

## Efterisolering af terrændæk ved opbygning af nyt terrændæk

Terrændæk i småhuse opført frem til 1979 er relativt dårligt isolerede. Især i huse opført før 1972 er varmeisoleringsen ringe og giver anledning til et væsentligt varmetab og fodkulde. Hertil kommer, at fugt i konstruktionen kan give problemer med gulvbelægningen og bidrage til skimmelvækst. Endelig kan et ældre terrændæk med revner i betonen under gulvet give anledning til et uacceptabelt højt radonniveau i bygningen.

Et veldrænet terrændæk uden fugtproblemer og med fx 25 mm isolering kan efterisoleres ovenfra, så den samlede isoleringstykkelse bliver 75 mm. Det forudsætter en grundig undersøgelse af fugtstrømme og varmestrømme i konstruktionen. Dette sikrer dog ikke tilstrækkelig energieffektivitet og muligheden indgår ikke i denne energiløsning.

Denne energiløsning "Efterisolering af terrændæk ved opbygning af nyt terrændæk" anbefales til løsning af ovenstående problemer og i forbindelse med ombygning af terrændæk ved etablering af gulvvarme.

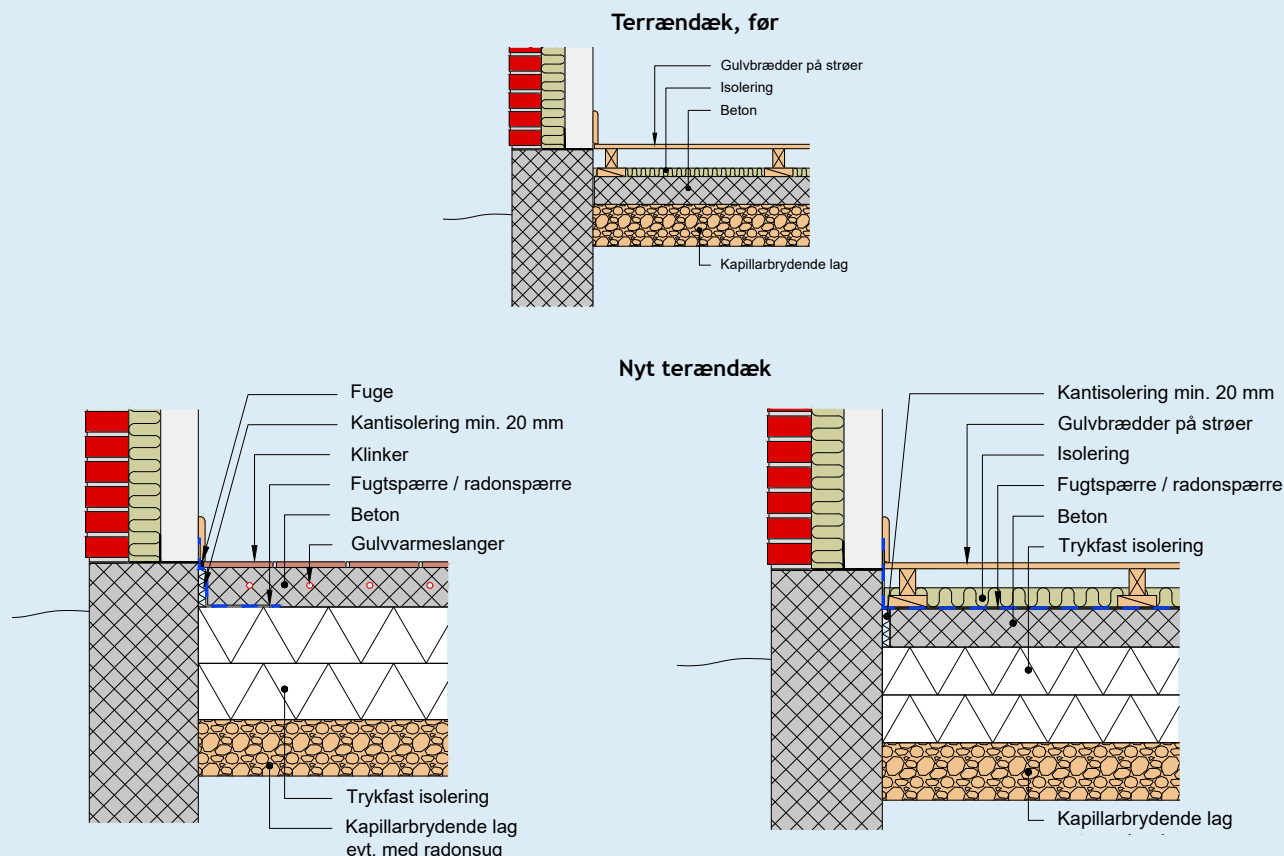
### Anbefaling til isoleringstykkelse

U-værdi 0,10 W/m<sup>2</sup>K svarende til BR 2015 kravet og det forventede krav i BR 2020:

Fx 300 mm isolering med lambdaværdi på 0,038 W/mK.

