

# Energirenovering af murede facader

Konceptbeskrivelse. Etageejendomme



**Titel:**

Energirenovering af murede facader  
Konceptbeskrivelse. Etageejendomme

**Konceptet er udviklet i projektet**

**"Bæredygtig energirenovering af murede facader i etageejendomme"**  
**Støttet af EUDP**

**Projektsamarbejde mellem:**

Teknologisk Institut, SBi, Danakon A/S, Enemærke og Petersen A/S, Strøjer Tegl A/S, NOVA5  
Arkitekter og Pålsson Arkitekter

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C  
Tlf. 7220 2000  
Byggeri og Anlæg  
Murværk  
Abelone Køster

**Kvalitetssikring:**

Sagsansvarlig: Abelone Køster, tlf. 7220 3816, aek@teknologisk.dk  
Godkendt af: Thea Bech-Petersen, tlf. 7220 1009, tbe@teknologisk.dk

**Opgavenr.:** P2002857

**Dato:** 21. december 2016

## Indhold

1.	Indledning .....	4
2.	Koncept for energirenovering af murede facader .....	5
2.1.	Konceptets fordele .....	5
2.2.	Alternative muligheder .....	6
2.3.	Hvornår kan nedrivning af facaden ikke anbefales? .....	7
3.	Vurdering og forundersøgelser .....	7
4.	Projektering .....	7
5.	Udførelse .....	8
6.	Dokumentationspakke .....	8

## 1. Indledning

Et helt nyt koncept for energirenovering af murede facader i etageejendomme er udviklet i et projekt gennemført for EUDP-midler.

Etageejendomme fra perioden 1930-80 er dårligt isolerede sammenlignet med nye ejendomme og udgør således en energimæssig udfordring. Facaderne har samtidig en række kvaliteter, så det langt fra er ligegyldigt hvordan man energirenoverer. Derfor har en projektgruppe under ledelse af Teknologisk Institut udviklet et nyt teknisk koncept til at energirenovere facademurene og herved opnå en markant bedre isoleringsevne. Konceptet bygger videre på et udviklet koncept for parcelhuse, hvor der er udført et demonstrationsprojekt i 2014. Parcelhuskonceptet findes nærmere beskrevet på [www.mur-tag.dk](http://www.mur-tag.dk).

Formålet med projektet er desuden at dokumentere et koncept, som ikke alene reducerer energitab, men også skaber merværdi for bygherren. Den nye teglfacade giver mulighed for at bibeholde husets kvaliteter og/eller opdatere huset rent æstetisk, samtidig med at energiomkostningerne til opvarmning reduceres, og komforten i bygningen forbedres ved eliminering af kuldebroer og trækgener.

I projektet udvikler partnerne en metode til at energiforbedre murede facader, så de bevares som teglfacader. I korthed går konceptet ud på at nedrive ½ sten, dvs. 108 mm, af den eksisterende facade. Der efterisoleres med højeffektive materialer, hvorpå der opmures en ny slank 78 mm teglfacade.

Idéen er, at facadens tykkelse kun skal øges minimalt – forventeligt højst 60 mm. Konceptet er imidlertid fleksibelt og tilpasses den enkelte bygning, således at bygningens og bymiljøets kvaliteter bevares eller forbedres. Fokus er på murede etageejendomme opført 1930-1980.

Der er udført et demonstrationsprojekt, som er beskrevet nærmere i "Case: Fælleshuset, Birkmosevej 32, Rødovre – udførelse af demonstrationsprojekt", som findes på [www.mur-tag.dk](http://www.mur-tag.dk).

Projektansvarlig organisation:

Teknologisk Institut. Byggeri og Anlæg  
Kongsvang Allé 29  
DK-8000 Aarhus C

Øvrige projektpartnere:

- Enemærke og Petersen A/S
- SBi
- Danakon A/S
- NOVA5 Arkitekter
- Pålsson Arkitekter
- Strøjer Tegl A/S

## 2. Koncept for energirenovering af murede facader

Konceptet er baseret på, at der nedrives ½ sten, det vil sige 108 mm af den eksisterende formur. I nogle tilfælde er det nødvendigt at bevare præcis samme murtykkelse, i andre kan man med fordel øge med f.eks. 60 mm, og dermed få en "kold sokkel" isoleret.

Det er muligt at anvende flere alternative koncepter, også på den samme bygning, afhængigt af bygningens kvaliteter, den originale konstruktion og en afvejning af økonomi samt ønsket energibesparelse.

At nedrive en muret facade og opbygge en ny er selvfølgelig en ret radikal måde til at energiforbedre facaden, og forud må forudsætningerne for, om konceptet kan anvendes, undersøges.

