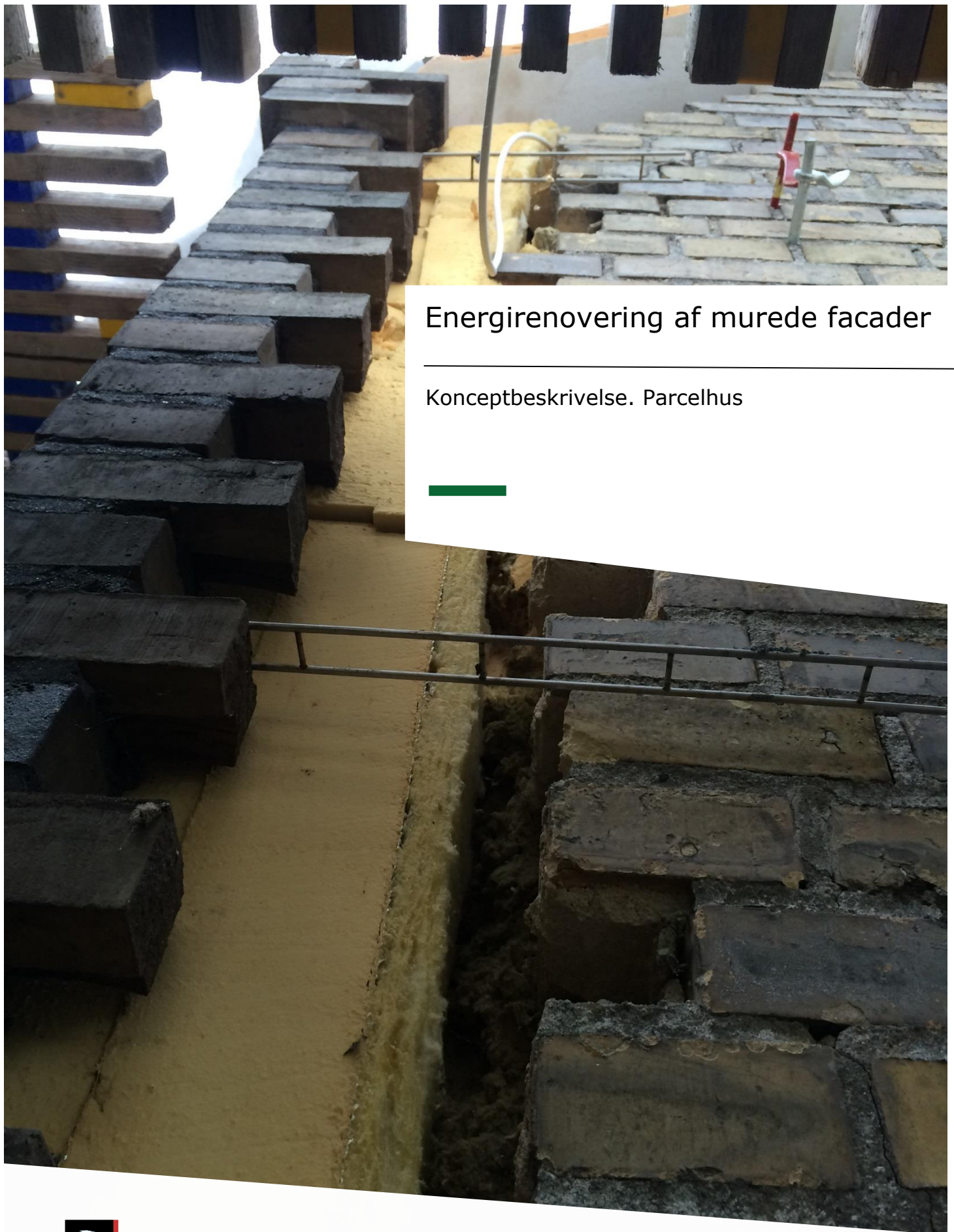


Energirenovering af murede facader

Konceptbeskrivelse. Parcelhus



Titel:

Energirenovering af murede facader
Konceptbeskrivelse. Parcelhus

Konceptet er udviklet i projektet

**"Nyt koncept for energirenovering af murede facader"
Støttet af EUDP**

Projektsamarbejde mellem:

Teknologisk Institut, Randers Tegl A/S, Møller Nielsens Tegnestue, ekolab, Thyholm Murer A/S
samt Kalk- og Teglværksforeningen af 1893

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.: P2002051

Dato: 30. april 2015

Indhold

1.	Indledning	4
2.	Koncept for energirenovering af murede facader	5
2.1.	Et fleksibelt koncept	6
2.2.	Energibesparelser	6
3.	Fordele.....	7
4.	Forundersøgelser	9
5.	Projektering og planlægning.....	10
5.1.	Statik. Projektering af EPS-søjler	10
5.2.	Projektering af murtykkelse og valg af isoleringstype	11
6.	Udførelse	11
7.	Dokumentationspakke.....	12

1. Indledning

Et helt ny koncept for energirenovring af murede facader i parcelhuse og lignende bygninger er udviklet i et projekt, gennemført for bl.a. EUDP-midler.

Typehuse fra 60'erne og 70'erne er dårligt isolerede sammenlignet med nye huse. 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.

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 og derved øge salgsværdien af husene, samtidig med at energiomkostningerne til opvarmning reduceres, og komforten i bygningen forbedres ved eliminering af kuldebroer og trækgener. Hvis man tilmed påtænker at bygge til, kan man i forbindelse med energirenovringen få en fuldt integreret tilbygning med samme facade.

Projektets formål var at udvikle, demonstrere og dokumentere et nyt koncept til energirenovring af murede facader med tegl, så isoleringsevnen kan bringes op på BR 2015-niveau, samtidig med at facadens robusthed, dimensioner og arkitektoniske kvaliteter bevares.

Projektets målgruppe er parcelhuse fra 1960-80, men konceptet vil kunne anvendes langt bredere.

Finansierende organisation: Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram; EUDP-2012-1

Projektansvarlig organisation:

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

Projektleder: Abelone Køster

E-mail: aek@teknologisk.dk

Øvrige projektpartnere

- A/S Randers Tegl A/S
- Thyholm Murer A/S
- Ekolab
- Møller Nielsens Tegnesteue
- Kalk- og Teglværksforeningen af 1893

2. Koncept for energirenovering af murede facader

Konceptet er baseret på, at den eksisterende formur nedrives, og udmuringer/faste bindere fjernes, hvorefter der opføres en ny, slank formur i tegl. Dette giver plads til mere isolering, uden at murtykkelsen øges. Den nye isolering udføres med højeffektive isoleringsmaterialer, hvorved U-værdien reduceres kraftigt.

Forudsætningen for at kunne reducere tykkelsen på den nye formur uden at reducere hulmurens bæreevne samlet set er, at der etableres såkaldte EPS-søjler. En EPS-søjle udnytter bæreevnen i stiv isolering i form af EPS (Ekspanderet PolyStyren) således, at isoleringen med limmørtel er klæbet sammen med såvel for- som bagmur samt en indlagt armering. På den måde virker det sammenklæbte murfelt som en sandwich-konstruktion, der effektivt afstiver et helt murfelt. I princippet det samme som en stålsøjle gør, men uden at skabe en kuldebro.

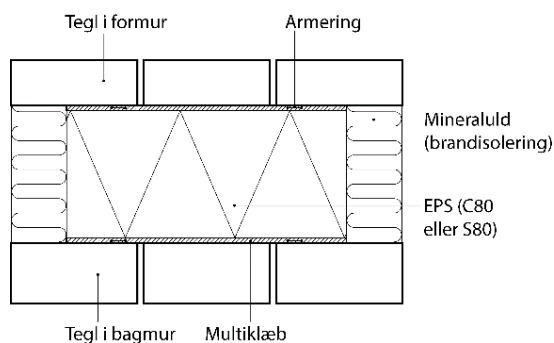


Fig. 1: Vandret snit. Princip for EPS-søjle



Fig. 2: Udførelse af EPS-søjle

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

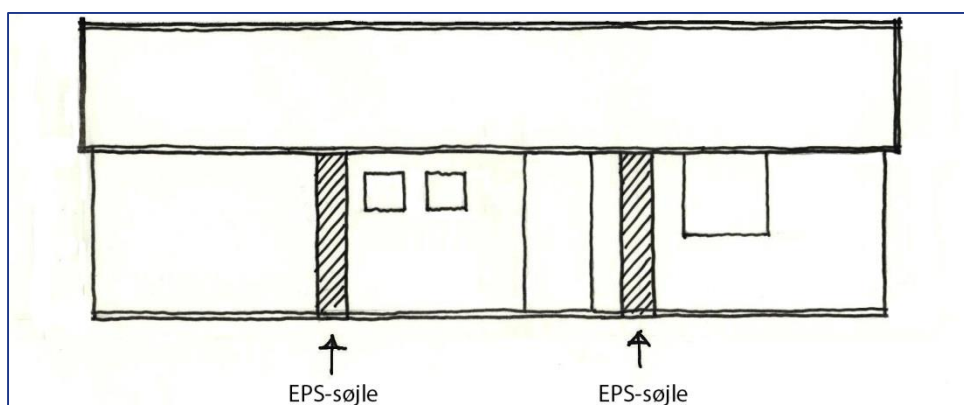


Fig. 3: EPS-søjlerne anbringes på passende steder, typisk midt på et felt mellem dør/vindue. De er ikke synlige i facaden.

2.1. Et fleksibelt koncept

Når EPS-søjlerne er etableret, er der herefter "frit slag" for valg af isolering mellem søjlerne, da denne ikke skal bidrage styrkemæssigt. Der kan anvendes billig mineraluld, hvis man lægger mere vægt på pris end energibesparelse eller "state-of-the-art" isolering.

I vandret snit ser den kombinerede løsning (med EPS-søjler og anden type isolering mellem søjlerne) ud som på fig. 4:

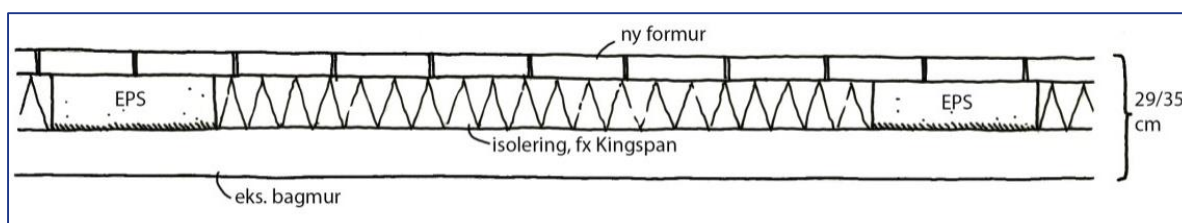


Fig. 4: Vandret snit viser princippet i koncept 1. EPS-søjler afstiver muren; mellem søjlerne er der valgfri isolering, som ikke indgår i det statiske system.

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 f.eks. 60 mm, og dermed få en "kold sokkel" isoleret og få plads til mere isolering i hulmuren.

Udvidelsen sker ved at flytte den nye slanke facademur ud på konsoller, fastgjort til den eksisterende sokkel.

Det er således muligt at anvende flere alternative koncepter afhængigt af den originale konstruktion og en afvejning mellem økonomi og ønsket energibesparelse. Dette gør konceptet uhyre fleksibelt at arbejde med.

2.2. Energibesparelser

Den samlede energibesparelse afhænger både af den nye U-værdi af facademuren og eliminering af kuldebroer omkring vinduer og døre samt ved sokkel. Hvis man fra starten har en hulmur i dårlig stand med dårligt fyldte fuger, vil en øget tæthed af klimaskærmen også få væsentlig indflydelse på energibesparelsen ved reovering.

I efterfølgende tabel er blot vist nogle eksempler på U-værdier af facaden, før og efter reovering. Flere detaljer kan ses i detailrapporten "Energibesparelser for nyt reoveringskoncept til murede facader".

U-værdi af facademur	Isolering	Ny formur	W/m ² °C
29 cm uisoleret hulmur	Ingen	(Ingen)	1,52
29 cm hulmursisoleret	70 mm λ 37	(Ingen)	0,60
29 cm + 60 mm udvidelse = 35 cm	140 mm λ 22	78 mm	0,15
29 cm + 60 mm udvidelse = 35 cm	150 mm λ 34	78 mm	0,21
29 cm, uden udvidelse	80 mm λ 22	78 mm	0,25

Tabel 1. Eksempler på U-værdier ved forskellige løsninger. De to første er før renovering med ny slank formur.

For en hulmursisoleret 29 cm væg, som fastholdes som 29 cm væg, kan der opnås en forbedring af U-værdien fra ca. 0,60 til 0,25 W/m² °C. Dette er den mindste teoretiske forbedring af U-værdien, og hermed ligger den årlige typiske besparelse fra 27-34 kWh pr. m² ydermur, og for en hulmursisoleret 29 cm væg, som i forbindelse med renoveringen opgraderes til en 35 cm væg, ligger den årlige typiske besparelse fra 38-45 kWh pr. m² ydermur. Ved sidstnævnte løsning går man fra en U-værdi på 0,6 til en værdi på 0,15 W/m²K.

Der er tale om en gennemgribende renovering, og med mindre man har en ret dyr energiforsyning, vil energibesparelsen alene næppe kunne finansiere renoveringen. Derfor skal der peges på en række andre væsentlige fordele.

3. Fordele

For en stor del af parcelhusene i målgruppen kan man således forvente en kraftig forbedring af den energimæssige ydeevne af facademuren.

Men en række andre fordele er næsten lige så væsentlige:

Komforten forbedres. I huse med dårligt isolerede facader og sokler og med sammenmuringer ved tag, vinduer og døre opleves ofte kuldenedfald og træk samt generelt et dårligt termisk indeklima på grund af den kolde ydermur. Har huset stået uopvarmet, er det svært at få ordentligt gennemvarmt. Den nye varme mur løser disse problemer og gør huset lige så komfortabelt som moderne huse.

Kuldebroer fjernes. Når sammenmuringer, mørtelspild og sammenfalden isolering fjernes, elimineres kuldebroerne. Lave overfladetemperaturer kan meget nemt forårsage kondens og dermed skimmelproblemer.

Holdbarhed øges og der bliver mindre vedligehold. En ny formur i tegl holder længe. De alternativer med udvendig isolering, som findes på markedet, er typisk puds på isolering eller beklædning med træ eller plader. Disse overflader skal males og generelt vedligeholdes med større hyppighed end den robuste facademur i tegl.



Fig. 5: Der er rig mulighed for at give en nedslidt facade nyt liv – eller at give en bygning et helt nyt udtryk og et æstetisk løft med en ny teglfacade.

Æstetik. En ny mur i tegl er smuk i sig selv. Løsningen giver samtidig mulighed for at ændre detaljer ved huset, som f.eks. at lave sålbænke med rulleskifte i tegl, lave stik over vinduer eller andet, nye spændende forbandter eller andet, som passer til husets stil. Eksisterende facadepartier og gavle i træ, kan eventuelt ændres til murværk, hvilket også øger holdbarheden og mindsker vedligeholdet. Ved ønske om tilbygning kan den udføres i samme tegl.

Ejendomsværdien kan styrkes. Det gælder specielt, hvis den eksisterende facade er slidt, og huset ikke har et attraktivt udseende. Det kan energirenovering med tegl rette op på. Det er også bevist, at en bedre energiklasse generelt forbedrer husets salgsværdi.

Bæredygtighed. Det skal selvfølgelig overvejes, om et så omfattende indgreb i huset "kan betale sig". Skulle man ikke hellere rive hele huset ned og få et nyt? Hertil er svaret for det første, at den største del af huset jo bevares, hvorved der er langt mindre spild, end hvis huset rives ned. Det gælder især, hvis man allerede har investeret i et godt køkken og bad og i øvrigt er glad for huset. Endelig kan man blive boende i huset, mens renoveringen pågår. Det vil sige at man slipper for at pakke alt ned og finde en alternativ bolig i en længere periode.



Figur 6.
Illustration fra folderen
"Ny varm mur" med undertitlen:
"Vil du have et nyt hus – uden at
flytte?"



4. Forundersøgelser

For at afklare, om konceptet er egnet til et givet parcelhus, skal der gennemføres en forundersøgelse.

Den kan udføres af rådgiver eller håndværker, som følger den udarbejdede vejledning.

Undersøgelsen skal dels afklare, om det rent teknisk er muligt at anvende konceptet på huset, idet en række betingelser skal være opfyldt, og dels skal det afklares, om renovationen er en fordel. Her skal energi, komfort, æstetik, teknik og økonomi vurderes samlet.

Forundersøgelsen udføres i to trin:

1. Først en indledende undersøgelse og indhentning af dokumentation. Man vurderer på denne baggrund, om det er teknisk muligt og økonomisk interessant at gå videre – dette sker i dialog med husejeren.

2. Herefter går man videre med destruktive undersøgelser af hulmuren for at kortlægge tilstand og eksisterende forhold nærmere, og en egentlig planlægning af renoveringen, herunder valg af isoleringstype, tykkelse af ny facade, og om murtykkelsen skal udvides eller ej.

Publikationen **“Vejledning i forundersøgelser”** omfatter bl.a. tjekpunkter og giver en vejledning i vurdering.

Det kan i nogle tilfælde være nødvendigt at gennemføre en egentlig ingeniørberegning af husets statik, hvis ikke alle forudsætninger for den simple metode er opfyldt.



Fig. 7: Destruktive undersøgelser for at klarlægge tilstand og konstruktionsdetaljer

5. Projektering og planlægning

5.1. Statik. Projektering af EPS-søjler

Konceptet er baseret på, at den nye slanke ydermur med EPS-søjler efter renovering har mindst samme styrke som den gamle ydermur. Dette princip er dokumenteret med en række laboratorieforsøg. Antallet og placeringen af nødvendige EPS-søjler skal projekteres.

Publikationen “Projekteringsanvisning for placering af EPS-søjler i forbindelse med energirenovering af parcelhuse og andre tilsvarende bygninger” er et enkelt værktøj til at fastlægge antal og placering af de nødvendige EPS-søjler i et parcelhus, eller lignende bygning.

Metoden er baseret på opmåling af husets geometri, og enkle beregninger af vægfelternes størrelse, og indeholder således ikke bestemmelse af styrkeparametre eller andre egentlige ingeniørmæssige beregninger.

Værktøjet kan således godt anvendes uden, at man har en egentlig ingeniøruddannelse, men der forudsættes dog en vis teknisk indsigt, som f.eks. byggetekniker, og for ikke-ingeniører anbefales det, at man deltager på et kort kursus i anvendelse af metoden.

5.2. Projektering af murtykkelse og valg af isoleringstype

På baggrund af forundersøgelserne af husets konstruktioner og energimæssige tilstand skal der tages stilling til valg af isoleringstype og -tykkelse mellem EPS-søjlerne.

Imellem EPS søjlerne stilles der ikke krav til isoleringens type eller mekaniske styrke.

Tykkelsen af isoleringen afhænger af to forhold:

1. Om murtykkelsen udvides med op til 60 mm. Da skal den ny facademur etableres på konsoller, som fastgøres til eksisterende sokkel.
2. Om den gamle formur er bærende. Da kan murtykkelsen ikke reduceres, men må udføres i 108 mm som den eksisterende mur, eller der må etableres lodret bæreevne på anden vis.

6. Udførelse

Udførelsen kan med fordel udføres successivt på en facade, eller på en facade + en gavl, ad gangen. Vejrudsigten skal tjekkes. Der må ikke forekomme storm i den periode, hvor facaden er nedrevet.

Når dette er opfyldt, og parcelhuset i øvrigt opfylder visse konstruktive forudsætninger, kan nedrivning af facaden ske uden midlertidige afstivninger.

Dette er dokumenteret og forklaret i rapporten "Bæreevne under udførelse".

I samme rapport findes en præcisering af forudsætningerne for, at midlertidig afstivning kan udelades. I "Vejledning i forundersøgelser" anvises, hvordan disse forudsætninger undersøges og dokumenteres.

Selve nedrivningen og sortering og bortskaffelse af affald foregår på sædvanlig vis. Det forventes, at huset kan være beboet, mens nedrivning foregår. Nedrivningen støjer temmelig meget, hvilket beboerne skal gøres opmærksom på, hvis de er hjemme i dagtimerne.

Udførelsen består i korthed af:

- Vinduer udtages og fastgøres med beslag til eksisterende bagmur
- Nedrivning af eksisterende mur samt evt. dele af udhæng, som er nødvendigt af hensyn til udhæng
- Bagmur eftergås og kontrolleres for rethed, skal evt. udbedres/ fuges

- Tagforankring tjekkes og udbedres om nødvendigt
- Etablering af EPS-søjler
- Ny isolering monteres
- Ny facade opmures, evt. på konsoller fastgjort til sokkel
- Evt. sokkelisolering og -puds.

Nærmere beskrivelse med anvisning af typiske detaljer samt forslag til kvalitetssikring kan læses i publikationen "Case Thyholm og udførelse".

Det må understreges, at husene i målgruppen kan have individuelle detaljer og konstruktioner, som ikke er beskrevet i publikationen. Det er derfor nødvendigt, at man som udførende har god forståelse af konceptet og kan løse sådanne detaljer, uden at der opstår kuldebroer eller svækkelse af konstruktionen.

7. 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

Dokumentationspakken består af:

- **Konceptfolder**, målrettet husejer
- **Konceptbeskrivelse** (nærværende)
- **Energibesparelser for nyt renoveringskoncept til murede facader**
- **Typehuset 1960-79**. Beskrivelse af karakteristiske typehuse og konstruktioner fra perioden
- **Vejledning forundersøgelser**
- **Bæreevne under udførelse**. Dokumentation for nedrivningsmodellen, og forudsætningerne for denne
- **Projekteringsanvisning for placering af EPS-søjler**. Vejledning
- **Case Thyholm og udførelse**. Beskrivelse af udførelse og typiske problemstillinger.