



Murede ydervægge

- udvendig efterisolering afsluttet med flytning af formur

Energiløsningen gælder for enfamiliehuse ved udvendig isolering af murede ydervægge - primært hule mure og kanalmure, men kan også anvendes på 1½ stens fuld mur. Som led i løsningen nedtages hulumurens formur eller yderste ½ sten af den massive mur. Energiløsningen kan tilpasses 1 stens mur, hvor det eksisterende murværk er uændret, og hvor den udvendige isolering afsluttes med ny formur.

Ydervæggene i størstedelen af enfamiliehusene fremstår med blank mur. Ydervægge i bygninger opført frem til 1979 bør efterisoleres. Energiløsningen er relevant, hvor der ønskes en udvendig efterisolering, der ikke ændrer den murede bygnings fremtræden og arkitektoniske værdi væsentligt, og hvor der ønskes en god varmeisolering og en relativt lille murtykkelse.

Udvendig efterisolering er varmeteknisk og fugtteknisk set den bedste løsning. Isoleringen kan afsluttes med den eksisterende formur, der nedtages og genanvendes (rykkes ud). Alternativt kan formuren opføres af nye og evt. smallere sten. Løsningen kan tilpasses, så gavle har én isoleringstykkelse, og facader en anden.

Se i øvrigt energiløsningerne for enfamiliehuse: Indvendig efterisolering af tung ydervæg, Udvendig efterisolering af tung ydervæg og Hulumursisolering.

Fordele

- Mindre varmetab gennem ydervæggene
- Varmere vægge og bedre indeklima
- Lavere varmeregning
- Lavere CO₂-udledning
- Øget ejendomsværdi
- Fastholder det murede facadeudtryk
- Forbedret indeklima og mindre risiko for skimmelsvamp

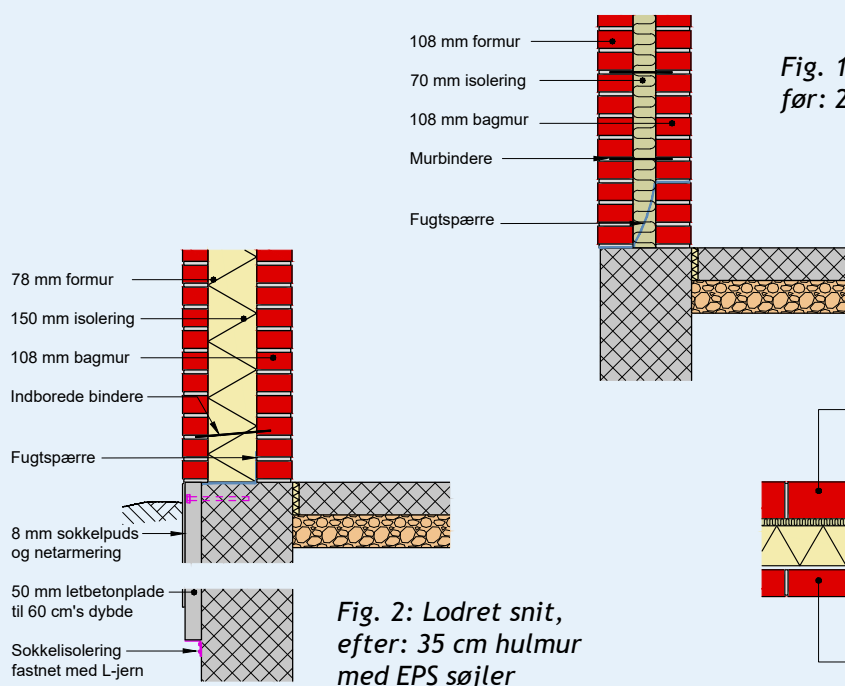


Fig. 1: Lodret snit, før: 29 cm hulmur

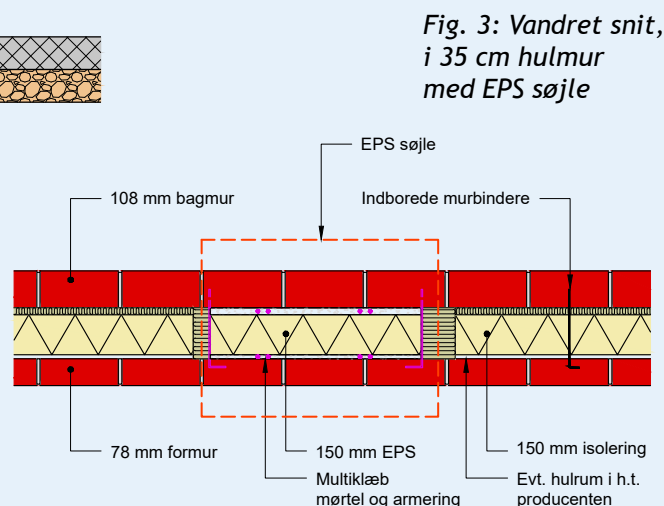


Fig. 3: Vandret snit, i 35 cm hulmur med EPS søjle

Indeklima

Når ydermurene efterisoleres, bliver den indvendige overflade varmere, så risikoen for kondens og deraf følgende risiko for skimmelsvampeangreb minimeres. Samtidig opnås der en bedre termisk komfort, da eksempelvis træk i form af kuldenedfald fra kolde ydervægge undgås.

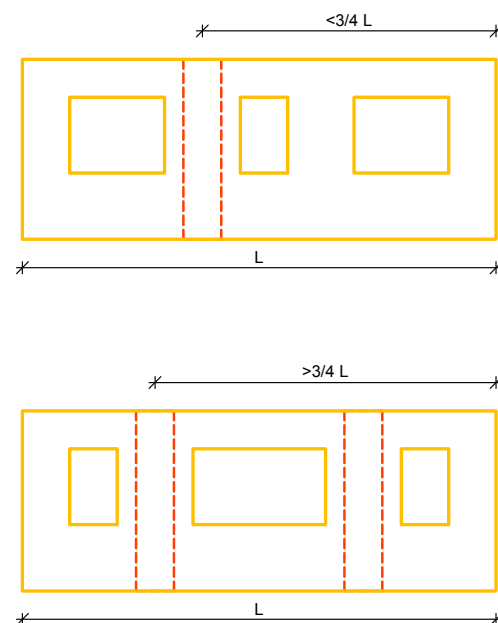
Slank formur og EPS søjler

Forudsætningen for at kunne reducere tykkelsen på en ny formur uden at reducere ydervæggens samlede bæreevne er, at der etableres såkaldte EPS-søjler. En EPS-søjle udnytter styrken i EPS-isolering (Ekspanderet PolyStyren), når isoleringen er klæbet sammen med både for- og bagmur med limmørtel og har en indlagt armering. Den sammenklæbede for- og bagmur virker som en sandwich-konstruktion, der afstiver et helt murværksfelt.

Der skal normalt placeres 1-2 EPS-søjler pr. facade i et typisk enfamiliehus for at afstive muren ved energirenovering.

Se mere om EPS-søjler:

<https://www.mur-tag.dk/udfoerelse/opmuring/eps-soejler/>



Eksempler på placering af EPS søjler

Energibesparelse

Eksisterende forhold	Isoleret ydervæg med ny/flyttet formur	
	125 mm isolering	225 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
24 cm mur	163	173
36 cm fuld mur	115	125
Formur og bagmur: Mursten Hulmur: uden isolering	124	133
Formur og bagmur: Mursten Hulmur: 75-80 mm isolering	53	62
Formur: Mursten, Bagmur: Letbeton (porebeton/letklinkerbeton) Hulmur: 75-80 mm isolering	36	45

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et egnet isoleringsmateriale med en lambdaværdi på højst 37-38 mW/mK. Med fordel kan der anvendes isolering med særlig lav lambdaværdi af hensyn til ydervæggens dimensioner. Eksempelvis svarer 125 mm isolering med lambda 31 mW/mK til 150 mm med lambda 37 mW/mK.

Ved samtidig efterisolering af sokkel eller ydervæg mod opvarmet kælder opnås yderligere besparelser.

Se Videntcenterets isoleringstabel:

<http://www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdavr-di-til-isoleringstykkelse.pdf>

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	På 100 m ² uisoleret hulmur fjernes formuren/den yderste ½ sten, og der isoleres med 225 mm isolering og opmures ny, smal teglformur. Soklen isoleres ikke. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
Årlig energibesparelse kWh pr. m ²		133 kWh/m ²
Årlig energibesparelse i kWh	$133 \text{ kWh/m}^2 \times 100 \text{ m}^2 =$	13.300 kWh
Årlig energibesparelse i m ³ gas	$13.300 \text{ kWh} \times 11 \text{ kWh/m}^3 =$	1.209 m ³
Årlig energibesparelse i kr.	$13,80 \text{ kr./kWh} \times 1.209 \text{ kWh} =$	16.685 kr
Årlig CO ₂ -besparelse i kg/tons	$0,205 \text{ kg/kWh} \times 13.300 \text{ kWh} =$	2.727 kg 2,7 ton

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Udførelse

Alt arbejde udføres i overensstemmelse med leverandørernes anvisninger.

Den eksisterende formur nedtages/hugges af, og udmuringer/faste bindere og mørtelpuder fjernes. Isoleringen fastgøres, og den nye formur opmures. Trådbindere bores ind i bagmur. Der vælges en slank formur i tegl, der giver plads til mere isolering, uden at murtykkelsen øges. Eventuelle skader i eksisterende bagmur af betydning for fugtforhold og statik udbedres.

Konstruktionens bæreevne under renoveringen skal sikres i forbindelse med nedtagningen af formuren, eksempelvis med stålsøjler. I forbindelse med selve renoveringen etableres afstivninger med EPS-søjler, så den samlede bæreevne ikke forringes. Dokumentation med analyse af de statiske forhold under udførelsen og projekteringsvejledning med principper for etablering af bæreevne under renovering kan findes i en dokumentationspakke med beskrivelser og vejledninger på: https://www.mur-tag.dk/fileadmin/user_upload/Editor/filer/EUDP-I_Parcel_Materiale/Projekteringsanv_for_plac_af_EPS-soejler_ifm_energiren._Ver_IV.pdf

Når EPS-søjlerne er etableret, kan isoleringsmateriale mellem søjlerne vælges frit, da isoleringen ikke skal bidrage styrkemæssigt. Der kan anvendes normal mineraluld eller højeffektive isoleringsmaterialer som fx PIR-skum, så U-værdien reduceres kraftigt.

Efterisolering af ydervæggen bør foretages under hensyntagen til husets arkitektur. Her tænkes der især på stenvalg til formuren, murtykkelsen og vinduernes placering. Ved tagfoden må efterisoleringen ikke forhindre ventilationen af tagkonstruktionen, og ved soklen bør formuren have et lille udvendigt fremspring i forhold til sokkelisolering/puds.

I nogle tilfælde er det af hensyn til konstruktionen og arkitekturen nødvendigt at bevare præcis samme tykkelse på hulmuren. I andre tilfælde kan man med fordel øge den samlede tykkelse med fx 60 mm og dermed få plads til mere isolering i hulmuren og samtidig få en kold sokkel isoleret. Udvidelsen kan ske ved at flytte den nye facademur ud på konsoller fastgjort til den eksisterende sokkel.

Sokkelisolering

Om nødvendigt etableres fundamentløsning med konsol og betonbjælker/teglbjælker eller sribefundament. Hvis soklen efterisoleres samtidigt med den udvendige isolering, skal dette gøres først. Langs det eksisterende fundament/sokkel udføres en efterisolering med terrænisolering i mindst 600 mm dybde under jordniveau og med tykkelse tilpasset den nye efterisolering af ydervæggen.

Efterisoleringen af soklen udføres efter isoleringsproducentens montagevejledning. Se også energiløsningen: Efterisolering af sokkel.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Valg af løsning	Er alternative løsninger til ydervægsisoleringen vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Vurdering af udgangspunkt	Er ydervæggens konstruktioner kortlagt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Ydervæggens stabilitet	Er nødvendige tiltag til sikring af murens stabilitet fastlagt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Konstruktion og materialer	Er den eksisterende murs tilstand og fugtforholdene i den ny konstruktion vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Udseende	Er den ny formurs udseende vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Fundament	Er fundamentløsningen vurderet i sammenhæng med isoleringstykkelsen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Tag	Er ændringer ved tag vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Vinduer og altandøre	Er vinduers placering i konstruktionen vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Udeluftventiler, elinstallationer, nedløb mv.	Er mindre følgearbejder på facaden vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9

1. Valg af løsning

Overvej mulighederne ud fra ydervæggens konstruktion og tilstand samt arbejdets omfang inkl. følgearbejder som ændring af fundament, ændringer ved vinduer, afslutninger ved tag, ændringer af kældernedgange mv. Se i øvrigt energiløsningerne: Indvendig efterisolering af tung ydervæg, Udvendig efterisolering af tung ydervæg og Hulmursisolering.

Før en løsning vælges, må en kritisk gennemgang afgøre, om de nødvendige forudsætninger er til stede for at nedrive formuren og opbygge en skalmur.

På mur-tag.dk findes en vejledning:

https://www.mur-tag.dk/fileadmin/user_upload/Editor/filer/EUDP-I_Parcel_Materiale/Vejledning_forundersogelser_EUDP_parcel.pdf, som beskriver en systematisk metode til at undersøge, at forudsætningerne er opfyldt. Der gives desuden anbefalinger til at vurdere, om konceptet er egnet set ud fra et konstruktions- og energimæssigt samt økonomisk synspunkt. Vejledningen henvender sig til rådgivere og udførende med en vis teknisk baggrund.

