strå og puds. Stråenes fastgørelse kan stikke igennem brædderne, og den skal dampspærren fri af. Desuden kan beboerne i boligejendomme have hængt noget op i skråvæggen.

Hvis taget ikke står for udskiftning, men der ønskes foretaget en indvendig reovering af skråvæggen, vil det være oplagt at efterisolere skråvæggen indefra ved at følge Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra

Hvis der samtidigt er et ønske om ikke at miste for meget af højden af rummet, vil det være oplagt at fjerne brædder, strå og puds og starte på en frisk med efterisolering og opbygning af en ny skråvæg indadtil. Derved opnås plads til mere isolering, og der bygges ikke mere eller mindre damptætte lag skjult inde i konstruktionen. Dampspærren placeres oftest 50 mm inde i isoleringslaget under det tværgående lægtelag for at være beskyttet mod perforering. Dampspærren skal klæbes sammen med dampspærren, der kommer oppe fra hanebåndsloftet, og med dampspærren, der kommer nede fra væggen i skunken.

Videncentrets energiløsning anbefaler minimum 300 mm isolering, men det vil ikke altid være muligt at få plads til så meget. Skråvæggen bør efterisoleres med mindst 200 mm. Det vil være formålstjenligt at bruge en bedre isolering end standard på skråvæggen, for at opnå så god isolering som muligt på den plads, der er til rådighed.

Hvis der f.eks. bruges et isoleringsprodukt med en $\lambda = 32$, kan isoleringstykkelsen nedsættes til $200 \cdot 32 / 37 = 175$ mm. I praksis vil der som regel være plads til de 200 mm, så derfor anbefales 200 mm, $\lambda = 32$, for at opnå isoleringsevne som for $200 \cdot 37 / 32 = 230$ mm.

Foretages der hverken en tagudskiftning eller en indvendig renovering af skråvæggen, vil det stadig være muligt at efterisolere skråvæggen. Isoleringstykkelsen vil være langt fra bygningsreglementets krav, men lidt isolering er bedre end intet, og det kan give en større besparelse, end man lige tror, samt en væsentlig forbedring af komforten i loftsrummet.

Isoleringen glides ned fra hanebåndsloftet og op fra skunken på en tynd masonitplade - og kan kun udføres, hvis der er adgang fra begge dele. Det vil som regel ikke være muligt at få en dampspærre ind i konstruk-

tionen, men da isoleringstykkelsen er begrænset, og konstruktionen er ventileret, vil den pudsede overflade på skråvæggen være tilstrækkeligt. Tykkelsen af isoleringen er bestemt af spærrets højde. Da der skal være 50 mm luft til underside taglægter, må tykkelsen af isoleringen blive spærrets højde minus 50 mm.

I praksis har det vist sig, at spærene ofte er 125-150 mm høje, så den mulige isoleringstykkelse vil normalt være 75-100 mm. Brug gerne en bedre isolering end standard for at opnå så meget som muligt med den meget lille tykkelse.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på tilføjet efterisolering i skråvæg Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
Spærhøjde 200 mm, brædder, strå og puds				160
Spærhøjde 175 mm, brædder, strå og puds			156	
Spærhøjde 150 mm, brædder, strå og puds		150		
Spærhøjde 125 mm, brædder, strå og puds	142			

Energibesparelser efterisolering skråvæg

Skunken kan som regel isoleres ved at kravle ud i den via skunklemmen og isolere fra en ende af. Brug Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af skunk

Både skunkvæg og skungulv isoleres og tætnes med dampspærre placeret maksimalt 1/3 inde i isoleringslaget. I praksis ofte 50-100 mm inde. For at komme ned i bunden af skunken er man som regel nødt til at fjerne både gulvet i skunken og indskudleret under dette. I skunkens gulv klæbes dampspærren mod inderside ydervæg/eventuel rem og langs bjælkerne i etageadskillelsen. En stump dampspærre føres op ad skunkvæggen for tæt samling med dampspærren der.

Hvis tagetagen ikke er beboet, bør der foretages en efterisolering af etageadskillelsen efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af loft

I denne type ældre etageejendomme vil der normalt være indskudsler i etageadskillelsen ned mod etagen nedenunder. Indskudsleret er godt som lydisolering, men varmeisolerer dårligt, så de yderste 200-300 mm bør fjernes, så der plads til isolering i etageadskillelsen, og så dampspærren på loftet kan komme ned og få fat i ydervæggen. Hvis dette ikke udføres, risikerer man en tagetage, som er plaget af træk fra etageadskillelsen. Det er u hensigtsmæssigt for beboerne.