Forudsætning "før tilstand"	Anbefalet koncept for renovering af mur. Nedrivning 108 mm
29 cm hulmur med trædbindere Bærende bagmur. Sokkel er uisoleret.	<b>A: Ny formur 78 mm. Samme murtykkelse efter renovering</b> Der vil være plads til ca. 9 cm ny isolering.
Massiv 1½-stens mur (35 cm). Sokkel er uisoleret.	<b>B: Ny formur 78 mm + murens tykkelse øges med 60 mm</b> Der vil være plads til ca. 10 cm ny isolering.
1½-stens mur med faste binderkolonner.	<b>C: Ny formur 78 mm + murens tykkelse øges med 60 mm</b> Der vil være plads til 220 mm isolering i hulmuren samt 90 mm ud for faste binderkolonner.

Eksempler på U-værdi af facademur (overslagsberegning)	W/m <sup>2</sup> °C
29 cm uisoleret hulmur eller 1½-stens massiv mur	1,45
29 cm hulmursisolering, λ 37 *)	0,40 *)
A: 29 cm hulmur med 78 mm formur, med Kingspan 9 cm	0,21
B: 41 cm mur, heraf nyt hulrum 10 cm og 78 mm formur, Kingspan 10 cm	0,19
C: 41 cm mur, heraf hulrum 22 cm hhv. 9 cm, med Kingspan, middelværdi ca.	0,14

\*) under forudsætning om optimal isolering. Ældre mure vil ofte være behæftet med fejl.

I en række udgivelser om konceptet kan der søges hjælp til først klarlægning af en bebyggelses egnethed, dernæst vejledning i forundersøgelser samt vejledning i projektering. Følgende udgivelser kan findes og downloades fra [www.mur-tag.dk](http://www.mur-tag.dk):

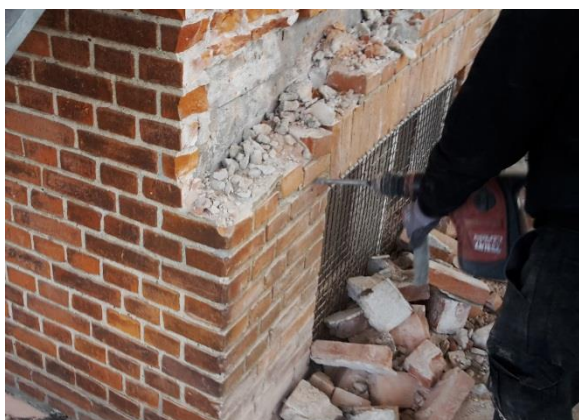
- Vurderingsværktøj til bygherre
- Vejledning om forundersøgelser
- Projekteringsvejledning – energirenovering af muret etagebyggeri
- Case: Fælleshuset, Birkmosevej 32, Rødovre – udførelse af demonstrationsprojekt.

### 2.1. Konceptets fordele

Når udgangspunktet er en 29 cm hulmur eller en 1½-stens massiv mur uden isolering, er energibesparelsen til at tage og føle på. U-værdien af selve muren kan blive reduceret med op mod 90 %, hvis man tillader tykkelsen at blive øget en smule. Da der er tale om en ret omfattende renovering, vil energibesparelsen dog sjældent være argument nok for at gå i gang. Der er da også tale om en lang række andre gevinster:



- Øget komfort og sundhed. Kuldebroer elimineres, og det fjerner både skimmelrisiko og ubehagelige klimazoner i boligen.
- Udbedring af eksisterende mangler. Husene fra perioden kan lide af nedslidte facader, utætheder, dårligt udført isoleringsarbejde med mørtelspild etc. Der er ofte tale om deciderede utætheder, som giver træk og et langt større energiforbrug end det teoretiske.
- En smuk og moderne teglfacade. Der er mulighed for at vælge tegl fra hele den rige palet af farver og udformninger, som er tilgængelig på de danske teglværker.
- Det er muligt at bebo lejligheden under renoveringen, og det indvendige areal formindskes ikke. Da facadens tykkelse kun forøges med højst 6 cm, bevares også lysindfaldet i boligen.
- Robusthed. Murens levetid er som en ny teglmur.



*I facaden nedrives ½ sten, dvs. 108 mm af den eksisterende formur.*



*Facademur er afskrælet, bagmur klargjort, ny isolering sat op, og ny formur er under opførelse.*

## 2.2. Alternative muligheder

Der findes naturligvis alternativer med udvendig efterisolering, hvor facaden ikke nedrives.

Man kan ret groft inddele dem i 3 typer:

1. Opførelse af ny skalmur uden på den eksisterende mur
2. Opsætte isoleringselementer "Isoklink" med påsatte 20 mm teglskaller direkte på gammel mur
3. Opsætte isolering, som efterfølgende tyndpudses, på den eksisterende mur.

I nogle tilfælde kan alternativerne være udmærkede løsninger. Her skal opmærksomheden blot henledes på følgende:

**Ny skalmur** uden på eksisterende mur: Selv med ny slank facademur på 78 mm vil den samlede tykkelse af muren blive øget betragteligt, hvilket kan påvirke arkitekturen og lysindfaldet. Muren vil typisk blive ca. 20 cm tykkere.

**Isoklink-elementer** vil give en facade, som ligner en traditionel mur; man skal dog være opmærksom på, at den type, som er på markedet, ikke er med en brandsikker isoleringstype. Der skal foretages særlige tiltag, hvis elementet skal anvendes andre steder end på en vinduesløs gavl.

Med **pudsløsninger** ændrer facaden radikalt udseende.

### 2.3. Hvornår kan nedrivning af facaden ikke anbefales?

En ny facademur muret i tegl er med til at bevare arkitekturen og de murede facader, som er karakteristiske for de danske byer. Men der er selvsagt ejendomme, hvor arkitektur og materialer er af en sådan kvalitet, at en nedrivning ikke kan anbefales. Før man vælger koncept og metode, skal enhver ejendom derfor vurderes i forhold til:

- Det lokale bymiljø og den sammenhæng, som ejendommen indgår i.
- Arkitektur og historie – har ejendommen særlige umistelige præg?
- Materialer: Ældre teglsten kan have en unik æstetik som gør dem bevaringsværdige.
- Tilstand og patina: Hvis murværket fremstår i god stand, er det næppe en god idé at nedrive facaden – det bør vurderes, om en ny facade virkelig øger kvaliteten og holdbarheden af facaden.

Når dette er sagt, så vil der også være facader i tegl, som fremstår lidt anonyme, og hvor man eventuelt kan tilføje nye karaktertræk.

## 3. Vurdering og forundersøgelser

For at afklare om konceptet er egnet til en given bebyggelse, skal der gennemføres en indledende screening; dertil kan den udarbejdede publikation *Vurderingsværktøj til bygherre* anvendes.

Hvis bebyggelsen falder inden for målgruppen, og den vurderes som egnet for konceptet samt at reoveringen er en fordel, skal der laves en række forundersøgelser for at afklare, om det rent teknisk er muligt at anvende konceptet på huset, idet en række betingelser skal være opfyldt.

Publikationen *Vejledning om forundersøgelser* giver en vejledning i fremgangsmåde og vurdering.

## 4. Projektering

Konceptet er baseret på en udviklet løsning til parcelhuse og andet mindre byggeri, hovedsageligt opført som hulmurskonstruktioner, hvortil der er lavet en anvisning. Når der er tale om hulmurskonstruktioner, kan projekteringen ved mindre byggeri rimeligt enkelt udføres ved at indsætte enkelte afstivninger, der kompenserer for de smallere sten i formuren.

Dette er ikke muligt ved projektering af etagebyggeri, da bæreevnen kan blive markant forringet ved at reducere den massive vægtykkelse fra 1½ sten til 1/1 sten. I nogle tilfælde kan den lodrette bæreevne blive reduceret fra 50 kN/m til 0 kN/m.

De statiske beregninger i forbindelse med projekteringen skal derfor udføres svarende til et nybyggeri. Det vil sige, at de skal udføres efter de gældende Eurocodes (og ikke efter de normer, der var gældende på opførelsestidspunktet).

Der skal udføres statiske beregninger både for udførelsesfasen og det færdige byggeri.

Publikationen *Projekteringsvejledning – energirenovering af muret etagebyggeri* er udarbejdet til rådgivende ingeniører og andre, der er beskæftiget med projektering af bærende konstruktioner i forbindelse med energirenovering af murede facader.

## 5. Udførelse

Erfaringen viser, at det oftest går galt i udførelsestilstanden, hvorfor analyse af denne fase skal udføres omhyggeligt og ikke overlades til intuitionen på byggepladsen.

Selve nedrivningen samt sortering og bortskaffelse af affald foregår på sædvanlig vis. Det forventes, at huset kan være beboet, mens nedrivning foregår. Nedrivningen støjer dog temmelig meget, hvilket beboerne skal gøres opmærksom på.

Nærmere beskrivelse af fremgangsmåde og erfaringer kan læses i publikationen *Case: Fælleshuset, Birkmosevej 32, Rødovre – udførelse af demonstrationsprojekt*.

## 6. Dokumentationspakke

I denne konceptbeskrivelse er der nævnt en række rapporter og dokumenter, som tilsammen udgør dokumentation for konceptet og grundlaget for at udføre det.

De kan alle downloades fra [www.mur-tag.dk](http://www.mur-tag.dk).

Dokumentationspakken består af:

- Konceptbeskrivelse
- Vurderingsværktøj til bygherre
- Vejledning om forundersøgelser
- Projekteringsvejledning – energirenovering af muret etagebyggeri
- Case: Fælleshuset, Birkmosevej 32, Rødovre – udførelse af demonstrationsprojekt.