2. Vurdering af udgangspunkt

Et godt overblik kan sikres med termograferinger, der kan vise, om der er tale om isoleret hulmur, uisoleret hulmur, murværk med faste stenbindere eller andre kuldebroer, eller fuld mur.

Bygningstegninger og projektmateriale er en god hjælp, men er ikke altid helt korrekte. Der kan være forskel på murværkskonstruktionerne fra bygning til bygning i en ensartet enfamiliehus bebyggelse.

3. Ydervæggens stabilitet

Udtrykning/genanvendelse af formur og etablering af EPS søjler: En rådgiver bør vurdere, om den ombyggede eksisterende ydervægskonstruktion har styrke nok til at optage lodrette og vandrette belastninger, og hvordan murens stabilitet sikres både under og efter renoveringen. Valg af sten og mørteltyper samt tiltag til midlertidig afstivning og tiltag til sikring af murens fremtidige stabilitet fastlægges af en rådgiver.

4. Konstruktion og materialer

Ydervægge og fundament gennemgås for sætningsskader og revner. Eventuelle skader vurderes, og afhjælpning fastlægges, så den kan indgå i det samlede arbejde. I den færdige konstruktion skal bagmuren være lufttæt, og formuren være diffusionsåben, så konstruktionen kan fungere fugtmæssigt korrekt. Da formuren i den efterisolerede konstruktion bliver relativt kold og fugtig, skal stenene være frostfaste, så frostsprængninger undgås. Genanvendelse af formur: Inden valg af løsning afklares, om murstenene kan anvendes i den nye velisolerede konstruktion. En formur med ikke-frostfaste og/eller diffusionstætte facadesten kan medføre afskalninger og revner i mursten.

5. Udseende

Ikke alle afhuggede sten kan genanvendes og evt. nye sten skal ligne de oprindelige bedst muligt. Ved opmureringen skal en evt. blanding af nye og gamle sten ske med omtanke. Fuger og sålbænke i den nye formur udføres svarende til det oprindelige murværk, medmindre andet taler herfor. Evt. ikke ændret murværk kan afrenses, så det kommer til at fremstå som det nyopførte murværk i højest mulig grad.

6. Fundament

Afhængigt af isoleringstykkelsen og dermed den ny murs samlede tykkelse kan vælges en konsolløsning med betonbjælker eller teglbjælker eller et nyt sribefundament støbt på stedet. Minipæle med betonbjælker er også en mulighed. Hvis løsningen omfatter bedre isolering og/eller tyndere formur, så murtykkelsen kun øges med 10-20 mm, kan det eksisterende fundament anvendes.

7. Tag

Ændringer i murtykkelsen vil ofte kunne tilpasses eksisterende tagudhæng. For bygninger uden tagudhæng eller uden tagudhæng i gavle, må tagfladen forlænges, og tagrender og nedløbsrør over facader flyttes ud.

8. Vinduer og altandøre

Ved mindre ændringer af ydervæggens tykkelse bliver ændringer af murfals ved vinduer og altandøre beskedne. Ved større ændringer, fx i forbindelse med ny formur, bør vinduer og døre flyttes til formuren med traditionel murfals. Ved smal formur kan fastgørelse med beslag i bagmur være nødvendig. Det bør i forbindelse med renoveringen overvejes, om vinduerne skal udskiftes.

9. Udeluftventiler, elinstallationer, nedløb mv.

Ydervægsventiler til ventilation udskiftes, og belysning mv. flyttes ud til ny formur.

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 ydervægskonstruktion 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 og der er mindre end 25 mm isolering i forvejen, 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 $Besparelse \times Levetid / Investering > 1,33$. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. andet snævert følgearbejde. 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.

Bemærk desuden at en udvendig efterisolering på maksimalt 25 cm ikke betragtes som en udvidelse af etagearealet.

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: VarmelsoleringsForeningens produktoversigt
www.vif-isolering.dk

SBi-anvisninger
224: Fugt i bygninger
www.sbi.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade:
(21) 98 05 25: Revner i skalmure og formure fra temperatur- og fugtbevægelser
www.byg-erfa.dk

Mur- og tagdetaljer (KT93)
<http://www.mucdesign.dk/murtag/>

Vejledning i forundersøgelser, projekteringsanvisning, case-beskrivelse m.m.: https://www.mur-tag.dk/fileadmin/user_upload/Editor/filer/EUDP-I_Parcel_Materiale/Vejledning_forundersogelser_EUDP_parcel.pdf

Energiløsninger, enfamiliehuse:
Indvendig efterisolering af tung ydervæg, Udvendig efterisolering af tung ydervæg, Hultursisolering

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