De ubeboede lofter bruges som regel som tørrelofter eller pulterkamre, så der vil som regel ikke være plads til en isolering svarende til minimums- eller lavenergianvisningerne i Videncentrets energiløsning uden at hæve gulvet i loftsrummene. Derfor vil en isolering af hulrummet ved indblæsning af isoleringsgranulat være den rentable løsning, selvom det på ingen måde lever op til BR10's minimumskrav til isoleringstykkelser.

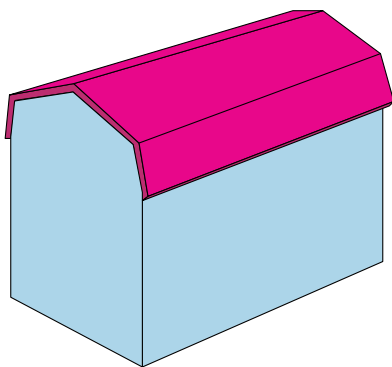
Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på indblæst isoleringsgranulat under indskudslag Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
10" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder				93
9" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder			87	
8" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder		80		
7" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder	72			

Energibesparelse indblæst isolering under indskudsler

Hvis ejendommen har københavertag, og loftetagen er beboet, isoleres den "flade del" af taget som i Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af fladt tag

Den "flade" del af københavertaget er oprindeligt ofte beklædt med zink. Ved renovering vælges ofte tagpap eller selvfølgelig en beklædning med zink igen.



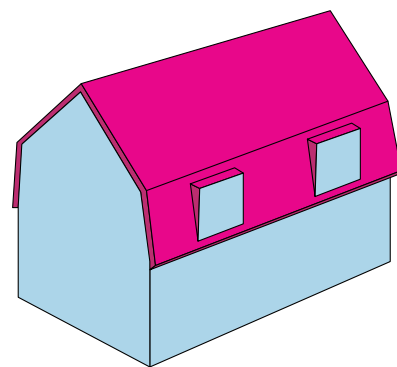
Eksempel på københavertag

Københavertaget har ofte en trempel, der formindsker arealet i tagetagen med skråvægge. Det forøger arealet, hvor man kan stå oprejst.

Tremplen er i princippet bare en forhøjelse af ydervæggen ofte i form af den murede gesims, som altså befinder sig oppe over etageadskillelsen. Tremplen gør også arealet af skunken med bedre arbejdshøjde større, hvilket gør isoleringen af skunken nemmere.

Til gengæld er der nogle skrå afstivere i trempelkonstruktionen, som tager plads i skunkrummet. Skråvæggen og skunken isoleres som for et sadeltag.

Mansardtaget består af to dele, hvoraf den øverste del er et sadeltag. Den øvre del af mansardtaget efterisoleres altså som et sadeltag.



Eksempel på mansardtag

Den nedre del af mansardtaget eller københavertaget består af nogle næsten lodrette tagflader. De isoleres som i Videncentrets energiløsninger:

- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - udefra

Igen afhængigt af om der skal foretages en indvendig renovering eller en udvendig tagudskiftning.

Tagkonstruktioner

NYERE MURET BYGGERI 1920-1960

Taget på etageejendommene i denne årgang er som regel et sadeltag, men hældningen af taget varierer meget.

Hvis taget er med lav rejsning, er det enten et gitter-spær eller en stolkonstruktion mod en etageadskillelse i beton, der bærer taget af enten eternit på lægter eller tagpap på bræddeunderlag.

Efterisolering af taget kan foretages efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af loft

Ved tage med en stolkonstruktion mod beton vil man ikke få den fulde effekt af efterisoleringen af loftet med mindre, at der opnås en god kuldebrosisolering mellem betonen og den murede ydervæg.

Det er vigtigt at have fokus på, hvordan kuldebroen elimineres.

Hvis taget er med høj rejsning, er det et hanebåndsspær, hvor tagbeklædningen som regel består af tegl. Efterisolering kan foretages efter Videncentrets energiløsninger:

- Efterisolering af loft (hanebåndsløft)
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - udefra
- Efterisolering af skunk

I få tilfælde er tagene af den årgang flade tagpaptage, som kan efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af fladt tag



Tagkonstruktioner

INDUSTRIALISERET BYGGERI 1960 - 1980

Etageejendommene fra 1960-1980 har oftest flade tage. De kan energirenoveres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af fladt tag

Nogle af tagene er dog med lidt hældning - oftest en stolkonstruktion oven på et betondæk. De kan isoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af loft

Husk at være opmærksom på kuldebroen mellem facade og etageadskillelse for at opnå den fulde effekt af isoleringen.



Facader

ÆLDRE MURET BYGGERI 1850-1920

For etageejendomme fra ca. 1850-1920 er facaderne fuldmurede (massive). De har ofte en så stor arkitektonisk værdi, at en udvendig efterisolering ikke vil komme på tale. I hvert fald ikke på facaden mod vejen, mens det i nogle tilfælde kan være en løsning til facaden mod gården og på frilagte gavle.

Som altid ved indvendig efterisolering skal dampspærren udføres meget omhyggeligt - både i samlingerne dampspærre-dampspærre, men især ved afslutningen mod gulv, loft, skillevægge og omkring vinduer.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på tilføjet indvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	75 mm	150 mm
3 stens væg uden isolering	33	42
3 stens væg med 50 mm isolering		19
2½ stens væg uden isolering	41	51
2½ stens væg med 50 mm isolering		21
2 stens væg uden isolering	53	65
2 stens væg med 50 mm isolering		24
1½ stens uden isolering	71	83
1½ stens væg med 50 mm isolering		28

Energibesparelser ved indvendig efterisolering af facade, tung ydervæg

Under vinduerne består ydervæggene som regel af en halvstens- eller en helstensmur, dvs., ydervæggen er tyndere end den resterende væg. Disse vinduesbryst-

ninger bør efterisoleres for ikke at få et større varmetab her, hvor radiatorerne ofte er placeret.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på tilføjet indvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	75 mm	150 mm
1 stens væg uden isolering	100	115
1 stens væg med 50 mm isolering		33
½ stens væg uden isolering	158	175
½ stens væg med 50 mm isolering		39

Energibesparelser ved indvendig efterisolering af brystninger under vinduer, tung ydervæg

Som regel er der ingen fri gavl, idet ejendommen er bygget lige op ad naboen. Men i de tilfælde der er, kan efterisolering af gavlen komme på tale.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet indvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	75 mm	150 mm
2 stens væg uden isolering	53	65
2 stens væg med 50 mm isolering		24
1½ stens væg uden isolering	71	83
1½ stens væg med 50 mm isolering		28
1 stens væg uden isolering	100	115
1 sten væg med 50 mm isolering		33

Energibesparelser ved indvendig efterisolering af gavle, tung ydervæg

Gavlen er til tider frilagt på grund af nedrivning af naboejendommen. Her kan udvendig efterisolering være med til at beskytte en gavl, som ikke er beregnet til at stå fri.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet udvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	125 mm	225 mm
2 stens væg uden isolering	61	68
2 stens væg med 50 mm isolering	27	33
1½ stens væg uden isolering	79	87
1½ stens væg med 50 mm isolering	31	38
1 stens væg uden isolering	110	118
1 sten væg med 50 mm isolering	36	44

Energibesparelser ved udvendig efterisolering af gavle, tung ydervæg

Facader

NYERE MURET BYGGERI 1920-1960

Den næste kategori er etageejendomme fra 1920 og frem til det industrialiserede byggeri omkring 1960. Her er facaderne som regel også murede - enten i gule eller røde sten. Der er også hulmur i nogle bygninger; indtil bygningsreglementet i 1961 dog kun i den øverste

etage. Hulmuren kan også være med faste bindere. I flertallet af ejendommene fra før 1960'erne vil det sandsynligvis være et ønske at bevare de murede facader. Det betyder at, indvendig efterisolering er nødvendig, hvis man vil spare energi.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet indvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	75 mm	150 mm
1½ stens massiv væg	71	83
1½ stens massiv væg med 50 mm isolering		28
1½ stens massiv væg med bagmur i lecasten	57	66
1½ stens massiv væg med 50 mm isolering		28
1½ stens væg med faste bindere på. 600 mm uden isolering	100	115
1½ stens væg med faste bindere pr. 600 mm med hulmursisolering (130 mm)	27	37
1¼ stens massiv væg	83	95
1¼ stens massiv væg med 50 mm isolering		30
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm uden isolering	100	115
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm med 70 mm isolering	53	66
1 stens væg massiv væg	100	115
1 stens massiv væg med 50 mm isolering		33

Energibesparelser ved indvendig efterisolering af facader og gavle, tung ydervæg

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet indvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	75 mm	150 mm
1 stens væg uden isolering	100	115
1 stens væg med 50 mm isolering		33
½ stens væg uden isolering	158	175
½ stens væg med 50 mm isolering		39

Energibesparelser ved indvendig efterisolering af brystninger under vinduer, tung ydervæg

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet hulmurs efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	70 mm	130 mm
1½ stens væg med faste bindere pr. 600 mm med hulmursisolering (130 mm)		79
1½ stens væg med faste bindere pr. 600 mm med hulmursisolering (130 mm) med 50 cm isolering (indv.)		16
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm uden isolering	61	
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm med 50 mm isolering (indv)	12	

Energibesparelser ved hulmursisolering

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet udvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	125 mm	225 mm
1½ stens massiv væg	79	88
1½ stens massiv væg med 50 mm isolering	31	37
1½ stens massiv væg med bagmur i lecasten	63	72
1½ stens massiv væg med 50 mm isolering	31	37
1½ stens væg med faste bindere pr. 600 mm uden isolering	79	89
1½ stens væg med faste bindere pr. 600 mm med hulmursisolering (130 mm)	34	40
1¼ stens massiv væg	91	100
1¼ stens massiv væg med 50 mm isolering	32	38
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm uden isolering	92	110
1¼ stens væg med faste bindinger pr. 600 mm med 70 mm isolering	66	74
1 stens væg massiv væg	69	78
1 stens massiv væg med 50 mm isolering	35	41

Energibesparelser ved udvendig efterisolering af facader og gavle, tung ydervæg

Facader

INDUSTRIALISERET BYGGERI 1960 - 1980

Etageejendomme fra 1960 til 1980 er som regel er betonelementbyggerier. Betonelementerne var såkaldte sandwichelementer med isolering imellem to lag beton. Isoleringen var fra 50-100 mm midt i elementet og

væsentlig mindre i kanterne, omkring vinduer og døre etc. Der er som regel ingen modvilje mod at efterisolere disse ejendomme udefra.

Eksisterende isolering i betonelement	Ny udvendig isoleringstykkelse Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	125 mm	225 mm
50 mm	47	54
70 mm	32	38
100 mm	21	26

Energibesparelser ved udvendig efterisolering af brystninger under vinduer, tung ydervæg



Vinduer

ÆLDRE MURET BYGGERI 1850-1920

Etageejendommene fra denne periode havde oprindeligt vinduer med ét lag glas, som blev muret ind efterhånden som ejendommen skød opad. Vinduerne var som regel delt op i mange mindre felter med sprosser imellem. Disse vinduer er som regel udført af kvalitets-træ, som nærmest ikke kan købes i dag, og er udført med mange fine detaljer, som et moderne vindue ikke har. Hvis vinduerne har været vedligeholdt eller sættes i stand fra bunden, kan de energiforbedres som beskrevet i de næste afsnit.

Vinduer med et lag glas energirenoveres billigst muligt ved at forsyne dem med en forsatsramme med et energiglas på indersiden af vinduet. Hvis der i stedet for et energiglas isættes en energirude, isolerer selve forsatsruden lige så godt som et moderne vindue, der også typisk er forsynet med en energirude. Hele vinduet kommer så til at isolere omtrent lige så godt som de bedste nye vinduer på markedet, der typisk også har tre lags energirude. Forsatsrammen åbner indad, og den daglige udluftning kræver, at en del af vindu-

eskarmen er let at rydde, så vinduet kan åbnes. Brug Videncentrets energiløsning:

- Energiforbedring af vinduer med forsatsrammer

Det kan godt betale sig at få en professionel snedker til at lave rammerne til forsatsglasset eller -ruden. Det forskønner vinduerne og gør det nemmere at åbne for den daglige udluftning og vinduespudsning på inder-siden. Hvis vinduet er i Dannebrogsgudsførsel, kan det være en god ide at få forsatsrammen udført som Dannebrog. Hermed kan man nøjes med at åbne en del af vinduet, når der skal luftes ud.

Det er vigtigt, at forsatsrammen slutter tæt til karmen på de eksisterende vinduer, for hvis der kommer varm fugtig luft ind imellem glassene, vil den kondensere på det kolde 1-lagsglas yderst. En omhyggeligt udført tætningsliste mellem forsatsrammen og vinduets karm løser dette problem.



