



Udvendig efterisolering af betonsandwichelementer

Mange etageejendomme fra 1960'erne og 1970'erne er udført i betonelementer med isolering placeret som "fyldet i en sandwich" mellem to lag beton - såkaldte betonsandwichelementer. Ofte er det kun midt på elementet, at isoleringstykkelsen faktisk svarer til de U-værdikrav, der var Bygningsreglementet på daværende tidspunkt. Sandwichelementerne har derfor en række konstruktionsbestemte kuldebroer. Disse ejendomme anbefales en udvendig efterisolering - som oftest udføres i forbindelse med en facaderenovering.

Efterisoleringen bør følge nedenstående minimumanbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Fordele

- Mindre varmetab gennem ydervæggene
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Udvendig efterisolering forøger etageejendommens værdi
- Udvendig efterisolering skjuler og beskytter eventuelle skader på betonelementerne
- Udvendig efterisolering giver mulighed for at ændre facadens udtryk

Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Minimum: 175 mm isolering
Lavenergi: 275 mm isolering

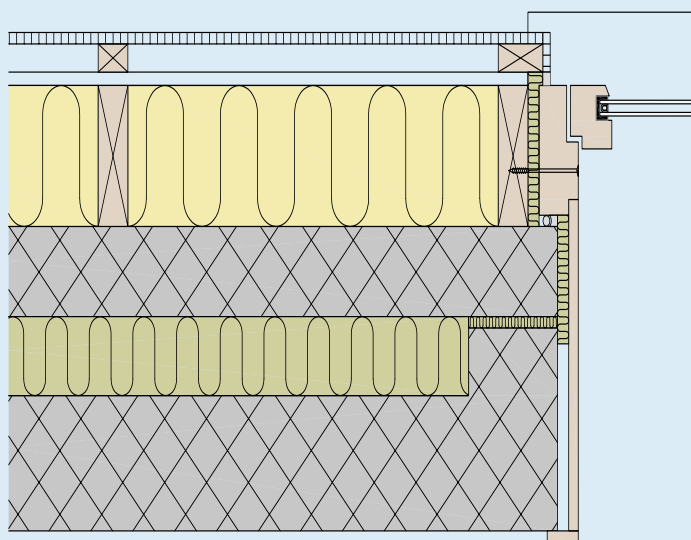
Energibesparelse

Eksisterende isolering i betonsandwichelement	Ny udvendig isoleringstykkelse	
	Minimum 175 mm isolering U=0,17	Lavenergi 275 mm isolering U=0,12
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
50 mm isolering	52	57
70 mm isolering	35	40
100 mm isolering	23	27

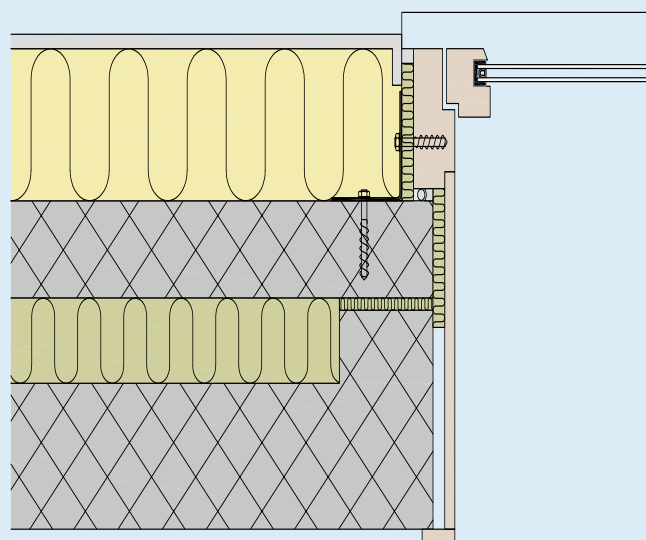
Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.