Kravet gælder, fordi hele konstruktionen udskiftes. Byggetekniske forhold kan indebære, at kravet ikke kan opfyldes. I så fald kan en reduceret isoleringstykkelse eller en anden energiløsning foretrækkes.

Terrændækkets samlede tykkelse kan reduceres ved brug af egnet isoleringsmateriale med lavere lambdaværdi, se [www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf)



## Fordele

- Mindre varmetab gennem gulvet
- Lavere varmeregning
- Lavere CO<sub>2</sub>-udledning
- Bedre indeklima
- Ændringen øger bygningens værdi
- Effektiv radonsikring
- Fjerner risikoen for opfugtning og skimmelvækst i konstruktionen
- Kan kombineres med etablering af gulvvarme

## Indeklima

Den ny konstruktion giver et varmere gulv og mindsker fodkulde, ligesom vækstbetingelser for skimmelsvamp fjernes. Endelig kan en effektiv radonsikring indgå i løsningen.

## Energibesparelse

Eksisterende terrændæk	Nyt terrændæk 200 mm isolering U = 0,15 W/m <sup>2</sup> K		Nyt terrændæk 300 mm isolering U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K	
	Uden gulvvarme	Med gulvvarme	Uden gulvvarme	Med gulvvarme
Trægulv på strøer, isolering over eller under beton. Drænlag af grus eller sten.	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år			
0 mm isolering	30	17	35	21
30 mm isolering	20	10	25	15
50 mm isolering	15	6	20	11
75 mm isolering	12	4	16	9
Trægulv på strøer, isolering og drænlag af letklinker	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år			
150 mm letklinker	12	4	17	9
200 mm letklinker	9	2	13	7
250 mm letklinker	6	0	11	5

### Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambdaværdi på højst 38 mW/m K (se ovenfor under anbefalet isoleringstykkelse).

Hvis drænlaget i det ny terrændæk består af 150 mm egnede letklinker, kan isoleringstykkelsen reduceres med ca. 50 mm.

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	120 m <sup>2</sup> terrændæk med trægulv på strøer og 50 mm isolering erstattes af nyt terrændæk med 250 mm isolering og 150 mm drænlag af letklinker, svarende til i alt 300 mm isolering. Terrændækket udføres med gulvvarme overalt. Naturgaspris: 7,50 kr. pr. m <sup>3</sup> . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
<b>Årlig energibesparelse kWh/m<sup>2</sup></b>		11 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	11 kWh/m <sup>2</sup> x 120 m <sup>2</sup> =	1.320 kWh
<b>Årlig energibesparelse m<sup>3</sup></b>	1.320 kWh / 11 kWh =	120 m <sup>3</sup>
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	7,50 kr./m <sup>3</sup> x 120 m <sup>3</sup> =	900 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	0,205 kg/kWh x 1.320 kWh =	271 kg

### Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.  
(højest for nye kedler)

### CO<sub>2</sub>-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,094 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,306 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

## Udførelse

Se altid leverandørernes seneste anvisninger.

Alle installationer ført i det eksisterende terrændæk til el, varme og vand afbrydes.

Terrændækket inkl. gulvbelægning, beton og isolering samt drænlag fjernes. Der graves ud til det nye terrændæk, som har en samlet tykkelse på i alt ca. 60-65 cm: 15 cm drænlag, 30 cm isolering, 8-10 cm beton samt gulvbelægning.

Varmerør, vandrør, afløb, el-ledninger mv. fjernes, omlægges eller fornyes som led i udførelsen.

Fundament gennemgås og evt. sætningsrevner mv. repareres. Hvis der ikke findes en vandret fugtspærre, kan fremtidige fugtgener hindres ved indlægning af vandret fugtspærre nederst i væggen.

Evt. understøtninger af indervægge gennemgås og udbedres. Om nødvendigt etableres vandret fugtspærre.

Nye afløb og rør mv. etableres som led i processen nedenfor.

### Terrændæk med støbt betondæk

### (velafprøvet løsning)

Der etableres et drænlag - dvs. et kapillarbrydende lag af nøddesten, ral, singels eller coatede løse letklinker (kornstørrelse 10-20 mm). Drænlaget skal være min. 150 mm tykt og helt plant. Drænlaget og det varmeisolerende lag kan kombineres, hvis materialet har de nødvendige varmeisolerende egenskaber (nogle typer letklinker).

Om nødvendigt forberedes etablering af radonsug til radonsikring i forbindelse med drænlaget. Se nedenfor under radon.

Der udlægges trykfast isolering (mineraluld eller egnede celleplastplader) på det afrettede drænlag, som underlag for betonpladen. Isoleringen udlægges i mindst to lag med forskudte samlinger. Afhængigt af gulvkonstruktionen kan en mindre del af isoleringen placeres over betonpladen.

Varmetabet gennem fundamentet kan reduceres yderligere med en udvendig isolering af fundamentet (se energiløsning).

Indvendigt langs fundamentet etableres en kuldebro-

## Udførelse (fortsat)

afbrydelse med min. 20 mm trykfast isolering. Derefter støbes en 100 mm tyk betonplade (C20/25 eller bedre) med svindarmering. Oversiden af betonpladen skal være min. 50 mm over terræn. Fugtniveauet må max. være 85 % RF målt i midten af betontværsnittet, når membran og gulv udlægges. Udtørringstiden kan reduceres med "selvudtørrende beton" (vand/cement tal  $\leq 0,4$ ). Det giver samtidig en øget betonstyrke, så betonpladens tykkelse kan reduceres til 80 mm.

Hvis terrændækket skal afsluttes med trægulv udlægges en fugt- og radonspærre, der dækker hele betonfladen og klæbes til ydervægge og indervægge (fx 0,2 - 0,3 mm polyethylenfolie med klæbede overlæg på min. 100 mm). Membranen skal være helt tæt også ved evt. installationsgennemføringer, hvor der fx kan anvendes radonsikre rørmanchetter.

Der må ikke være revner ved overgangen mellem terrændækket (den vandrette del) og fundamentet/ ydervæggen (den lodrette del). Det er vigtigt, at fugt- og radonspærren, også ved en strøgulvsløsning, lukker tæt over kantisoleringen mellem sokkelinderside og betondæk. Hvor muligt anvendes en klæbet løsning, da der kan være risiko for fugeslip.

Endelig etableres gulv - svømmende trægulv, trægulv

på strøer eller klinker. Ved klinker kan fugtmembranen udelades under en støbt betonplade, men der skal være en effektiv fugt- og radonmembran mod fundament og understøttede indervægge.

Ved gulvvarme kan indstøbes gulvvarmeslanger i betonen - alternativt udlægges et let gulvvarmesystem på membranen. Ved gulvbelægning med fliser eller klinker anbefales indstøbte gulvvarmeslanger. Gulvbelægnings af træ skal udlægges efter producentens anvisninger og skal være egnede til gulvvarme.

### Terrændæk uden udstøbning

I stedet for at støbe et betongulv kan der udlægges egnede klinkerbetongulvblokke oven på den stive isolering. Gulvblokkene svømmes på oversiden og hen over samlinger med cementpuds (C 100/400 0-2 mm). Med denne løsning bliver konstruktionen tilført minimalt vand, og et fugtfølsomt gulv kan lægges efter relativt kort tid. Løsningen vælges i samråd med en rådgiver.

Membran og evt. gulvvarme udlagt på konstruktionen samt gulvbelægning etableres som beskrevet ovenfor.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Terrændæk	Er alternative løsninger og alle følgearbejder vurderet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 1
Fugtforhold	Har terrændæk og ydervægge tegn på fugt eller angreb af skimmelsvamp?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 2
Radon	Er radonproblematikken vurderet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 3
Installationer	Er der installationer i terrændækket?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 4
Gulvvarme	Ønsker bygherren gulvvarme?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 5

### 1. Fra gammelt til nyt terrændæk

Terrændækket kortlægges. En løsning vælges, og arbejdet planlægges ud fra konstruktioner og installationsføringer. Herunder valg af traditionel eller "tør" løsning mht. tid for udtørring af byggefugt samt evt. gulvvarmekonstruktion og ændringer i boligen fx af køkken eller baderum. Konsekvenser for brug af boligen, adgang og afdækning mv. afklares med bygherre.

### 2. Fugtforhold

Fugtforhold vurderes, herunder terrænets højde og hældning i forhold til det nye terrændæk. Hvis der er tegn på fugt i ydervæggen, kan efterisolering øge problemet.

Ved tydelige tegn på opstigende grundfugt fra fundament til ydervægge eller fra understøtninger til inder-vægge afklares årsagen. Løsningen kan være at etablere en vandret fugtspærre evt. kombineret med et effektivt omfangsdræn. Eventuelle skimmelsvampeangreb, der ikke fjernes med krybekælderdekke, afrensnes.

### 3. Radon

Radon er en radioaktiv luftart der trænger ind i boligen fra jorden gennem revner i konstruktioner. En måling af radon i indeluften tager 2-3 måneder. En måling på 1-2 uger i fyringssæsonen kan dog give et fingerpeg om problemets størrelse. Koncentrationen af radon i boligen bør være lavere end  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Derfor skal der etableres en lufttæt radonmembran i terrændækket. Den kan oftest etableres sammen med den diffusionstætte fugtsikring. I de fleste tilfælde er en korrekt udført radonmembran tilstrækkeligt. I alvorligere tilfælde hvor målinger viser over  $200 \text{ Bq/m}^3$  kan problemet løses ved at etablere radonsug i terrændækkets drænlag.

Et passivt radonsug består af sugbrønde, fx perforerede plastbeholdere, med aftræksrør ført fra drænlaget til afkast over tag. Hvis drænlaget er opdelt i afsnit, etableres en sugbrønd for hvert afsnit. Sugene samles i ét rør. Radonsug er mest effektive, når aftræksrøret forsynes med en ventilator ("aktivt radonsug"). Hvis aftrækket føres ud gennem ydervæggen ved fundamentet, skal det forsynes med en ventilator.

Ved etablering af terrændækket kan sugbrønde indbygges, så radonsug er forberedt. Aftræk/ventilator kan så påkøbes, hvis målinger viser behov for det.

### 4. Installationer

Varmerør, vandrør, afløbsledninger, el-ledninger mv. skal omlægges eller fornyes, hvis de skal indgå i terrændækket. Kontakt et VVS-firma og læg plan for installationsarbejdet. Installationer og rør skal isoleres efter DS 452. Fremføringsrør til gulvvarme skal isoleres uden for det rum, hvor der er gulvvarme.

### 5. Gulvvarme

Et velisoleret terrændæk giver mulighed for gulvvarme. Hvis der skal etableres et terrændæk med gulvvarme i hele bygningen, skal det sikres, at gulvvarmen er korrekt dimensioneret og efterfølgende vil kunne dække varmebehovet i kolde perioder. Det forudsætter typisk, at resten af bygningen er velisoleret. Valg og dimensionering af anlæg bør ske i samarbejde med rådgiver.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der er tale om udskiftning af en bygningsdel. Den nye bygningsdel skal opfylde krav til varmeisolering, udtrykt ved krav til U-værdi og linjetab. Kravet skal opfyldes uanset rentabilitet. Der skal dog kun efterisoleres til det niveau, som er byggeteknisk forsvarligt. Det vil sige at udgravningen normalt ikke må være dybere end fundamentet.

Det nye terrændæk skal opfylde U-værdi-kravet på  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  svarende til en isoleringstykkelse på ca. 300 mm mineraluld eller 250 mm mineraluld og 200 mm letklinker.

En indvendig kantisoleringstykkelse mellem terrændækspladen og ydervæggen på ca. 20-30 mm vil reducere linjetabet betydeligt. Hvis linjetabskravet på  $0,12 \text{ W/mK}$  ikke kan opfyldes ved 20-30 mm kantisolering vil det kræve yderligere tiltag i samlingen, som ikke er byggeteknisk forsvarligt.

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

VIF: VarmeisoleringsForeningens Produktoversigt  
[www.vif-isolering.dk](http://www.vif-isolering.dk)

SBi-anvisninger

Sbi-anvisning 247: Radonsikring af eksisterende bygninger

Sbi-anvisning 267: Småhuse - Klimaskærmen, 2016

[www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

BYG-ERFA erfaringsblade:

(13) 14 12 12 Opfugtet betonplade i terrændæk

(13) 98 12 01 Kapillarbrydende lag i terrændæk

(19) 11 12 28 Terrændæk i ældre bygninger - fugtopstigning i ydermure efter reovering.

[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

Bygningsreglementet

[www.bygningsreglementet.dk](http://www.bygningsreglementet.dk)

Kontakt Videncenter

for Energibesparelser i Bygninger

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

Eller gå ind på hjemmesiden:

[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://www.ByggeriOgEnergi.dk)



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger