

6c. Bygningers isolering

Isolering af bygningsdele

Isoleringsevnen for en bygningsdel, fx en ydervæg, angives ved U-værdien, også kaldet transmissionskoefficienten, se definitionen side 40. Jo mindre U-værdien er, des bedre isolerer bygningsdelen.

Kuldebroer

I den seneste 6. udgave af DS 418, „Beregning af bygningers varmetab“, er der også kommet regler for beregning af varmetabet gennem kuldebroer. Kuldebroer er dele af klimaskærmen, der er markant dårligere isoleret end resten af klimaskærmen. Kuldebroerne har relativt større betydning i nyere, velisoleret byggeri.

Linjetab og punkttab

Kuldebroerne opdeles i linjetab og punkttab. Linjetab er varmetabet gennem kuldebroer med lille bredde, hvor varmetabet er proportionalt med kuldebroens

længde. Linjetab opstår fx ved fundamenter, vinduesfalse og gennemgående betondæk. Linjetab angives i W/m K. Punkttab opstår fx hvor bjælker, metalbæringer og -ankre går gennem isoleringen. Punkttab angives i W/K. Bortset fra fundamenter og vinduesfalse skal linje- og punkttab indregnes i U-værdien for den bygningsdel, hvor de indgår.

For nybyggeri angiver Bygningsreglementet (i 2002 BR95 med tillæg) krav til U-værdien for de forskellige bygningsdele samt for linjetabet ved fundamenter og vinduesfalse, se tabel 1 i kapitel 6a.

Der findes ingen krav til isoleringsevnen for bygningsdelene i eksisterende bygninger. Bygninger fra før 1960 er normalt opført med ingen eller kun meget ringe isolering. Så vidt muligt bør eksisterende bygninger efterisoleres, så de får samme isoleringsmæssige standard som nybyggeri, og ved renovering skal bestemmelserne i seneste BR følges.

Tabel 1-3 viser overslagsværdier for U-værdier, linjetab og punkttab for typiske konstruktioner i ældre byggeri.

Tabel 1 U-værdier for konstruktioner i ældre byggeri, overslagsværdier

Konstruktion	U-værdi W/m ² K
Fuldmuret uden isolering:	
½-sten, 11 cm	3,0
1-sten, 23 cm	2,0
1½-sten, 35 cm	1,5
2-sten, 47 cm	1,1
3-sten, 70 cm	0,8
29 cm u-isoleret hulmur, faste bindere eller trådbindere og udmurede vinduesfalse	1,5
29 cm hulmur isoleret med letklinker, faste bindere eller trådbindere og udmurede vinduesfalse	1,0
29 cm isoleret hulmur, faste bindere og udmurede vinduesfalse	0,7
29 cm isoleret hulmur, trådbindere og udmurede vinduesfalse	0,6
U-isoleret betonvæg over jord	4,0
U-isoleret kældervæg	1,5
U-isoleret terrændæk	0,6
U-isoleret kældergulv	0,5
U-isoleret etageadskillelse mod kælder	1,5
U-isoleret loft med indskudsler	1,2

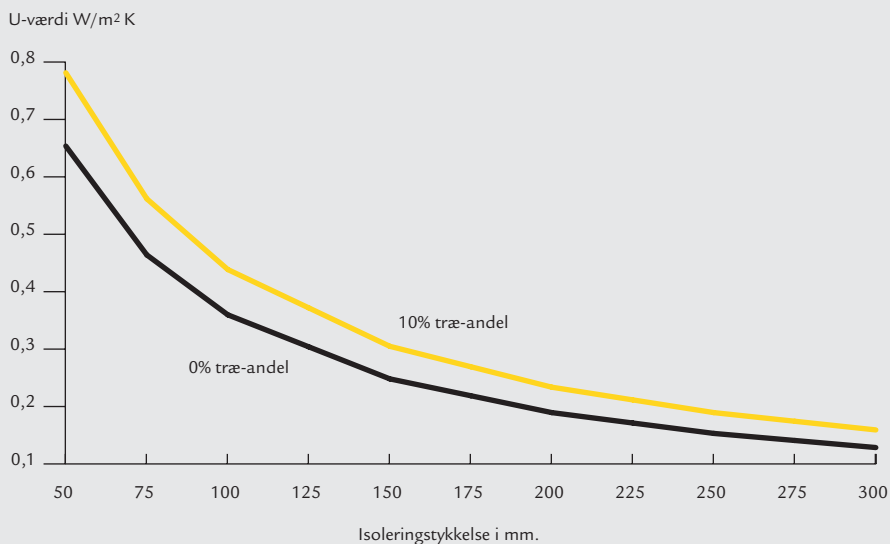
Tabel 2 Linjetab for konstruktioner i ældre byggeri, overslagsværdier

Konstruktion	Linjetab W/m K
Ydervægsfundament af beton omkring terrændæk	0,7
Ydervægsfundament med letklinkertop omkring terrændæk	0,3
Kælderydervægsfundament af beton	0,4
Udmurede vinduesfåse	0,1
Udmurede vinduesfåse, vinduer trukket frem i facade	0,2
Vinduesfals i beton uden kuldebroafbrydelse	0,3
20 cm betondæk	0,9

Tabel 3 Punkttab for konstruktioner i ældre byggeri, overslagsværdier

Konstruktion	Punkttab W/K
Betonbjælke 20x40 cm	0,9
100 mm HE-B profil	0,4
200 mm HE-B profil	1,3
300 mm HE-B profil	2,5

Figur 1 U-værdi for isolerede trækonstruktioner



I konstruktioner med metalprofiler kan U-værdien være væsentligt højere.

Overslagsværdierne kan man fx bruge ved en bygningsgennemgang. For nyere byggeri kan man normalt antage, at bygningen opfylder Bygningsreglementets krav til isolering på det tidspunkt, hvor den blev opført. Ved projektering af ombygninger bør man foretage en konkret beregning for de aktuelle konstruktioner med anvendelse af DS 418, idet isoleringen så skal følge de seneste krav i Bygningsreglementet.

Vedrørende vinduer, se kapitlerne om glas og vinduer.

Merisolering – praktiske muligheder

Loft mod uudnyttet tagetage

Her er isoleringen placeret mellem loftbjælkerne/spærfødderne, og der kan som regel frit isoleres til den ønskede tykkelse. Er der i forvejen isoleret, kontrolleres det, om den eksisterende dampspærre er intakt. Tjek som minimum ved gennemføringer for ventilation og el-installationer, samt langs ydervæggene.

Evt. ny dampspærre, der monteres ovenfra, må ikke føres op over spærfødder, da det kan forårsage kondens. I stedet bukkes den ca. 3 cm op på spærfødder og fastklemmes med lister.

Langs tagfoden monteres vindbræt e.lign., så ventilationsåbningen sikres, og luftstrømning i isoleringsmaterialet hindres. Oversiden af isoleringen må ikke dækkes med diffusionstæt materiale.

Loft/tag på udnyttet tagetage

Her er isoleringen placeret mellem spærene. Det er vigtigt at sikre den nødvendige ventilation mellem undertag og tagdækning og mellem evt. diffusionsstæt undertag og isolering – både på tagfladen og ved kip og tagfod.

Ved skunkrum skal der isoleres helt ud til ydervæggen. Enten ved at isoleringen fortsættes mellem spærene helt ud til tagfoden, eller ved at skunkvæggen og gulvet i skunkrummet isoleres.

Ved isolering udefra kontrolleres, at den eksisterende dampspærre er intakt, og eventuelt etableres ny dampspærre på samme måde som i afsnittet ovenfor.

Det vil ofte være nødvendigt med en påføring på spærenes overside for at få plads til øget isoleringstykkelser.

Ny tagdækning skal muligvis udføres med undertag. Diffusionsåbent undertag kan lægges direkte på isoleringen, mens diffusionstæt undertag kræver min. 70 mm mellem undertag og isolering.

Hvis der isoleres indefra, kontrolleres, at det eksisterende undertag er intakt, og at der er tilstrækkelig ventilationsmellemrum under et eventuelt diffusionstæt undertag. Det kan være nødvendigt med en påføring under spærene for at opnå tilstrækkelig isoleringstykkelser.

Ny dampspærre placeres lige under spærene og evt. påføring udføres nedenunder. Derved kommer dampspærren til at sidde godt beskyttet under det underste lag isolering. Dampspærren bør dog aldrig placeres mere end $\frac{1}{8}$ af tykkelsen målt fra isoleringens inderside.

Fladt tag

De fleste ældre, flade tage er udført som koldt tag. Det vil sige, at isoleringen er placeret mellem bjælkerne. Ovenover er der et ventileret hulrum og derefter krydsfiner eller brædder med tagdækning. Ofte er dampspærren ikke lufttæt, og ventilationen ikke tilstrækkelig til at fjerne opstrømmende fugtig rumluft.

Merisolering foregår ofte ved, at sternbrættet forhøjes, og ny isolering og tagdækning monteres ovenpå den eksisterende tagdækning.

Ved at anvende en passende isoleringstykkelser hæves temperaturen i den gamle konstruktion så meget, at skadelig fugtophobning hindres, og fugtindholdet i fx trædelene bringes ned på et acceptabelt niveau.

Passende isoleringstykkelser er for de fleste bygningstyper isolering, der som minimum svarer til den eksisterende isolering. Hvis bygningens indeklima fugtteknisk ligger i overkanten af rumklimaklasse 2 eller i rumklimaklasse 3, skal der altid foretages en fugtteknisk beregning af den nødvendige isoleringstykkelser. Se tabel 2 „Rumklimaklasser” side 50 .

Ved udvendig merisolering ændres det kolde tag til et varmt tag, og ventilationen kan således lukkes. Men man risikerer at lukke fugt inde i konstruktionen. Derfor bør den oprindelige ventilation ikke

Tabel 2 | Bygningskategorier opdelt i rumklimaklasser

Rumklimaklasse	Luftens fugtindhold	Bygningskategori
1	0 – 5 g/m ³	Tørre lagerhaller Træningshaller uden tilskuere
2	5 – 10 g/m ³	Beboelsesbygninger Kontorer Skoler Institutioner Industribygninger uden fugtproduktion
3	Over 10 g/m ³	Svømmehaller Fugtig industri Bade- og omklædningsrum

Bygninger inddeles i rumklimaklasser ud fra indeluftens fugtindhold ved normal anvendelse af bygningen i de kritiske vinter-måneder, november til marts.

lukkes før førstkommande juli/august måned, da konstruktionen er tørrest i disse måneder. Da den oprindelige tagdækning kommer til at fungere som dampspærre, er det yderst vigtigt at åbninger efter fx udluftningshætter lukkes lufttæt.

Ydervægge

Til merisolering af ydervægge er der tre principper:

- Hulmursisolering
- Indvendig merisolering
- Udvendig merisolering

Hulmursisolering, hvor granuleret isoleringsmateriale blæses ind i hulmuren, kræver mindst indgreb i bygningen. Der skal være minimum 50-60 mm hulrum i muren, og ydermuren skal være diffusionsåben – dvs. ikke malet med diffusionstæt maling. Endelig må mursten og puds i ydermuren ikke være porøse eller forvitrede, da ydermuren efter merisoleringen vil være mere udsat for frostsprængninger. Reduktionen i U-værdi begrænses af hulrummets tykkelse.

Indvendig merisolering udføres ved, at der monteres krydslagte trælægter eller slidsede, tyndvæggede stålprofiler med en samlet tykkelse, som svarer til den ønskede isoleringstykkelse. Dampspærren pla-

ceres på isoleringens varme side dog gerne op til en tredjedel af isoleringens tykkelse inde. Der afsluttes med en vægbeklædning, som opfylder de brandtekniske krav til den pågældende bygningstype. Som for hulmursisolering gælder, at ydermuren skal være frostbestandig.

Udvendig merisolering er den mest effektive metode, da man undgår kuldebroer – også ud for skillevægge og etageadskillelser. Metoden medfører ændringer i bygningens udseende og må derfor kun udføres med myndighedernes tilladelse. Det vil ofte være nødvendigt at ændre tagudhænget på grund af den øgede facadetykkelse, ligesom vinduernes placering må overvejes.

Merisoleringen udføres enten som en pudset løsning, hvor der puds direkte på den nye isolering, eller som en ventileret facadebeklædning. Udvendig merisolering er velegnet, hvor ydermuren er meget porøs eller forvitret. Reparationer af ydermuren er normalt ikke påkrævet inden isoleringen.

Energibesparelser ved merisolering

Energibesparelsen ved en merisolering af en bygningsdel kan beregnes på følgende måde:

- Først beregnes den opnåede ændring i U-værdi. En præcis beregning kan foretages efter DS 418. Til et hurtigt overslag kan man bruge „U-værdi 2003“, der udgives af VIF
- Ændringen i U-værdi ganges med antal x antal timer i fyringssæsonen x forskellen i gennemsnitlig inde- og udetemperatur i fyringssæsonen
- Tallet deles med 1.000 for at få resultatet i kWh

Eksempel

En gavl på en 4 etages bygning, ca. 144 m², ønskes efterisoleret. Gavlen er i dag 290 mm teglmur uden isolering. Det svarer til en U-værdi på 1,74 W/m² K. Gavlen efterisoleres udvendigt med 125 mm isolering med en lambda-værdi på 37 mW/mK og opnår en U-værdi på 0,26 W/m² K. Sættes fyringssæsonen til 250 døgn med gennemsnitlig udetemperatur på 5°C og indetemperaturen til 20°C fås en besparelse på: $(1,74 - 0,26) * 144 * (20 - 5) * 250 * 24/1000$
= 19.181 kWh/år.

Gode råd

- Anbring dampspærre korrekt, så kondens i mellemrum og/eller i isolering undgås
- Undgå kuldebroer
- Sørg for ventilationsmellemrum ved tagisolering
- Brug ikke hulmursisolering ved trækonstruktioner med skalmur

Kilder og yderligere oplysninger

- BR 95, *Bygningsreglement med senere tilføjelser*
- BR-S 98, *Bygningsreglement for småhuse*
- DS 418, *Beregning af bygningers varmetab*, 6. udgave 2002-04-03
- *Bygningers energibehov*, SBI-anvisning 184,
- *Bygningers fugtisolering*, SBI-anvisning 178,
- *U-værdi 2003*, VarmeisoleringsForeningen (VIF), udgives i 1. kv. 2003
- *Rapport R-037 fra IBE*, Håndbog om efterisolering. DTU, 1999
- „*Den lille lune*“ for byggefagfolk, Rockwool 1999
- www.byg.dtu.dk
- www.rockwool.dk
- www.isover.dk