



Dæk over krybekælder ændres til nyt terrændæk

Krybekælderdek er især anvendt i småhuse frem til 1960, men findes også i nyere byggeri. Konstruktionen i ældre bygninger har typisk ringe varmeisolering, giver anledning til træk og fodkulde og kan afhængigt af fugtforholdene i krybekælderen være grobund for skimmelsvamp.

Højden i en kold ventileret krybekælder kan være mellem 20 og 180 cm, men ligger ofte på mellem 30 og 50 cm. Krybekælderen i nyere byggerier kan være udført med membran eller betonklaplag i bunden.

Hvis gulvet/dækket over en krybekælder ønskes efterisoleret, er den bedste løsning at nedlægge krybekælderen og i stedet etablere et velisoleret terrændæk, evt. med gulvvarme.

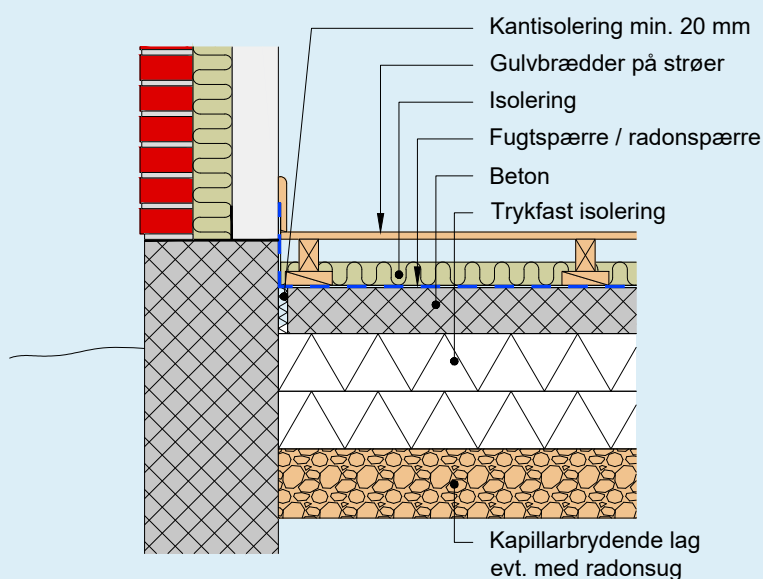
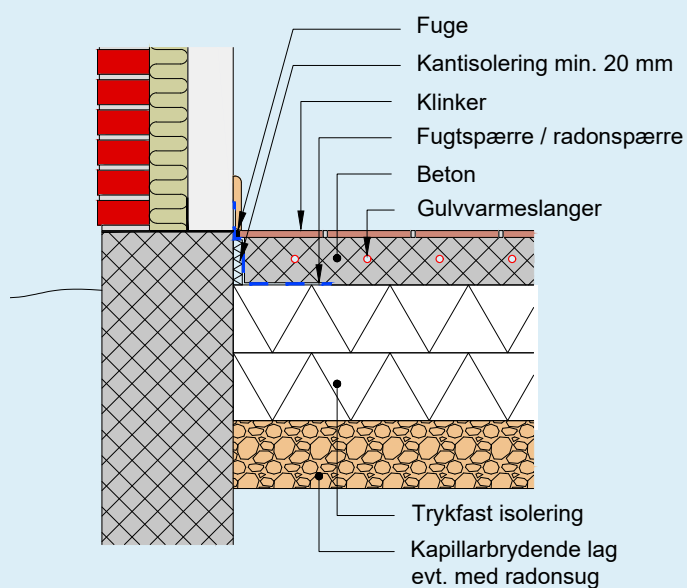
Udgangspunktet for denne anbefaling er erfaringer, der viser, at risikoen for skimmelvækst i krybekælderen kan øges væsentligt, når dækket efterisoleres:

Isoleringen reducerer varmetilførslen til krybekælderen, de lavere temperaturer øger luftfugtigheden i krybekælderen, og risikoen for fugtophobning og skimmelvækst vokser.

Desuden har mange krybekælder adgangsforhold, pladsforhold og arbejdsforhold i øvrigt, der vanskeliggør eller helt umuliggør isoleringsarbejde.

Her beskriver vi, hvordan krybekælderdek erstattes af et nyt terrændæk.

Nyt terrændæk



Kravet i BR 18 er U-værdi 0,10 W/m²K (se s. 5). Kravet gælder, fordi hele konstruktionen udskiftes. Byggetekniske forhold kan indebære, at kravet til iso-leringstykkelse ikke kan opfyldes. Der skal isoleres til det niveau, der er byggeteknisk forsvarligt. Det vil sige, at der fx ikke skal udgraves til et niveau, der er dybere end fundamentet for at få plads til isoleringen.

Isoleringstykkelsen vælges dels ud fra ønsket om varmeisolering, dels ud fra pladsforhold, når krybekælderdekkeket er fjernet og terrændækkonstruktionen skal etableres med drænlag, isolering, betonplade, evt. gulvvarme og gulvbelægning.

Fordele

- Mindre varmetab gennem gulvet
- Lavere varmeregning
- Lavere CO₂-udledning
- Bedre indeklima
- Ændringen øger bygningens værdi
- Effektiv radonsikring
- Fjerner risikoen for opfugtning og skimmelvækst i konstruktionen
- Kan kombineres med etablering af gulvvarme

Indeklima

Evt. træk fra ventilation af krybekælderen fjernes ved at etablere terrændækket. Den ny konstruktion giver et varmere gulv og mindsker fodkulde, ligesom vækstbetingelser for skimmelsvamp fjernes. Endelig kan en effektiv radonsikring indgå i løsningen.

Eksisterende krybekælder	Nyt terrændæk 200 mm isolering U = 0,15 W/m ² K		Nyt terrændæk 300 mm isolering U = 0,10 W/m ² K	
	Uden gulvvarme	Med gulvvarme	Uden gulvvarme	Med gulvvarme
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år			
Træbjælkelag med lerindskud	94	62	99	66
Træbjælkelag/betondæk med 50 mm isolering	40	24	45	29
Træbjælkelag/betondæk med 75 mm isolering	27	15	32	19
Træbjælkelag/betondæk med 100 mm isolering	19	9	24	14

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

Forudsætninger	80 m ² krybekælder dæk erstattes af terrændæk, heraf 8 m ² med gulvvarme. Krybekælderen er 50 cm høj, dækket er bjælkelag med lerindskud og trægulv. Efter fjernelse af dæk er der i alt ca. 68 cm til opbygningen af terrændækket - 21-26 cm til drænlag, 30 cm trykfast isolering, 10 cm betondæk, membran (fugt og radon) og 2-7 cm gulv. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Gaskedlen er ny og kondenserende.
Årlig energibesparelse kWh/m²	99 kWh/m ² uden gulvvarme 66 kWh/m ² ved gulvvarme
Årlig energibesparelse kWh	$99 \text{ kWh/m}^2 \times 72 \text{ m}^2 + 66 \text{ kWh/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = 7.656 \text{ kWh}$
Årlig energibesparelse m³	$7.656 \text{ kWh} / 11 \text{ kWh/m}^3 = 696 \text{ m}^3$
Økonomisk besparelse år 1, kr.	$13,80 \text{ kr./kWh} \times 696 \text{ m}^3 = 9.605 \text{ kr.}$
Årlig CO₂-besparelse kg	$0,205 \text{ kg/kWh} \times 7.656 \text{ kWh} = 1.569 \text{ kg} / 1,6 \text{ ton}$

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

Se altid leverandørens seneste anvisninger.

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

Krybekælder dækket inkl. gulv, indskud, isolering, bjælker og murede understøtninger mv. fjernes. Yderligere organisk materiale, fx i forbindelse med understøtninger, erstattes af uorganisk materiale. Krybekælderen ryddes.

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

Afhængigt af krybekælderens højde graves om nødvendigt ud, så der er plads til terrændækkonstruktionen. Ved for høje krybekælder fyldes op til ønsket niveau med komprimeret stabilgrus som underlag for drænlag.

Fundamentet gennemgås, ventilationsåbninger lukkes, og evt. sætningsrevner mv. repareres. Hvis der ikke findes en vandret fugtspærre, kan fremtidige fugtgener hindres ved at indlægge en vandret fugtspærre nederst i væggen.

Evt. understøtninger eller fundamenter under 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.

Udførelse (fortsat)

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-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 sokkelunderside 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.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Krybekælder	Er muligheder, alternative løsninger og alle følgearbejder vurderet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Fugtforhold	Har krybekælderen 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 krybekælderen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Gulvvarme	Ønsker bygherren gulvvarme?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5

1. Fra krybekælder til terrændæk

Krybekælderen kortlægges. En løsning vælges, og arbejdet planlægges ud fra krybekælderens højde, 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. Hvis bygningen har en kombination af krybekælder og terrændæk eller kælder, afklares konsekvenser for brug af boligen, adgang og afdækning mv. med bygherre.

2. Fugtforhold

Fugtforhold vurderes, herunder terrænets højde og hældning i forhold til det kommende 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, afrenses.

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 Bq/m³.

Ventilationen af krybekælderen sikrer, at en del radon ventileres til det fri. Udfordringen med radon øges, når en ventileret krybekælder erstattes af et terrændæk. 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 tilstrækkelig. I alvorligere tilfælde, hvor målinger viser over 200 Bq/m³, 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 ydervæg ved fundament, skal det forsynes med en ventilator. Ved etablering af terrændækket kan sugbrønde indbygges, så radonsug er forberedt. Aftræk/ventilator kan så påkobles, hvis målinger viser behov for det.

4. Installationer

Varmerør, evt. hovedledninger, vandrør, afløbsledninger, el-ledninger mv. i krybekælderen 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?

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 isoleres til det niveau, som er byggeteknisk forsvarligt. Det vil sige at der fx ikke skal udgraves til et niveau der er dybere end fundamentet.

Det nye terrændæk skal opfylde U-værdi-kravet på 0,10 W/m²K svarende til en isoleringstykkelse på ca. 300 mm mineraluld eller 250 mm mineraluld og 200 mm letklinker.

Terrændækkets samlede tykkelse kan reduceres ved brug af egnet isoleringsmateriale med lavere lambda-værdi, se www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf

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

SBi-anvisninger

Sbi-anvisning 247: Radonsikring af eksisterende bygninger

Sbi-anvisning 267: Småhuse - Klimaskærmen, 2016

www.build.dk

BYG-ERFA erfaringsblade:

(13) 14 12 12 Opfugtet betonplade i terrændæk

(13) 98 12 01 Kapillarbrydende lag i terrændæk

(19) 09 12 30 Risiko ved udeluftventilerede krybekældre

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

www.byg-erfa.dk

Bygningsreglementet

www.bygningsreglementet.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