Sidefals efterisoleret med facadebeklædning ophængt i skelet



Sidefals efterisoleret med pudset facade



Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	På 1.100 m ² ydervæg af opsættes 175 mm facadeisolering, som pudses. Soklen isoleres ikke. Sandwichelementet er isoleret med 50 mm isolering. Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh	
Årlig energibesparelse pr. m²		52 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	$52 \text{ kWh/m}^2 \times 1.100 \text{ m}^2 =$	57.200 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	$0,50 \text{ kr./ kWh} \times 57.200 \text{ kWh} =$	28.600 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	$0,086 \text{ kg/kWh} \times 57.200 \text{ kWh} =$	4.919 kg/4,9 tons

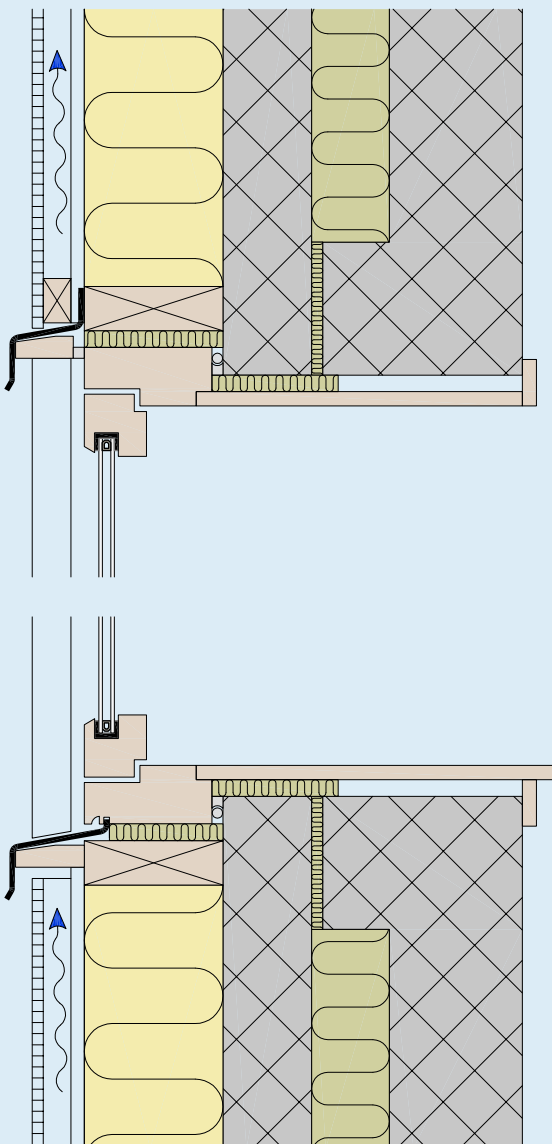
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.

Spændet viser forskellen på nye og ældre kedler

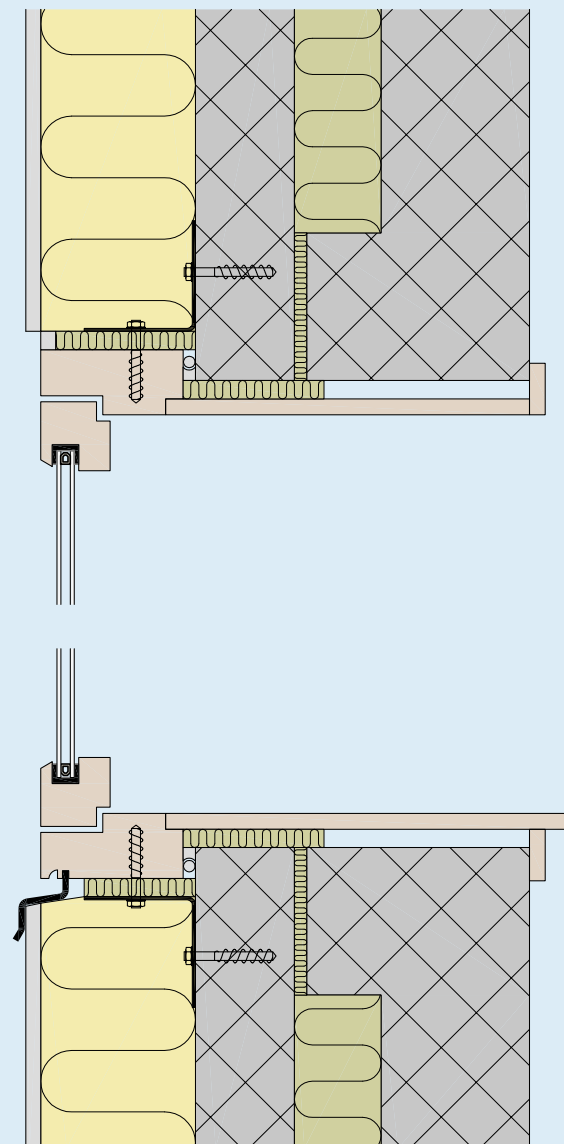
CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,086 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,226 kg CO₂ pr. kWh