En anden mulighed for at energirenovere vinduer med et lag glas er at forsyne dem med en koblet ramme med et energiglas. Rammen kobles på den eksisterende vinduesramme og følger med ud, når vinduet åbnes. Den koblede ramme kan også forsynes med en energirude, så vinduet isoleringsmæssigt næsten kommer på højde med de bedste moderne vinduer. Se Videncentrets energiløsning:

- Energiforbedring af vinduer med koblede rammer

Hvis vinduerne allerede er forsynet med en koblet ramme med et lag glas, energirenoveres der mest rentabelt ved at udskifte glasset til et energiglas eller en energirude. Den koblede ramme behøver man kun at åbne for vinduespudsning på indersiden.

De koblede rammer kan med fordel fremstilles af en professionel snedker, så resultatet er noget, beboerne har lyst til at se på og bruge i mange år. Der findes firmaer, der har specialiseret sig i at fremstille og montere koblede rammer.

Det er vigtigt, at den koblede ramme slutter tæt i falsen på karmen i de eksisterende vinduer, så varmen ikke smutter ud her. En omhyggeligt udført tætningsliste mellem den koblede ramme og falsen på karmen løser dette problem.

I begge tilfælde er det vigtigt at kontrollere tætheden af fugen omkring vinduet. Hvis den ikke er tæt, bør den tætnes/fornyes, uanset om vinduet energiforbedres eller ej. Der kan forsvinde meget varme ud gennem utætte fuger. Udefra efterses og repareres en evt. mørtelfuge. Før der fuges, stoppes der omhyggeligt med isolering. Ved en indvendig istandsættelse bør man isolere bag sidefalsen og tætnes denne mod varm luft indefra.

Hvis de oprindelige vinduer ikke længer kan redde, kan de udskiftes til nye vinduer i den oprindelige stil for at fastholde ejendommens værdi. Dvs., vinduer med kitfals og enkeltlagsglas yderst og en koblet ramme energirude inderst eller vinduer med kitfals og enkeltlagsglas udvendigt og en forsatsramme med energirude indvendigt - et såkaldt kassevindue. Begge dele findes i A-mærket udgave - se Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af vinduer med et lag glas

Hvis vinduerne allerede er blevet udskiftet til nyere termovinduer inden for de sidste 20-30 års tid, og vinduerne er i god stand, vil det ofte være rentabelt at skifte termoruderne til energiruder med varm kant. Jo flere sprosser og lodrette eller vandrette poster i vinduet, jo vigtigere er den varme kant.

Derved bliver vinduet næsten lige så godt til at holde på varmen som nye C-mærkede vinduer, der typisk har 2 lags energiruder. Et nyt C-mærket vindue vil dog ikke have gennemgående sprosser, men energisprosser, som lader mere sol komme ind og mindre varme smutte ud. Se Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termoruder

Hvis vinduerne allerede er i dårlig stand, kan bygnings oprindelige udtryk genskabes ved at udskifte til vinduer i den oprindelige stil. Det giver en æstetisk god løsning og øger ejendommens værdi. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termovinduer

Tag en arkitekt med på råd vedr. udformningen af vinduerne eller find de gamle tegninger af ejendommen frem, og gå efter nogle nye koblede vinduer eller kassevinduer i den stil.

Vinduets tætningslister mellem ramme og karm bør gennemgås i samme ombæring og udskiftes, hvis de ikke slutter tæt. Ellers forsvinder varmen bare ud gennem utæthederne.

Fugen omkring vinduerne bør også gås efter og tætnes. Der skal så vidt muligt være en diffusionsåben fuger på ydersiden, stoppes med isolering mellem vindueskarm og væg og være en tæt fuger på indersiden.

Vinduer

NYERE MURET BYGGERI 1920-1960

I det nyere murede byggeri gik man gradvist bort fra de småsprossede vinduer. I denne type ejendomme er det derfor nemmere arkitektonisk at skifte vinduerne ud og få en gevinst på varmeregningen. Kvaliteten af træet i vinduerne er knap så god, og der er knap så mange fine detaljer som ved de gamle vinduer. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af vinduer med et lag glas

Mange af disse ejendomme har allerede fået skiftet vinduerne ud en gang. Hvis vinduerne er velholdte og ikke fejler noget, er den rentable løsning at udskifte termoruderne til energiruder. Derved fås noget, der er tæt på at være et C-mærket vindue, som er det, de fleste vinduesproducenter sælger som standard. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termoruder

De vinduer, som er blevet monteret i fra 1970 og frem, er ofte af en dårlig kvalitet, så hvis de ikke er blevet holdt grundigt i orden, er de klar til udskiftning allerede. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termovinduer

Det er en god ide at gå efter vinduer, der holder så godt som muligt på varmen. Nye vinduer fås med 2-lags energiruder som standard. De bedste nye vinduer har dog 3-lags energiruder og er enten isolerede i ramme og karm, eller også er ramme og karm meget smalle for at minimere kuldebroer og lade så meget solvarme som muligt komme ind. De bedste vinduer er B- eller A-mærkede.

Hvis vinduet er opdelt af enten lodrette eller vandrette poster, bør man gå efter vinduer, hvor ramme/karm og poster er isolerede på en eller anden måde. Det giver det bedste resultat energimæssigt, og der opnås mindre risiko for indvendig kondens.

Se gerne efter det enkelte vindues E_w i stedet for efter E_{ref} , idet E_w siger mere om vinduets energiformåen end E_{ref} . Det vindue, der har det laveste E_w , er det vindue, der holder bedst på varmen og samtidig lader mest sol komme ind.

Når det nye vindue er sat i, skal der tætnes og isoleres omkring det. Der skal så vidt muligt være en diffusionsåben fuge på ydersiden, stoppes med isolering mellem vindueskarm og væg og være en tæt fuge på indersiden.



Vinduer

INDUSTRIALISERET BYGGERI 1960 - 1980

Vinduerne i det industrialiserede byggeri er som regel altid termovinduer uden nogen opdeling af vinduerne hverken i form af lodrette eller vandrette poster. Hvis vinduerne er i god stand, kan man ved at skifte termoruden ud til en energirude opnå ca. det samme som at sætte et nyt C-mærket vindue i. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termoruder

Hvis vinduerne står til udskiftning, bør arkitekturen også her bevares, så de nye vinduer, der monteres, svarer arkitektonisk til de gamle vinduer. Brug Videncentrets energiløsning:

- Udskiftning af termovinduer

Gå efter vinduer der har mindst mulig E_{ref} , dvs., B- eller A-mærkede vinduer.



Gulve

ÆLDRE MURET BYGGERI 1850-1920

De fleste etageejendomme fra denne periode har kælder. Hvis ikke den er efterisoleret og opvarmet, er det en god ide at efterisolere gulvet mod kælderen. Brug Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af gulv over uopvarmet kælder

Hvis kælderen ikke har ret højt til loftet, vil der ikke være plads til de isoleringstykkelser, som der anbefales i energiløsningen. I dette tilfælde kan der indblæses isolering i gulvkonstruktionen under indskudsleret.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på indblæst isoleringsgranulat under indskudslag Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
10" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder				93
9" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder			87	
8" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder		80		
7" bjælkelag med 50 mm indskudsler på indskudsbrædder	72			

Energibesparelse indblæst isolering under indskudsler

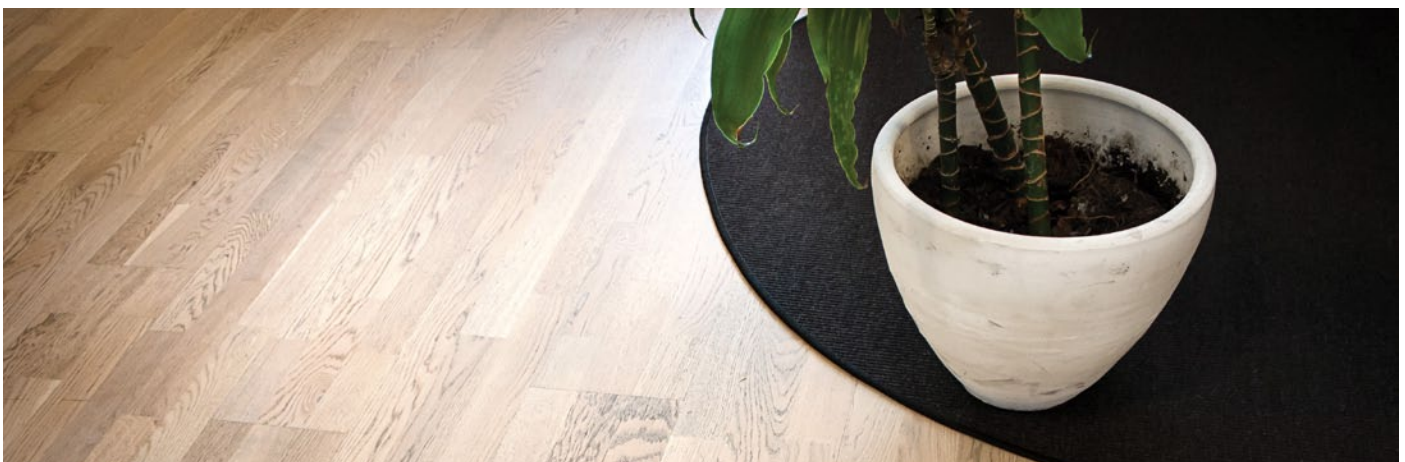
Det giver varmere gulve og dermed en bedre komfort til dem, der bor i stueetagen.

Såfremt kælderen ønskes opvarmet og brugt til opbevaring f.eks. i tilfælde af at loftetagen inddrages til lejligheder, og beboerne derved mister deres opbevaringsplads der, bør væggene og gulvene i kælderen isoleres efter følgende af Videncentrets energiløsninger:

- Udvendig efterisolering af kældervæg
- Efterisolering af kældergulv

Hvis dette gøres, kan kælderen holdes varm og tør med mindre varme.

Kældervæggen vil som regel kun kunne efterisoleres udefra under terræn, så der kan være en betydelig kuldebro på det stykke kældervæg, der stikker over terræn.



Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet udvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	200 mm	300 mm
1½ stens væg uden isolering (brystning)	111	116
3 stens væg uden isolering	74	79
3½ stens væg uden isolering	67	71
250 mm beton uden isolering	155	160
300 mm beton uden isolering	149	154
350 mm beton uden isolering	143	148
400 mm beton uden isolering	138	143

Energibesparelser ved udvendig efterisolering af kældervæg

Efterisoleringen af kældergulvet bør ifølge SBI i denne type ejendomme kun udføres med 100 mm isolering direkte mod den eksisterende afrettede jordoverflade, med mindre der foretages en grundig vurdering

af funderingsforholdene. Mange etageejendomme fra disse år står nemlig på "genbrugsfundamenter", som er meget gamle, og hvor fundamentets udformning derfor sjældent er kendt.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	100 mm	100 mm + 150 mm leca
Ingen isolering	23	30

Energibesparelser ved efterisolering af kældergulv

Hvis det kan lade sig gøre funderingsmæssigt uden risiko for, at bygningen sætter sig, er den bedste løsning helt klart med 150 mm kapillarbrydende lag - helst i form af lecanødder, der også isolerer, dog kun ca. halvt så godt som standardisolering. Der sikrer, at isoleringen ikke bliver våd nedefra og dermed bevarer sin isoleringsevne.

Samtidigt med efterisoleringsarbejdet bør kælderen sikres mod oversvømmelse både fra overfladevand og fra vand, der kommer fra kloaksystemet. Det vil bl.a. betyde, at den udvendige efterisolering af kældervæggen altid skal udføres sammen med et dræn.

En indvendig efterisolering af kældervægge bør aldrig udføres.

I baghuse kan der forekomme terrændæk, dvs. gulv støbt direkte mod jord. De bør efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af terrændæk

Såfremt gulvet ikke er et terrændæk, men gulvbjælker i træ, der spænder fra facade til facade over en ofte meget lav krybekælder, kan krybekælderen i nogle tilfælde efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af gulv over krybekælder

Den rentable efterisolering af gulv over krybekælder vil som regel være de 150 mm, som fugtteknisk er i orden.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år
	150 mm
Ingen isolering	141
50 mm	29

Energibesparelse ved efterisolering af krybekælder

I mange tilfælde vil der ikke være plads til at efterisolere under gulvet, og derfor anbefales det at udføre et velisoleret terrændæk, hvis gulvet alligevel skal op i forbindelse med større renoveringsarbejder.

Begge dele bør så vidt muligt kombineres med en udvendig efterisolering af soklen, der nedsætter varme-transporten fra gulvet og ud i jorden. Brug Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af sokkel

I ingen tilfælde må der graves længere ned end til underside fundamentet, og intet af dette arbejde bør udføres uden at have en rådgivende ingeniør med speciale i geoteknik og fundering med inde over projektet.



Gulve

NYERE MURET BYGGERI 1920-1960

De fleste etageejendomme fra denne periode har kælder. Hvis ikke denne kælder er efterisoleret og opvarmet, er det en god ide at efterisolere gulvet mod kælderen. Brug Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af gulv over uopvarmet kælder

Etageadskillelsen vil i disse årgange ofte være et betondæk. Der er to muligheder for at efterisolere dette. Den ene mulighed vil være at isolere den nedefra. Det begrænser isoleringstykkelsen, idet der skal være mindst 2 m til loftet i kælderen, når efterisoleringen er udført.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på isolering under beton Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
Ingen isolering	115	124	129	133
50 mm isolering	30	34	37	40

Energibesparelser ved isolering af betondæk nedefra

Hvis gulvet i stuetagen alligevel skal tages op af en eller anden grund, er det muligt at isolere oven på betondækket, idet trægulvet ofte er hævet over betonen

f.eks. på strøer. Det kan betyde både en god komfort og en væsentlig energibesparelse, selvom isoleringstykkelsen maksimalt må være 75 mm.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelse	Tykkelse på isolering over beton Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	50 mm	75 mm
Ingen isolering	99	149
50 mm isolering under betondæk	23	29

Energibesparelser ved isolering af betondæk oppefra

Den bedste løsning vil som regel være en kombination af isolering over og under betondækket.

- Udvendig efterisolering af kældervæg
- Efterisolering af kældergulv

Hvis kælderen ønskes brugt til opbevaring og dermed ønskes tør og varm, kan den efterisoleres efter Videncentrets energiløsninger:

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet udvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	200 mm	300 mm
300 mm beton uden isolering	149	154
350 mm beton uden isolering	143	148

Energibesparelser ved udvendig efterisolering af kældervægge

Hvis ejendommen er opført med terrændæk, kan det efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af terrændæk

Hvis ejendommen er opført med krybekælder, kan den efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af gulv over krybekælder

I begge tilfælde bør der udføres en radonsikring, når man alligevel er i gang. I begge tilfælde anbefales også en sokkelisolering - se Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af sokkel

I ingen tilfælde må der graves længere ned end til underside fundamentet, og intet af dette arbejde bør udføres uden at have en rådgivende ingeniør med speciale i geoteknik og fundering med inde over projektet.



Gulve

INDUSTRIALISERET BYGGERI 1960 - 1980

Også i betonelementbyggeriet er der ofte kælder under ejendommen. Hvis kælderen er opvarmet, hvilket den tit er pga. opbevaring, bør der ske en efterisolering af kælderen efter Videncentrets energiløsninger:

- Udvendig efterisolering af kældervæg
- Efterisolering af kældergulv

Såfremt dette udføres, kan kælderen holdes varm og tør for færre udgifter.

Eksisterende forhold og isoleringstykkelser	Tykkelse på tilføjet udvendig efterisolering Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	200 mm	300 mm
250 mm beton uden isolering	155	160
300 mm beton uden isolering	149	154
350 mm beton uden isolering	143	148
400 mm beton uden isolering	138	143

Hvis ejendommen er opført med terrændæk, kan dette efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af terrændæk

Hvis ejendommen er opført med krybekælder, kan denne efterisoleres efter Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af gulv over krybekælder

Krybekælderen vil i denne type byggeri være med et betondæk, så der vil være mindre risiko for skimmel-dannelse.

I begge tilfælde anbefales det at udføre en radon-sikring, når man alligevel er i gang. I begge tilfælde anbefales også en sokkelisolering - se Videncentrets energiløsning:

- Efterisolering af sokkel

Af sikkerhedsmæssige årsager må der i ingen tilfælde graves længere ned end til underside fundamentet, og intet af dette arbejde bør udføres uden at have en rådgivende ingeniør med speciale i geoteknik og fundering med inde over projektet.

KILDER

SBi-rapport 142: Københavnsk etageboligbyggeri 1850-1920, 1983

SBi-anvisning 221: Efterisolering af etageboliger, 2008

SBi-anvisning 224: Fugt i bygninger, 2009

DAC, Arkitektur og energirenovering, Det murede etagebyggeri fra 1920-1960, 2011

GI, Renovering, 25 eksempler på vellykket renovering, 2012

AAA og IHA, Energirigtig og sund renovering - Idekatalog, 2009



Om Videncenter for energibesparelser i bygninger

Videncenter for energibesparelser i bygninger - VEB - samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Videncenter for energibesparelser i bygninger er etableret som led i den energipolitiske aftale fra februar 2008.

Vores logo - huset i flotte farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for
energibesparelser i bygninger