Over- og underfals efterisoleret med facadebeklædning ophængt i skelet



Over- og underfals efterisoleret med pudset facade



Udførelse

Efterisolering af ydervæggen bør foretages under hensyntagen til etagejendommens arkitektur. Her tænkes der især på facadebeklædningen uden på isoleringsmaterialet. Ved tagfoden må efterisoleringen ikke forhindre ventilationen af tagkonstruktionen, og ved soklen/kældervæggen bør facadebeklædningen have udvendigt fremspring i forhold til sokkel- eller kældervægsisolering.

Der er to muligheder for udvendig efterisolering af sandwichbetonelementer: Facadebeklædning ophængt i skelet eller pudset facade. I begge tilfælde bør montagevejledningen fra leverandøren følges.

Facadebeklædning ophængt i skelet

På den eksisterende ydervæg opbygges et skelet til den nye isolering med facadebeklædning. Der isoleres i skelettet således, at isoleringen sidder stramt. På ydersiden af isoleringen monteres vindspærre.

Beklædningen kan f.eks. bestå af skærmtegl, der ophænges i et specialfremstillet stålskelet. Beklædningen kan også bestå af træ, fibercementplader eller andre materialer, der ophænges i et skelet af slidset stål eller træ. Endelig findes der også skeletkonstruktioner fremstillet i isoleringsmateriale, så kuldebroer minimeres.

Isoleringen bør bestå to isoleringslag med forskudte samlinger. Hvis facadebeklædningen er diffusionstæt, skal der være et ventileret hulrum mellem isoleringslaget/vindspærren og beklædningen. Er facadebeklædningen diffusionsåben, kan den opsættes direkte på isoleringslaget.



Udvendig facadeisolering med skærmtegl/fibercementplader

Udførelse fortsat

Pudset facade

Den anden mulighed er at anvende et efterisoleringssystem med stiv isolering fastholdt med dyvler og afsluttet med puds. Isoleringen kan i dette tilfælde godt være i lag med omhyggeligt udførte samlinger.

Generelt

De indbyggede kuldebroer ved vandrette og lodrette elementsamlinger vil blive brudt ved den udvendige efterisolering.

Kuldebro ved vinduer

Den mest optimale løsning omkring vinduerne fås ved at flytte vinduerne med ud og udvide dem en smule. På den måde kan kuldebroen omkring dem helt elimineres.

Det kræver en isoleringstykkelse, der er større end vinduets karmdybde. Hvis den udvendige efterisolering er opsat i en skeletkonstruktion, er der typisk et skelet omkring vinduerne, som vinduerne kan gøres fast i. Hvis det er løsningen med isolering og puds, vil vinduerne kunne gøres fast med beslag til betonsandwichelementerne.

Hvis vinduerne er i så god stand, at de ønskes bevaret, vil det være en fordel at flytte dem med ud i isoleringslaget. Herved elimineres en kuldebro i samlingen omkring vinduet.



Udvendig facadeisolering med puds

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Eksisterende ydervæg og fundament	Er der nyere sætningsskader eller revnedannelser?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Eksisterende ydervægs styrke	Kan den eksisterende ydervæg optage belastningerne fra et nyt efterisoleringssystem?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Tagudhæng	Er der plads til den nye efterisolering og beklædning indenfor tagudhænget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Ventilation	Er der udeluftventiler?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Vinduer og døre	Er der vinduer eller døre i væggen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Tagnedløbsrør	Er der tagnedløbsrør tæt ved fundamentet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Belysning	Er der monteret udendørs belysning på ydervæggen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7

1. Eksisterende ydervæg og fundament

En rådgiver bør vurdere, om skaderne er ”kosmetiske” eller har kritisk karakter, inden efterisoleringen udføres.

2. Styrke

En rådgiver bør vurdere, om den eksisterende ydervægs-konstruktion har styrke nok til at optage belastningen fra den nye isolering og facadebeklædning. Hvis den nye facade er tung - f.eks. består af en skalmur, skal der etableres et nyt randfundament. Det nye fundament bør ikke være i forbindelse med det eksisterende fundament, dvs. der skal isolering imellem.

3. Tagudhæng

Hvis tagudhænget ikke kan dække over den nye efterisoleringstykkelse inkl. facadebeklædning, kan der udføres en løsning med en reduceret isoleringstykkelse.

4. Ventilation

Udeluftventiler i ydervæggen udskiftes til en længere udgave, så de kan nå den udvendig side af den nye beklædning. De bør være kondens- og lydisolerede.

5. Vinduer eller døre

Hvis der i ydervæggen er udtjente vinduer eller døre, bør disse udskiftes samtidigt. Eksisterende vinduer og døre, der bibeholdes, skal integreres i den nye ydervæg med regn- og lufttæt samling mellem karm og vindueshul. Det bedste resultat opnås, såfremt vinduerne/dørene kan forskydes ud i isoleringslaget.

6. Tagnedløbsrør og brønde

Nedløbsbrøndene skal flyttes ud til en passende afstand og placering i forhold til ydervægskonstruktionen, og nedløbsrør skal ligeledes tilpasses den nye konstruktion.

7. Udendørsbelysning

Udendørsbelysning skal demonteres og flyttes med ud på den nye facadebeklædning. Arbejder skal udføres af en autoriseret elektriker.

OBS

Der kan være krav til f.eks. brand og lyd, som ikke er nævnt i denne energiløsning. Det påhviler brugeren at undersøge dette i det konkrete tilfælde.

Indeklima

Når ydervæggen isoleres, bliver dens indvendige overflade varmere, hvilket nedsætter risikoen for kondens på væggenes inderside og giver mindre træk.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved efterisolering af en tung ydervæg stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering gennemføres i det omfang, det er rentabelt, og ikke medfører risiko for fugtskader.

For en typisk tung ydervægs-konstruktion vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt 0,18 W/m²K. Dette svarer fx til ca. 200 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK).

Hvis efterisolering til 200 mm af byggetekniske årsager ikke er rentabel kan der være en efterisoleringsløsning til et lavere niveau, som er rentabelt. Bygningsreglementet stiller så krav om, at det i stedet er dette arbejde, der skal udføres.

Det er kun i tilfælde af at U-værdi-kravet ikke kan opfyldes, at der skal foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet. I tilfælde af manglende rentabilitet, stilles der krav om, at det efterfølgende undersøges, om en mindre efterisoleringsløsning er rentabel.

En efterisoleringsløsning er rentabel, hvis *Besparelse x Levetid / Investering* > 1,33. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. flytning af installationer. Levetiden for efterisoleringsarbejdet antages altid at være 40 år og den årlige økonomiske besparelse udregnes med udgangspunkt i det eksisterende isoleringsniveau og den aktuelle varmepris.

Virksomhedens stempel og logo:

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmeisoleringsForeningens produktoversigt

www.vif-isolering.dk

SBi-anvisning 221: Efterisolering af etageboliger

SBi-anvisning 224: Fugt i bygninger

www.sbi.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade

(41) 99 12 20 Udvendig facadeisolering med puds på mineraluld

(29) 08 04 28 Revner i bygninger - udbedring i beton og murværk

(29) 07 12 28 Revner i bygninger - eksempler, årsag og risiko

(31) 12 07 19 Sålbenke i murværk

www.byg-erfa.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.byggeriogenergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger