

Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

GUIDE

Renovering af strøgulve

Udgivet december 2019



Scan koden og
TILMELD dig vores
NYHEDSBREV

INDHOLD

Find den rette gulvrenoveringsløsning	3
Gulve og terrændæk i Danmarks boliger	4
Ordforklaring	5
1. Årsag til renovering	6
1.1 Reparation af gulvbelægning	6
1.2 Fugt- eller vandskader	6
1.3 Komfort- og værdiforøgende renovering	6
2. Særlige forhold	7
2.1 Kortlæg den eksisterende konstruktion	7
2.2 Bygningsreglementets krav	9
2.2.1 Rentabilitetsberegning	10
2.2.2 Energoptimering	11
2.3. Fugt- og radontekniske hensyn ved energirenovering	13
3. Valg af renoveringsløsning	15
3.1 Strøgulvhøjde under 150 mm	16
3.2 Strøgulvhøjde mellem 150-400 mm	17
3.3 Strøgulvhøjder over 400 mm	20
4. Særlige opmærksomhedspunkter	22
4.1 Skadelige stoffer og mikroorganismer	22
4.2 Vandret fugtspærre	23
4.3 Fugtspærre på betondæk	24
4.3.1 Udlægning af fuldhæftende membraner på betondæk	25
4.4 Radonsikring	27
4.4.1 Radontæt betondæk	28
4.5 Fundamenter	29
4.5.1 Understøbning af fundamenter.	29
4.5.2 Syldstensfundamenter - kuldebroen ved soklen	29
4.6 Materialevalg	30
4.7 Hvornår er det relevant at tilkalde en rådgiver?	30
5. Links og kilde	31

FIND DEN RETTE GULVRENOVERINGSLØSNING

Denne guide er til brug ved reovering af gulvkonstruktioner - primært i bygninger fra før ca. 1980 uden kælder og med dårligt eller helt uisolerede gulvkonstruktioner. Formålet er at blive i stand til vælge en passende reovering i den konkrete situation og derved sikre optimal efterisolering uden at gøre skade på bygningen.

Det gælder om at vælge en reoveringsløsning, der både opfylder bygningsejerens forventninger og overholder loven. Guiden viser forskellen mellem de forskellige konstruktioner, forklarer de afgørende mekanismer for en sund konstruktion og beskriver de regler og krav, der skal overholdes ved en reovering.

Derudover er der guidelines til at håndtere særlige opmærksomhedspunkter under udførelsen.

Guiden er udviklet af Videncenter for Energibesparelser i Bygninger.

Der har til udviklingen af guiden været tilknyttet en række personer i en følgegruppe:

Morten Stender, Energistyrelsen
Kennet Nielsen, KN BYG A/S
Niels Freitag, Adamsen A/S



GULVE OG TERRÆNDÆK I DANMARKS BOLIGER

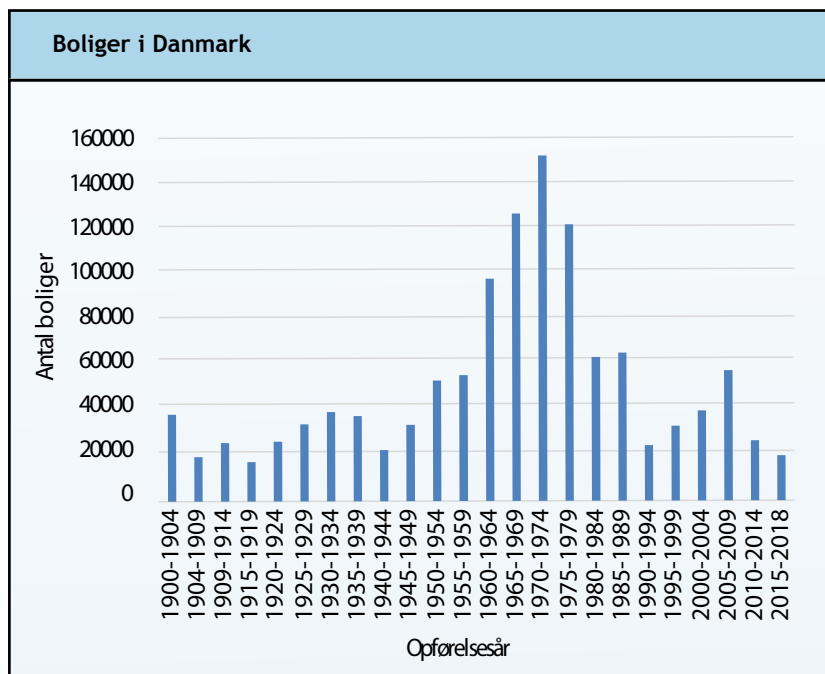
Hovedparten af boligerne i Danmark er bygget i 1960'erne og 1970'erne (se figur 1). Her blev terrændækkene i vid udstrækning udført som meget sparsomt isolerede strøgulvkonstruktioner på klaplæg. I perioden før 1960 blev der også anvendt uisolerede strøgulvkonstruktioner eller - i endnu ældre ejendomme - træbjælkelæg på jord.

Lidt mere sjældne konstruktioner, man kan støde på, er fx klaplæg, hvorpå der er etableret et isoleringslag af cementbundne letklinkernødder, afsluttet med et tyndt afretningslag til underlag for fx parketgulve.

Især for strøgulvkonstruktioner fra 1950'erne til og med midten af 1980'erne er der en fysisk begrænsning på, hvor meget isolering man kan etablere for at sikre en sund og holdbar bygningsdel. Det skyldes, at der i disse gulve under klaplaget typisk ikke er udlagt isolering på et effektivt kapillarbrydende lag.

I nyere byggeri er man begyndt at etablere isolering på den kolde side af terrændækket, dvs. på undersiden af betondækket. Dette muliggør større isoleringstykkelser uden at gå på kompromis med robustheden og holdbarheden af konstruktionerne.

Mange bygningsejere ønsker i dag at renovere de ældre gulvkonstruktioner på grund af bygningernes alder, nedslidte gulvbelægninger eller fordi forventningerne til komfort og isolering er steget. Der er imidlertid mange forhold, der har indflydelse på, hvordan man sikrer en robust og langtidsholdbar renoveringsløsning - især i bygninger fra før 1980. Hvad disse forhold er, kan du læse mere om her i guiden.



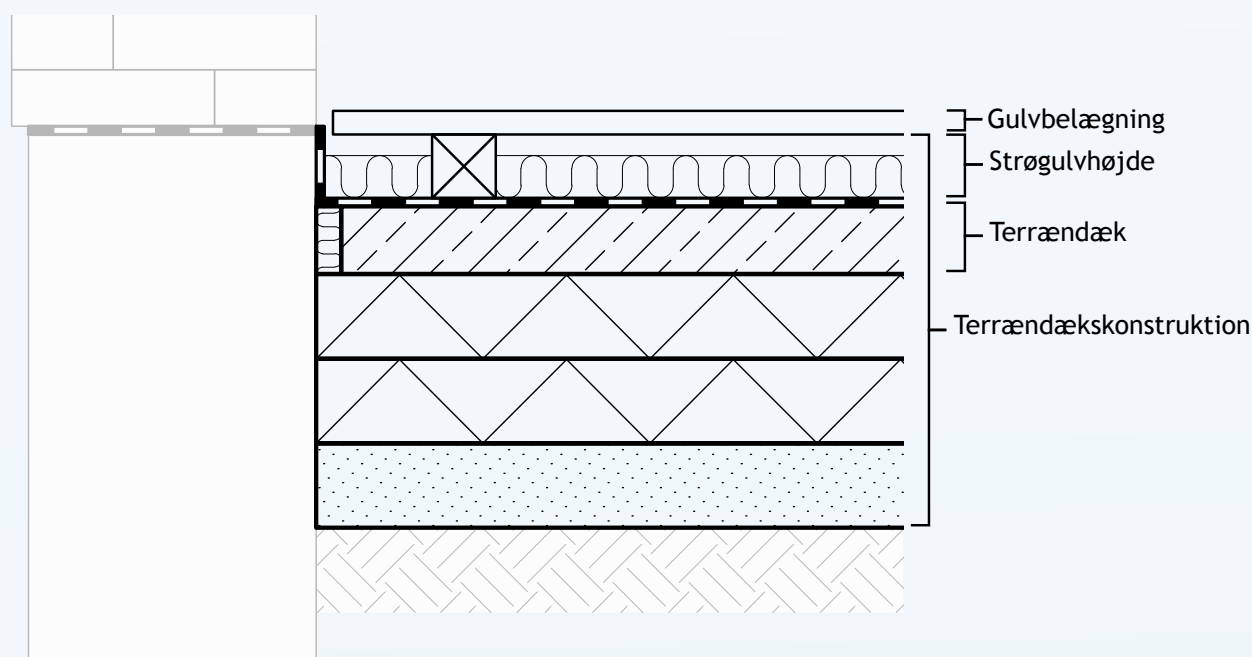
Bygningstype	Periode [år]	Antal boliger [stk.]
Bindingsværkshus	1600-1900	21.000
Landhus	1850-1920	-
Patriciervilla	1860-1930	65.000
Byhus	1880-1930	62.000
Muremestervilla	1900-1940	71.000
Funkisvilla	1925-1940	10.000
Bungalow	1930-1945	9.000
Statsslåns hus	1938-1958	59.000
1950'er villa	1945-1955	39.000
Den modernistiske villa	1950-1980	-
Parcel-/typehus	1960-1976	248.000
Parcel-/typehus	1977-1984	46.000
Parcel-/typehus	1985-1997	57.000
Parcel-/typehus	1998-2006	46.000
Parcel-/typehus	2006-2015	-

Figur 1: Grafen t.v. viser antal boliger opført i den angivne tidsperiode [se kilde 1]. Tabellen t.h. viser antal af opførte enfamiliehuse sorteret efter bygningstype [se kilde 2]

Ordforklaring

Klaplag	Uarmeret betonlag oven på kapillarbrydende lag eller jord
Betondæk	Armeret betonlag, kan være placeret på kapillarbrydende lag, jord eller isolering
Terrændæk	Betondæk eller klaplag under gulvbelægningen (se figur 2)
Terrændækskonstruktion	Fra overkant jord til underkant gulvbelægning (se figur 2)
Strøgulvkonstruktion (gulvkonstruktion)	Gulvbelægning, strøer samt eventuel isolering, dvs. fra overkant terrændæk til overkant gulvbelægning
Strøgulvhøjde	Fra overkant terrændæk til underside af gulvbelægning (se figur 2)
Svømmende gulvkonstruktion	Gulvbelægning direkte på betondæk, inkl. mellemliggende støjdæmpende- og damptætte membraner
Gulvbelægning	Øverste lag i en gulvkonstruktion, fx gulvbrædder, tæppe, linoleumsbelægning, fliser osv.

Nyt terrændæk med strøgulv uden gulvvarme



Figur 2: Eksempelskitse til ordforklaring

1. ÅRSAG TIL RENOVERING

Der kan være forskellige grunde til, at man vælger at renovere gulvbelægningen eller terrændækket:

- Kosmetisk renovering, hvor der udføres en reparation af gulvbelægning på en eksisterende terrændækskonstruktion, grundet overfladeskader på gulvbelægning, herunder slid, vandpåvirkning osv. (se afsnit 1.1).
- Fugtteknisk renovering i forbindelse med problemer med kritisk fugt-/vandpåvirkning af gulv- og terrændækskonstruktionen, herunder opstigende grundfugt, sprunget vandrør, defekt eller manglende dræn, overisolering osv. (se afsnit 1.2).
- Komfortrenovering i form af efterisolering af terrændækskonstruktionen eller etablering af gulvvarme, herunder også værdiforøgende renovering (se afsnit 1.3).

Alt efter hvilken motivation der ligger til grund for en renovering af gulv- eller terrændækskonstruktionen, kan der være særlige, man skal være opmærksom på.

1.1 Reparation af gulvbelægning

Afhængig af arbejdets karakter bliver det kategoriseret forskelligt i forhold til energikravene i Bygningsreglementet.

Man taler om en reparation, hvis mindre dele af gulvbelægningen skal udskiftes. Det kan være tilfælde, når gulvbelægningen lokalt har fået skader, som ikke kan repareres uden udskiftning af enkelte brædder eller enkelte områder af gulvbelægningen. I så fald udløses der ikke krav om at energirenovere konstruktionen.

Krav til energirenovering udløses, hvis man udfører større indgreb som at udskifte større dele af gulvbelægningen, strøgulvkonstruktionen eller terrændækket. Læs mere om begreberne ombygning og udskiftning i afsnit 2.2.

1.2 Fugt- eller vandskader

Er renoveringen af terrændækskonstruktionen motiveret af en fugt- eller vandskade, er det først og fremmest vigtigt, at årsagen bliver kortlagt og udbedret. Overordnet kan disse typer af skader opdeles i fem kategorier:

1. Opstigende og indtrængende grundfugt, hvor vand/fugt fra omkringliggende terræn opfugter terrændækskonstruktionen til et niveau, der giver betingelser for skimmelsvampevækst.
2. Lokal opfugtning af terræn på grund af utætheder i afløbssystemet eller andre installationer under eller omkring huset.
3. Vandskade i form af sprungne vandrør eller utætte installationer over terrændækket, men under gulvbelægningen.
4. Byggefugt i form af restfugt i fx betondæk, der ikke var udtørret tilstrækkeligt, før gulvkonstruktionen blev lagt.
5. Fugtskader opstået som følge af fejlkonstruktion af terrændækskonstruktionen, fx i form af overisolering af gulvkonstruktionen, med risiko for høje fugtniveauer eller endda kondensdannelse i konstruktionen.

Alt efter hvilken af disse situationer, der er tale om, og hvordan den eksisterende konstruktion er opbygget, er der forskellige forhold, som man skal være særlig opmærksom på. Læs mere i afsnit 2.1 og 2.3.

1.3 Komfort- og værdiforøgende renovering

I forhold til merisolering af terrændækskonstruktionen, som både giver øget komfort og en værdiforøgelse af bygningen, er det grundlæggende højden på strøgulvkonstruktionen, som afgør, om der findes økonomisk rentable og fugtteknisk forsvarlige løsninger - og i givet fald hvilke. Læs mere i afsnit 3.

Der er ofte et ønske om gulvvarme i disse renoveringer. Her skal man være opmærksom på, at merisoleringen af terrændækskonstruktionen i sig selv giver øget komfort, fordi der bliver langt mindre fodkoldt. Efterisolering reducerer dermed behovet for gulvvarme mod fodkulde.

Vælger man gulvvarme som opvarmingskilde, kan det blive vanskeligere at regulere varmen i forhold til behovet, fordi gulvvarme reagerer langsomt - og dermed kun tilpasser sig ændringer i indetemperaturen relativt langsomt. Derudover kan vedligeholdelse af et gulvvarmesystem være en bekostelig affære, fx hvis utætheder på gulvvarmeslager i terrændækskonstruktionen skal udbedres. Læs mere om energiforholdene ved gulvvarme i afsnit 2.2.2.1.

2. SÆRLIGE FORHOLD

I situationer, hvor fx strøgulvskonstruktionen skal ombygges, eller hele terrændækskonstruktionen skal udskiftes, er det vigtigt både at overholde gældende regler, afhjælpe eksisterende problemer og undgå at skabe nye problemer. Læs mere i afsnit 4 om særlige forhold, man skal tage højde forud for valg af en renoveringsløsning.

2.1 Kortlæg den eksisterende konstruktion

Forud for renovering af en terrændækskonstruktion er det uhyre vigtigt at kortlægge opbygningen af den eksisterende konstruktion detaljeret - helt fra overkanten af gulvbelægningen til jordniveau. Herved får man et detaljeret kendskab til de muligheder, den eksisterende konstruktion giver, og gør det muligt, at renoveringen miljømæssigt kan håndteres korrekt (se afsnit 4.1).

Indledningsvist kan man danne sig et billede af opbygningen ud fra typisk byggeskik i den periode, hvor bygningen er opført, og ved at skaffe relevant tegningsmateriale af konstruktionen. Man skal dog være opmærksom på, at de faktiske forhold erfaringsmæssigt, ikke altid stemmer overens med tegningsmaterialet; måske er der igennem tiden udført renoveringer, der ikke er registeret, eller konstruktionen er ikke opført som projekteret.

Man kan få kendskab til konstruktionsopbygningen ved at lave destruktive undersøgelser, dvs. stikprøvevist at åbne terrændækskonstruktionen ned til jordniveau.

De nødvendige registreringer forud for valg af renoveringsløsning er:

Hvor meget isolering ligger der i den eksisterende konstruktion?

Ligger der isolering UNDER terrændækket, og hvor meget isolering ligger der OVER terrændækket? Dette undersøges ved at lave åbninger i terrændækket (se billede 1). Åbningerne kan med fordel laves større end vist på billedet, så type og tykkelse af det kapillarbrydende lag også kan bestemmes. Informationerne fra denne undersøgelse er afgørende for dels den energibesparelse, der kan opnås, og dels mulighederne for at efterisolere gulvkonstruktionen på en fugtteknisk forsvarlig måde. Læs mere i afsnit 3.

Er der letklinkernødder i terrændækskonstruktionen? Er de løse - eller nemme at løsne?

Afhængigt af hvordan et lag af letklinkernødder konkret er udformet, kan de være mere eller mindre besværlige at fjerne. Fx kan løse letklinkernødder i nogle tilfælde fjernes mere effektivt med en slamsuger. Hvis de er svøbt i cement, kan de i nogle tilfælde nemt løsnes med en borehammer.

Hvilken type af beton er der benyttet til terrændækket?

Der kan være væsentlige forskelle i omkostningerne til at fjerne klaplaget/betondækket alt efter betonens kvalitet. Dermed varierer rentabiliteten af den valgte løsning. Man kan hugge i terrændækket for at bedømme kvaliteten og kombinere med søgeåbninger til at undersøge konstruktionens opbygning (se billede 1 t.h.).

Er der et kapillarbrydende lag under terrændækket? Hvilken type materiale og hvor tykt er det?

For at vurdere den fugttekniske tilstand af konstruktionen og de radontekniske muligheder er det vigtigt at vide, om der ligger et kapillarbrydende lag under terrændækket, og hvilket materiale det består af, samt hvor tykt det er. Dette kan undersøges ved at udføre søgeåbninger i terrændækket (se billede 1, t.h.). Hvis der er mistanke om fugt i terrændækket på grund af manglende kapillarbrydende lag - på grund af et meget fugtigt kapillarbrydende lag, eller at der ligger slagger under terrændækket - anbefales det at kontakte en fugtsagkyndig (se afsnit 4.7).

Er der skadelige stoffer eller mikroorganismer i konstruktionen?

Under nedrivning og for at sikre at den renoverede konstruktion ikke påvirker indeklimaet negativt, skal der tages højde for eventuelle skadelige stoffer eller mikroorganismer i forbindelse med renoveringsarbejdet. Læs nærmere i afsnit 4.1.



Billede 1. T.v.: Måling af isoleringstykkelsen i strøgulvkonstruktionen over terrændækket. T.h.: Søgeåbning til at undersøge opbygningen af terrændækket. Ved at øge åbningen vil det også være muligt at bestemme tykkelsen af det kapillarbrydende lag.



Billede 2. T.v.: Ingen isolering under terrændækket, som er ca. 10-12 cm tykt, armeret og af en ret høj styrke. Det kapillarbrydende lag er singles. T.h.: Tilkald en fugtkyndig person, hvis der er tegn på fugt i det eksisterende betondæk.

Er der udlagt vandret fugtspærre i væggene?

I forbindelse med valg af renoveringsløsning er det af stor betydning, om der er indlagt vandrette fugtspærre i bagmure og skillevægge. Det er vigtigt, om de er funktionsduelige, og hvor i konstruktionen de ligger. Dels fordi der, nu hvor man renoverer, kan være mulighed for at etablere en eventuelt manglende vandret fugtspærre, og dels fordi der i nogle tilfælde er behov for at påføre klaplageret/betondækket en membran. Dette vil gøre konstruktionen fugtteknisk robust og forebygge fugtproblemer i væggene (se afsnit 4.2).

Hvor dybt er yder- og skillevægge funderet?

Hvis man vil ophugge klaplageret/betondækket for at ombygge terrændækskonstruktionen, er det vigtigt at kende til funderingen af væggene. Hvis ikke funderingen er dyb nok, skal der understøbes, hvilket er meget dyrt og dermed har stor indflydelse på rentabiliteten af løsningen. Det er især relevant for skillevægge, da ydervæggen som regel er funderet til frostfri dybde, som er ca. 90 cm. Se afsnit 4.5.1. Dog kan funderingsdybden af ydervægge være for lav, når der er tale om syldstensfundamenter.

Er fundamenterne af syldsten?

Den indvendige side af syldstensfundamenter kan være meget ujævn, da syldstenen i varierende grad krager ind under bygningen. Dette kan i sig selv give kuldebroer. Derudover kan det være svært at etablere en god kuldebrosafbrydelse mellem sokkel og det nye terrændæk, når overfladen ikke er så jævn som ved fx murstens- eller betonfundamenter. I afsnit 4.5.2 kan du læse mere om, hvordan kuldebroen ved syldstensfundamenter kan håndteres. Når fundamenterne er af syldsten, er de ikke nødvendigvis funderet ned til frostfri dybde. Læs også punktet "Hvor dybt er yder- og skillevægge funderet?" ovenfor.

Hvor højt er radonniveauet i indeklimaet?

Radon er i undergrunden overalt i Danmark og kan variere meget fra matrikel til matrikel. I forbindelse med renovering af en terrændækskonstruktion anbefales at tage højde for radon, uanset om radonniveauet i bygningen er kendt eller ukendt. I afsnit 4.4 er der beskrevet en række særlige opmærksomhedspunkter om radon i indeklimaet.

2.2 Bygningsreglementets krav

I Bygningsreglementet er det defineret hvornår der er tale om en renovering af en konstruktion (bygningsdel), som udløser krav om efterisolering.

I afsnit 2.2.2 kan man læse mere om de konkrete krav til U-værdier og tilsvarende isoleringskrav i forbindelse med en renovering.

Det er altid en forudsætning, at den valgte løsning er fugtteknisk forsvarligt og byggeteknisk mulig.

Reparation	Ombygning af bygningsdele	Udskiftning af bygningsdele og installationer
Kan fx dreje sig om reparation, fx enkelte gulvbrædder	Udskiftning af gulvbelægning eller af gulvkonstruktionen (gulvbelægning og strøer)	Etablering af nyt terrændæk ved opbrydning af eksisterende betondæk. Fx i forbindelse med etablering af gulvvarme eller på grund af en fugtskade
Udløser ikke krav om gennemførelse af rentable energibesparelser	Udløser krav om energioptimering af konstruktionen i form af efterisolering, så længe det er fugtteknisk forsvarligt og rentabelt	Udløser krav om energioptimering af konstruktionen, uanset rentabiliteten. Dog er det fortsat et krav, at løsningen skal være fugtteknisk forsvarlig og byggeteknisk mulig. Forhold, der medfører uforholdsmæssige meromkostninger, som fx understøbning af fundamenter udløser ikke krav om fuld isolering, men blot at man efterisolere i det omfang det er muligt, (jf. energiløsninger på www.ByggeriOgEnergi.dk).

Tabel 1. Oversigt over, hvornår der ifølge BR18 udløses krav til energioptimering af bygningsdele.

2.2.1 Rentabilitetsberegning

En rentabilitetsberegning bruges til at vurdere, om fuld efterisolering til BR18s krav er økonomisk rentabel, når en bygningsdel ombygges (se tabel 1).

Rentabiliteten er et udtryk for, hvor lønsomt et energibesparende tiltag er. Eller med andre ord: Sparer bygningssejeren på lang sigt flere penge på energiregningen, end det koster at investere i tiltaget?

Rentabilitet beregnes således:

$$\frac{\text{Levetid i år} \times \text{årlig besparelse i kr.}}{\text{Ekstra investering i kr.}} \geq 1,33$$

Levetiden for isoleringsarbejder sættes i Bygningsreglementet til 40 år. Der skal benyttes den aktuelle energipris. Bemærk, at investeringen kun skal omfatte materialer og arbejds løn ved det energibesparende arbejde og følgearbejde af det energibesparende arbejde.

Hvis rentabiliteten er større eller lig med 1,33, anses investeringen for at være rentabel for bygningssejeren. Det svarer til, at foranstaltningen er tilbagebetalt inden for 3/4 af den forventede levetid.

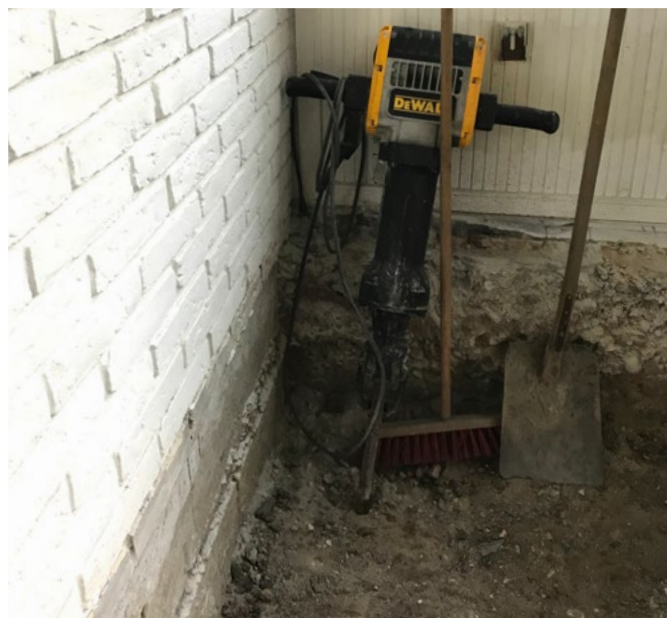
I praksis er det i øvrigt som regel andre forhold, der udløser en renovering af et terrændæk, fx ønsket om mere komfort eller en fugttechnisk robust og langtidsholdbar terrændæksopbygning.

Eksempel på rentabilitetsberegning

Et gulv på 100 m² skal have udskiftet gulvbrædderne. Det efterisoleres med 50 mm mellem strøerne oven på betonlaget. Det skønnes, at det giver en energibesparelse på 9 kWh pr. m² pr. år. For at afgøre om det er rentabelt, skal der laves en beregning.

$$\frac{\text{Levetid} \quad \text{Besparelse}}{40 \text{ år} \times 9 \text{ kWh/ m}^2 \text{ pr. år} \times 100 \text{ m}^2 \times 0,55 \text{ kr. pr. kWh}} = 1,98$$
$$\frac{\text{Investering}}{10.000 \text{ kr.}}$$

Det vil sige, at rentabiliteten 1,98 og er altså større end 1,33. Tiltaget er dermed rentabelt.



Værktøjer	Hjemmeside
Besparelsesberegneren er et værktøj fra Videncentret til at beregne den energimæssige besparelse ved en lang række energirenoveringstiltag	www.besparelsesberegner.sbi.dk/
Energiløsningerne indeholder også energimæssige besparelser	www.ByggeriOgEnergi.dk/energiloesninger/
BR18-værktøjet kan være behjælpeligt med at finde ud af kravene i BR18 og med at udføre rentabilitetsberegning	www.krav.ByggeriOgEnergi.dk/ www.krav.ByggeriOgEnergi.dk/rentabilitetsberegner
Online prisdatabase kan være behjælpelig med at beregne udgifter til renoveringen	Fx V&S prisbøger på www.molio.dk

Tabel 2. Eksempler på værktøjer til beregning af rentabilitet.

2.2.2 Energoptimering

I tabel 3 ses den omtrentlige energibesparelse i kWh pr. m² ved efterisolering af terrændæk, afhængigt af isoleringstykkelsen i den eksisterende konstruktion. Her er regnet med isolering med lambda 37-38 mW/mK (bruges anden isolering, ændres isoleringstykkelserne forholdsmæssigt).

Jo mere terrændækket kan efterisoleres, jo større vil selve energibesparelsen være - og dermed også den økonomiske besparelse og CO₂-reduktion. Korrekt udført efterisolering vil desuden øge komforten. Hvor og hvordan i konstruktionen isoleringen kan anbringes, behandles i afsnit 2.3 og afsnit 3.

Eksisterende terrændæk	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			
Trægulv på strøer, isolering over eller under beton. Drænlag af grus eller sten.				
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				
150 mm letklinker	12	4	17	9
200 mm letklinker	9	2	13	7
250 mm letklinker	6	0	11	5

Tabel 3. Omtrentlige energibesparelser ved etablering af nyt terrændæk afhængig af isoleringstykkelsen i den eksisterende konstruktion.

2.2.2.1 Gulvvarme kontra radiatorvarme

Bruger gulvvarme eller radiatorvarme mest energi? Det kommer an på bygningens klimaskærm. Dvs. terrændækket ved gulvvarme og ydermuren ved radiatorvarme. Jo bedre ydermuren er isoleret, og jo ringere isolering af terrændæk, des bedre en løsning er radiatorvarme i forhold til gulvvarme. Omvendt jo bedre isoleret terrændæk, og jo dårligere isoleret ydervæg, des bedre bliver energieffektiviteten ved gulvvarme.

Gulvvarme vil dog næsten altid medføre et højere varmeforbrug sammenlignet med radiatoropvarmning, uanset hvor godt terrændækket isoleres. Typisk vil radiatoropvarmning kun have et højere varmeforbrug end gulvvarme, hvis ydermuren er uisolert.

Opvarmning med et gulvvarmesystem anvender dog en lavere fremløbstemperatur, hvilket kan forbedre energiforsyningens virkningsgrad.

Varmetabet gennem terrændækket minimeres naturligvis ved at isolere terrændækket, men man skal være opmærksom på de fugttechniske forhold og sikre sig, at placering af isoleringen ikke medfører fugtskader, se afsnit 2.3.

På figur 3 på næste side ses differencen i varmebehov ved gulvvarme i forhold til radiatorvarme.

Radiatorvarme er i de fleste situationer mere energibesparende i forhold til gulvvarme. Det gælder her:

- I huse, hvor ydervæggene er bare lidt isolerede, selv hvis terrændækket er isoleret helt op til 300-400 mm (se de grønne cirkler på figur 3)
- I huse, der har hulmursisolering eller på anden vis isolerede ydervægge

Gulvvarme er mere energibesparende i forhold til radiatorvarme i særlige tilfælde:

- I huse med meget ringe isolerede ydervægge, dvs. ½-1-stens murstensvægge, uisolerede hulmure eller ydervægge med tilsvarende eller ringere isolering, i kombination med et terrændæk isoleret med 50 mm og mere
- I huse, hvor radiatorerne er placeret ved ½-stens, 1-stens-mur eller ud for termovinduer, og der er tale om gulvvarme etableret i en let konstruktion

samt minimum 20 mm isolering i terrændækskonstruktionen (se den pink cirkel på figur 3)

- I huse med en tom hulmur, gulvvarme i en let konstruktion og minimum 50 mm isolering i gulvet. Men hér vil det give store energibesparelser at hulmursisolere, og i en hulmursisoleret konstruktion skal der 250 mm isolering i terrændækket, før det energimæssigt kan betale sig med gulvvarme i en let konstruktion (se den blå cirkel på figur 3)
- I de tre situationer nævnt ovenfor betyder varmetabet gennem de dårligt isolerede ydervægge, at det kræver min. 75 mm isolering i terrændæk for at gulvvarme, lagt i et betondæk (se den gule cirkel på figur 3), sparer energi.

Forøgelse +/- ved gulvvarme i forhold til radiatorer - kWh/m ² år. Ved forskellige typer af ydervægge og terrændæk							
Det grønne område viser, hvor der er et merforbrug ved gulvvarme. Det lyseblå område, hvor radiatorvarmen er mest energiforbrugende.							
Ydervægstyper bag radiator	½-sten	Vindue med termorude	1-sten ½-sten med masonite"	Tom hulmur Vindue med energirude	Isoleret hulmur med udmuringer	Isoleret hulmur uden udmuringer	Radiator ved skillevæg
U-værdi (W/m ² K)	3,20	2,70	2,20	1,60	0,65	0,45	0
Tung gulvvarme							
Uisoleret	7,0	9,6	12,1	15,1	19,9	21,0	23,2
20 mm isolering	2,6	5,2	7,7	10,7	15,5	16,6	18,8
50 mm isolering	-2,0	0,5	3,0	6,1	10,9	11,9	14,2
75 mm isolering	-5,4	-2,9	-0,4	2,7	7,5	8,5	10,7
100 mm isolering	-6,3	-3,8	-1,3	1,8	6,6	7,6	9,9
125 mm isolering	-7,0	-4,5	-2,0	1,1	5,9	6,9	9,2
150 mm isolering	-7,7	-5,2	-2,6	0,4	5,2	6,2	8,5
200 mm isolering	-8,4	-5,8	-3,3	-0,3	4,5	5,6	7,8
250 mm isolering	-9,0	-6,4	-3,9	-0,9	3,9	5,0	7,2
300 mm isolering	-9,3	-6,8	-4,3	-1,2	3,6	4,6	6,9
400 mm isolering	-9,9	-7,3	-4,8	-1,8	3,0	4,1	6,3
Let gulvvarme							
20 mm isolering	-5,4	-2,9	-0,4	2,7	7,5	8,5	10,7
50 mm isolering	-8,4	-5,8	-3,3	-0,3	4,5	5,6	7,8
75 mm isolering	-9,9	-7,4	-4,9	-1,8	3,0	4,0	6,3
100 mm isolering	-10,8	-8,3	-5,8	-2,7	2,1	3,1	5,4
125 mm isolering	-11,5	-9,0	-6,4	-3,4	1,4	2,4	4,7
150 mm isolering	-12,2	-9,6	-7,1	-4,1	0,7	1,8	4,0
200 mm isolering	-12,8	-10,3	-7,8	-4,7	0,1	1,1	3,4
250 mm isolering	-13,4	-10,9	-8,4	-5,3	-0,5	0,5	2,8
300 mm isolering	-13,8	-11,3	-8,8	-5,7	-0,9	0,1	2,4
400 mm isolering	-14,3	-11,8	-9,3	-6,2	-1,4	-0,4	1,9

Figur 3. Skemaet viser, hvornår det er mest energimæssigt besparende at anvende henholdsvis radiatorvarme og gulvvarme. Radiatorvarme vinder i de fleste tilfælde, undtagen ved meget dårligt isolerede ydervægge kombineret med et terrændæk isoleret med mindst 75 mm.

2.3 Fugt- og radontekniske hensyn ved energireovering

De bygningsfysiske forhold er uhyre vigtige, når man planlægger en reovering af en terrændækskonstruktion. I BR18 er det en generel forudsætning for ethvert reoveringstiltag, at det er fugtteknisk forsvarligt for at undgå fremtidige problemer med opfugtning af konstruktionen og risiko for skimmelsvampevækst eller nedbrydning af træværk til følge.

Derudover kræves det i BR18, at man bygger lufttæt mod jord for at begrænse indtrængning af radon i indeklimaet. I mange tilfælde kan fugtmembranen samtidig udgøre radonmembranen. Udfordringen er ikke kun at skabe et lufttæt terrændæk, men at lave lufttætte samlinger mellem terrændækket og de tilstødende bygningsdele samt lufttætte gennemføringer gennem terrændækket. Dette kræver, at man forud for udførelsen lægger en plan for at udforme den vandrette membran i terrændækket og sammenføje denne med den vandrette fugtspærre i væggene.

Som beskrevet i afsnit 1.2 kan der være flere fugttekniske problemstillinger, når man reoverer et terrændæk:

1. Opstigende grundfugt

Ved problemer med opstigende eller indtrængende grundfugt skal man være opmærksom på, at der formentlig vil være et vedvarende problem med opfugtning af konstruktionen. I sådanne tilfælde er det vigtigt - hvis terrændækskonstruktionen ikke skal udskiftes helt - at vælge en løsning med et vedvarende og egnet fugtstandsende lag ved reetableringen af gulvkonstruktionen (se afsnit 4.3).

2. Utætheder og store vandskader

Ved lokal opfugtning af terræn på grund af utætheder i afløbssystemet under eller omkring huset og ved store vandskader oppefra over terrændækket er det overordnet set de samme forhold, der gør sig gældende som ved opstigende grundfugt. Oftest kan man i sådanne situationer ikke blot vente på, at fugten i terrænet og terrændækket falder til normalt acceptable niveauer igen, da det tager for lang tid.

3. Mindre vandskader eller restfugt fra byggeprocessen

Ved problemer med mindre, lokale vandskader oppefra eller restfugt fra byggeprocessen vil opfugtningen af terrændækket som regel kunne nedbringes vedvarende til et normalt og acceptabelt niveau, så skimmelsvampevækst kan undgås. Det er dog vigtigt, at der udføres grundig udtørningskontrol af terrændækket forud for reetablering af gulvbelægningen. En grundig udtørningskontrol er ligeledes vigtigt ved udstøbning af nyt terrændæk, se afsnit 4.3.1. Udtørningskontroller kan udføres af en fugtsagkyndig (se afsnit 4.7).

4. Fugttekniske fejlkonstruktioner

Man skal være opmærksom på ikke at overisolere terrændækket på oversiden. Overisolering oppefra betyder groft sagt, at der ligger for meget isolering over terrændækket, hvilket kan give fugtproblemer. Det anbefales for terrændæk, der ikke er isoleret nedefra, at der maksimalt udlægges 75 mm isolering ovenpå terrændækket. Hvis soklen er uisolert, skal isolerings-tykkelsen reduceres til 50 mm i en afstand på 1 m fra fundamenterne - uafhængigt af, om der er udlagt en fugtspærre på terrændækket eller ej. Se boksen på næste side om overisolering.

En indvendig efterisolering af terrændækket, hvor strøgulvskonstruktionen udskiftes med en svømmende gulvbelægning, typisk træbaserede plader på trykfast isolering med mellemliggende dampspærre, kan af fugttekniske hensyn heller ikke anbefales. Der er både stor risiko for skimmelsvampevækst under den trykfaste isolering og risiko for, at luft i gulvkonstruktionen kan trænge op i indeklimaet.

Årsagen er for det første, at det er nærmest umuligt at udføre en 100 % tæt dampspærre - som ved traditionel indvendig efterisolering. For det andet er der tale om en let konstruktion med markante mekaniske påvirkninger oppefra (personophold og -færdsel, tunge møbler, osv.), som trækker i dampspærrens samlinger. Når dampspærren ikke er 100 % tæt, og gulvet gynger under varierende belastning, opstår der en pumpevirkning, der forårsager et luftskifte mellem luft under gulvet og rumluft. Dermed kan forholdene under gulvkonstruktionen erfaringsmæssigt komme til at påvirke indeklimaet.

Hvorfor er overisolering et problem?

Overisolering giver forhøjede fugtniveauer på oversiden af betondækket. Dette skyldes, at varmen fra det overliggende rum ikke i tilstrækkelig grad har mulighed for at trænge igennem isoleringen og opvarme terrændækket.

Samtidig vil den varme fugtige indeluft finde vej ned til terrændækkets overflade og blive kølet ned. Denne nedkøling af luften resulterer i en stigning af den relative luftfugtighed eller endda kondens. Derudover vil der være et vist fugttilskud fra terræn i form af opstigende grundfugt - i et kapillarbrydende lag er der en relativ luftfugtighed på 98 % og derover. Dermed vil der periodisk - og især i opvarmningssæsonen - opstå så høje fugtniveauer på oversiden af terrændækket, at der opstår betingelser for vækst af skimmelsvampe.

6. Radontætning

I forbindelse med de forskellige typer terrændæksrenoveringer, som bliver omtalt i denne guide, er der mulighed for at etablere radonsikring med forholdsvis lave meromkostninger. Derfor anbefales det at inddrage radontekniske forhold i overvejelserne. Der er grundlæggende to muligheder for radonreducerende tiltag. For det første er der mulighed for at udføre tiltag til tætning af konstruktioner mod jord, så indtrængning af radon i indeklimaet reduceres. For det andet er der mulighed for at etablere radonsug i terrændækskonstruktionen, når enten terrændækket brydes op, eller når der kan etableres radonbrønd ved enkle borer igennem terrændækket. Læs afsnit 4.4.

5. Manglende vandret fugtspærre

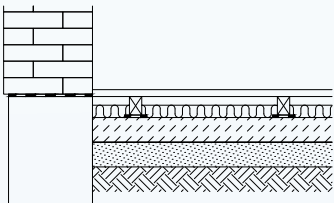
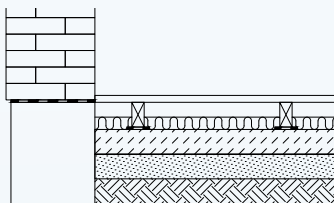
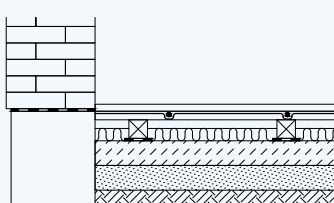
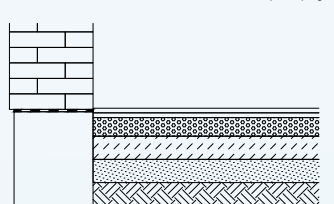
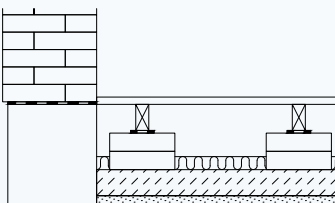
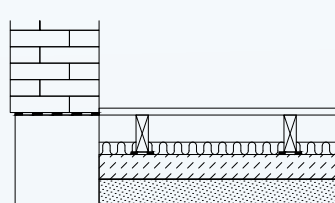
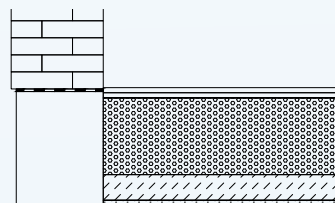
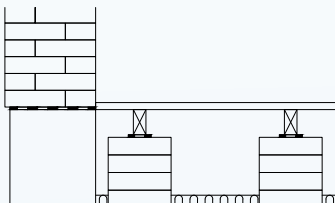
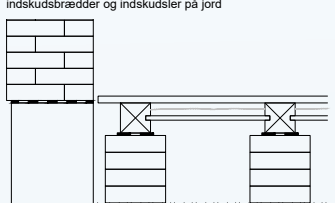
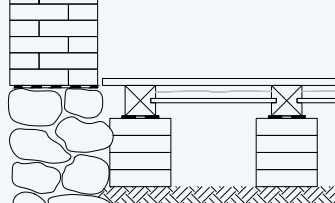
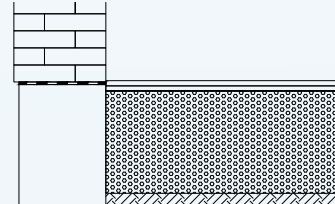
Når man energirenoverer terrændækket, ændrer man de fugttekniske forhold ved fundamentene. Etablerer man fx en fugtstandsende membran på terrændækket eller et trykfast isoleringslag foran fundamentet, der førhen ikke var tildækkede, øges fugtbelastningen på yder- og skillevægge. Det skyldes, at man standser den fugtafgivelse fra bygningsdelene i terræn, som tidligere skete via oversiden af terrændækket eller via indersiden af fundamentene. Derfor er det vigtigt at sikre sig, at der ligger en funktionsduelig vandret fugtspærre i bagmure og skillevægge. Dens placering skal være hensigtsmæssig i forhold til den fremtidige fugtmembran i terrændækskonstruktionen og i forhold til overkanten af det udvendige terræn, se afsnit 4.2, afsnit 4.3 og eventuelt afsnit 4.4.

Endeligt er der under renovering af en terrændækskonstruktion adgang til væggene i det niveau, hvor den vandrette fugtmembran er eller burde være placeret. Det giver gunstige forhold til at etablere en eventuelt manglende vandret fugtspærre.

3. VALG AF RENOVERINGSLØSNING

Når man har kortlagt sin konstruktionsopbygning, har man mulighed for - alt efter årsagen til renoveringen - at vælge den mest optimale løsning for den fremtidige konstruktionsopbygning.

Overordnet set kan de eksisterende terrændækskonstruktioner inddeles i 3 kategorier, afhængigt af strøgulvenes konstruktionshøjde eller højden af laget af letklinkernødder (se tabel 4).

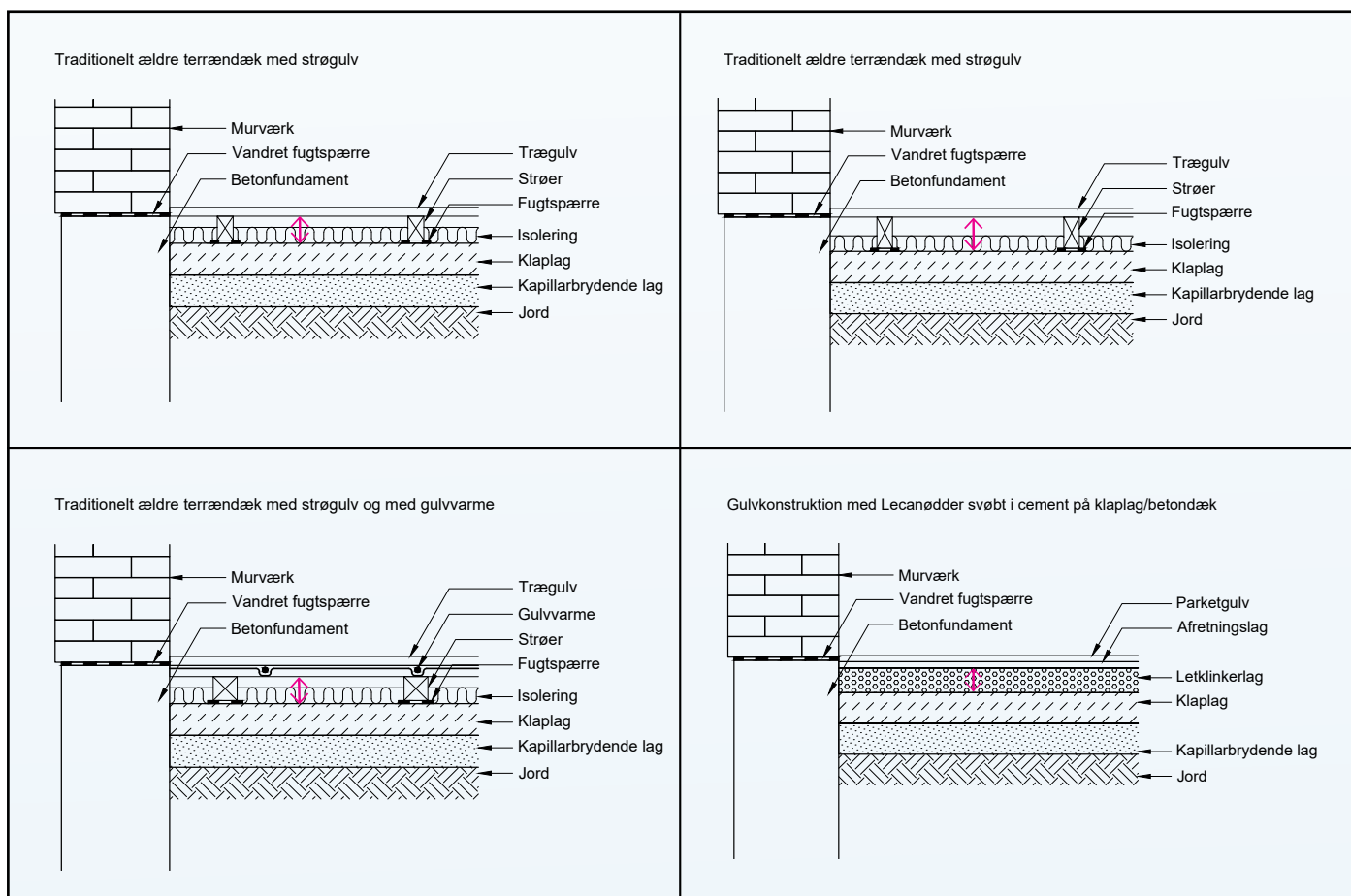
Eksisterende terrændæksopbygninger		
1: Højde af gulvkonstruktion under 150 mm	2: Højde af gulvkonstruktion mellem 150 mm og 400 mm	3: Højde af gulvkonstruktion over 400 mm
<p>Traditionelt ældre terrændæk med strøgulv</p>  <p>Traditionelt ældre terrændæk med strøgulv</p>  <p>Traditionelt ældre terrændæk med strøgulv og med gulvvarme</p>  <p>Gulvkonstruktion med Lecanødder svøbt i cement på klaplag/betondæk</p> 	<p>Traditionelt terrændæk med strøgulv på opklodsninger</p>  <p>Traditionelt ældre terrændæk med strøgulv</p>  <p>Gulvkonstruktion med Lecanødder svøbt i cement</p> 	<p>Traditionelt terrændæk med strøgulv på opklodsninger med høj gulvhøjde</p>  <p>Traditionelt terrændæk med terrændæk som bjælkelag med indskudsbrædder og indskudsler på jord</p>  <p>Traditionelt terrændæk med strøgulv på jord og fundamenter af sydsten</p>  <p>Gulvkonstruktion med Lecanødder svøbt i cement</p> 
Læs videre i afsnit 3.1	Læs videre i afsnit 3.2	Læs videre i afsnit 3.3

Tabel 4. Oversigt over eksisterende terrændæksopbygninger

3.1 Strøgulvhøjde under 150 mm

Hvis den eksisterende strøgulvhøjde eller gulvhøjde er under 150 mm, og der under det eksisterende terrændæk ikke ligger et nævneværdigt lag af isolering, findes der ikke mange fugtteknisk forsvarlige energireoveringstiltag.

De nævnte tykkelser gælder for almindelig mineraluld med en lambdaværdi på minimalt 0,036 W/(mK). Anvendes isolering med bedre lambdaværdi, skal tykkelsen reduceres tilsvarende. Anvendes større isoleringstykkelser end de ovenover angivne, vil der opstå fugtproblemer på grund af overisolering.



Figur 4. FØR situation - Principskitser af typiske opbygninger af eksisterende terrændæk, hvor strøgulvhøjden er under 150 mm. Den pink pil markerer strøgulvhøjden.

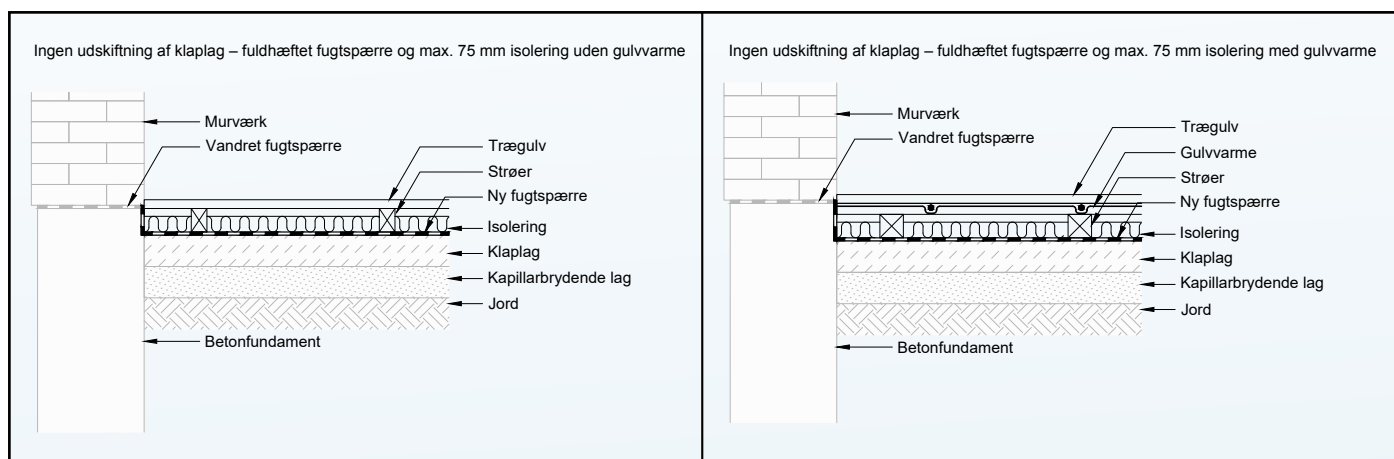
Hvis der ligger isolering under det eksisterende terrændæk, anbefales det at få udført en fugtteknisk (hygrotermisk) beregning af konstruktionen for at vurdere, hvor meget mere isolering det fugtteknisk er forsvarligt at anbringe over terrændækket. Det anbefales at søge rådgiverassistance til sådanne beregninger.

Ønskes en bedre isoleringsevne, fordi terrændækket skal renoveres energi- eller komfortmæssigt, vil det være nødvendigt at ophugge terrændækket og udskifte hele terrændækskonstruktionen. I den forbindelse henvises til [Videncentrets Energiløsning om etablering af nyt terrændæk](#).

Hvis renovering af strøgulvkonstruktionen er motiveret af forhøjede fugtniveauer på terrændækkets overside, skal renoveringen løse denne problematik. Fugtkilden skal identificeres og stoppes. Derefter skal det vurderes, om den eksisterende konstruktion kan affugtes til et acceptabelt niveau, før strøgulvet reetableres.

Er terrændækkets fugtniveau så omfattende, at affugtningen kræver alt for lang tid, eller slet ikke er mulig, er det relevant at udlægge en fugtmembran på oversiden af terrændækket (se figur 5). Det er vigtigt, at fugtmembranen udlægges med fuld vedhæftning for at beskytte den overliggende konstruktion. Der må ikke opstå luft i mellemlaget mellem membranen og betonoverfladen. Det kan være nødvendigt at rense terrændækkets overflade og etablere et afretningslag, inden membranen kan påføres.

Vær opmærksom på, at der ved fugtskadede terrændæk kan være skimmelsvampe på terrændækkets overflade, der skal afrensnes, inden det næste lag etableres. Der findes både egnede bitumenmembraner eller epoxy-membraner, se afsnit 4.3. Det er af fugt- og radontekniske årsager afgørende, at der i væggene findes en funktionsduelig vandret fugtspærre, hvortil membranen tilsluttes lufttæt, se afsnit 4.2.

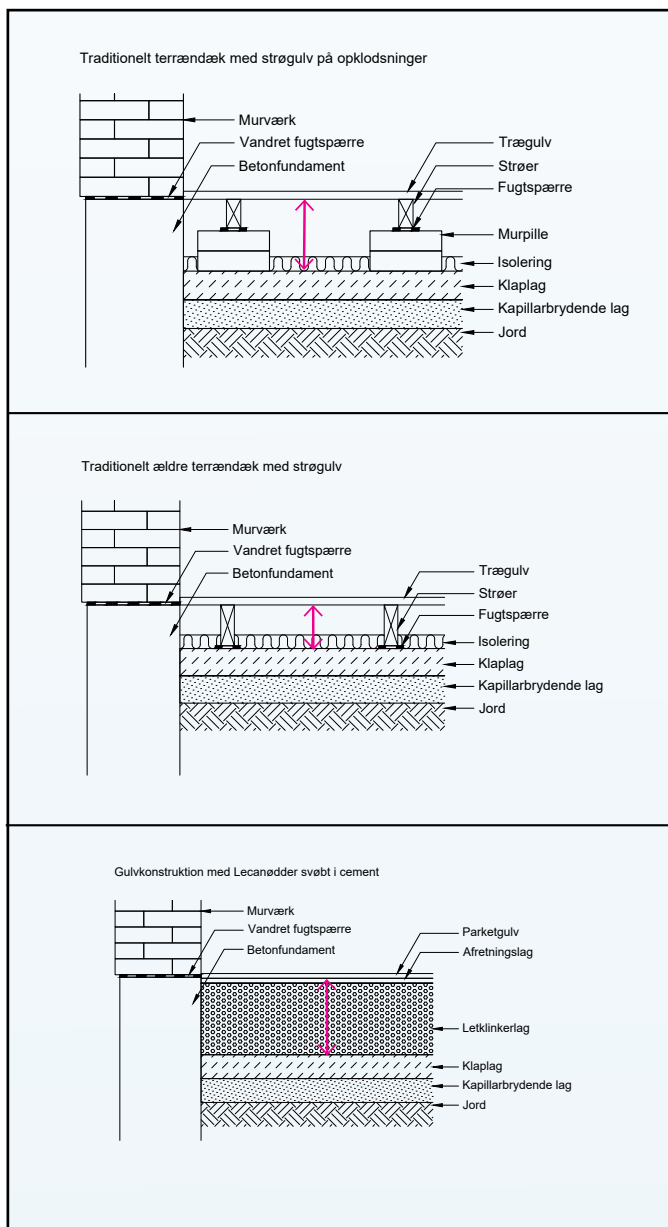


Figur 5. EFTER situation - Vandret fugtspærre udlagt på eksisterende terrændæk. Det er vigtigt, at fugtspærren har fuld vedhæftning til det eksisterende terrændæk, og at der er tilsluttet en vandret fugtspærre i tilstødende vægge. I sådanne strøgulvkonstruktioner kan isoleringstykkelsen mellem strøerne øges til maksimalt 75 mm i midten af bygningen og 50 mm langs uisolerede sokler (se afsnit 2.3). Det lyse er den eksisterende konstruktion.

3.2 Strøgulvhøjde mellem 150-400 mm

Hvis strøgulvkonstruktionen er over 150 mm høj, giver det flere muligheder for energirenovering, da der kan være plads til at etablere et nyt betondæk ovenpå et lag trykfast isolering, der bliver udlagt på det oprindelige terrændæk. Herved kan der ofte udlægges mere isolering end før uden at gå på kompromis med fugtproblematikken. Dvs., der kan både efterisoleres og opnås øget komfort uden at opbryde terrændækket - og samtidig overholde BR18.

Hvis det alene er strøgulvkonstruktionen der udskiftes, er der i forhold til BR18 tale om en ombygning af en konstruktionsdel. Dermed udløses der kun krav om at overholde isoleringskravene, hvis det er rentabelt (se tabel 1 i afsnit 2.2). Det vil den metode, hvor strøgulvet udskiftes med et nyt betondæk på trykfast isolering ovenpå det gamle klaplag, ofte være. Dermed vil man overholde BR18, selvom man ikke opnår den fulde isoleringstykkelse.



Figur 6. FØR situation - Principskitser af typiske opbygninger af eksisterende terrændæk, hvor strøgulvshøjden er mellem 150 mm og 400 mm. Den pink pil markerer gulvhøjden.

Er der derimod et ønske om at opbyde terrændækskonstruktionen, er der i forhold til BR18 tale om en udskiftning af en konstruktionsdel. Dette udløser krav om, at de gældende isoleringskrav overholdes uanset rentabilitet. Der er dog en mulighed for dispensation, hvis isoleringskravene ikke kan overholdes uden uforholdsmæssigt store meromkostninger (se tabel 1 i afsnit 2.2).

Dette betyder konkret, at man fx ikke behøver at overholde BR18s isoleringskrav, hvis der skal understøbes fundamenter for at kunne ilægge tilstrækkelig isolering til at overholde kravene. I det tilfælde kan man nøjes med at isolere den nye terrændækskonstruktion bedst muligt. Det er dog forsat et krav, at den nye løsning er fugtteknisk forsvarlig.

I forbindelse med udskiftning af et terrændæk, hvor det gamle terrændæk fjernes, henvises til [Videncentrets Energiløsning om etablering af nyt terrændæk](#).

Renoveringsløsningen, hvor det eksisterende terrændæk bevares, udføres konkret ved at fjerne det eksisterende strøgulv eller det eksisterende lag af letklinker-nødder ned til oversiden af det eksisterende lag, se billede 3 på næste side. Hvis denne overflade er meget ujævn, skal der udlægges et afretningslag, hvorpå man udlægger den trykfaste isolering og støber et nyt betondæk på minimum 80 mm, se billede 4 på næste side. Betondækket kan udføres med eller uden gulvvarme (se grafisk illustration på figur 7 på næste side). Den nye konstruktionsopbygning vil være at betragte som en tung konstruktion, som er fugtteknisk robust, og indeklimaet vil erfaringsmæssigt ikke blive påvirket af forhold, der foregår under det nye isolerede betondæk. Det er vigtigt i denne sammenhæng, at tykkelsen af det nye betondæk er minimum 80 mm.

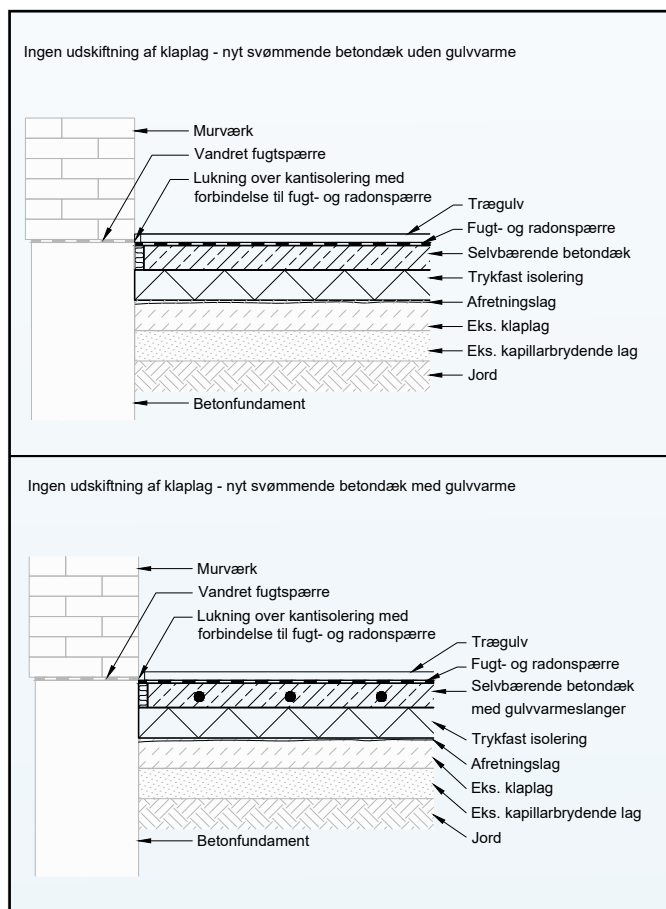
Derudover skal man nøje planlægge, hvordan man udfører radonsikring, når betondækket er under 100 mm tykt, se afsnit 4.4.



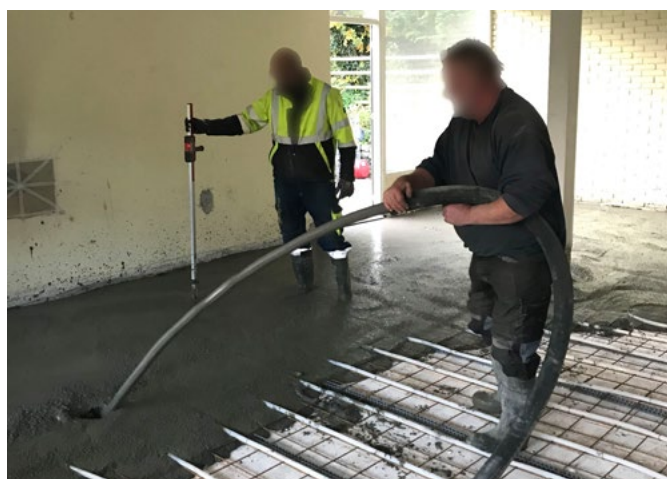
Billede 3. Øverst: Søgeåbning i et parketgulv på cementomsvøbte letklinkernødder. Nederst.: Terrændækskonstruktionen er åbnet helt ned til det kapillarbrydende lag, som er et jordfugtigt sandlag.

Løsningen med at etablere et nyt betondæk ovenpå trykfast isolering kan vise sig mere eller mindre rentabel, alt efter hvor meget den oprindelige konstruktion var isoleret, og hvor meget isolering der kan udlægges under det nye terrændæk.

Hvis der omlægges til gulvvarme, skal man være opmærksom på, at det typisk vil medføre et energitab i forhold til radiatorvarme, hvis isoleringstykkelsen under det nye gulv er under 250-300 mm (se afsnit 2.2.2.1).



Figur 7. EFTER situation - Eksempel på nye terrændækløsninger, hvor det eksisterende terrændæk bibeholdes. Øverst ses eksempel uden gulvvarme. Nederst på figuren ses eksempel med gulvvarme. Det lyse er den eksisterende konstruktion.



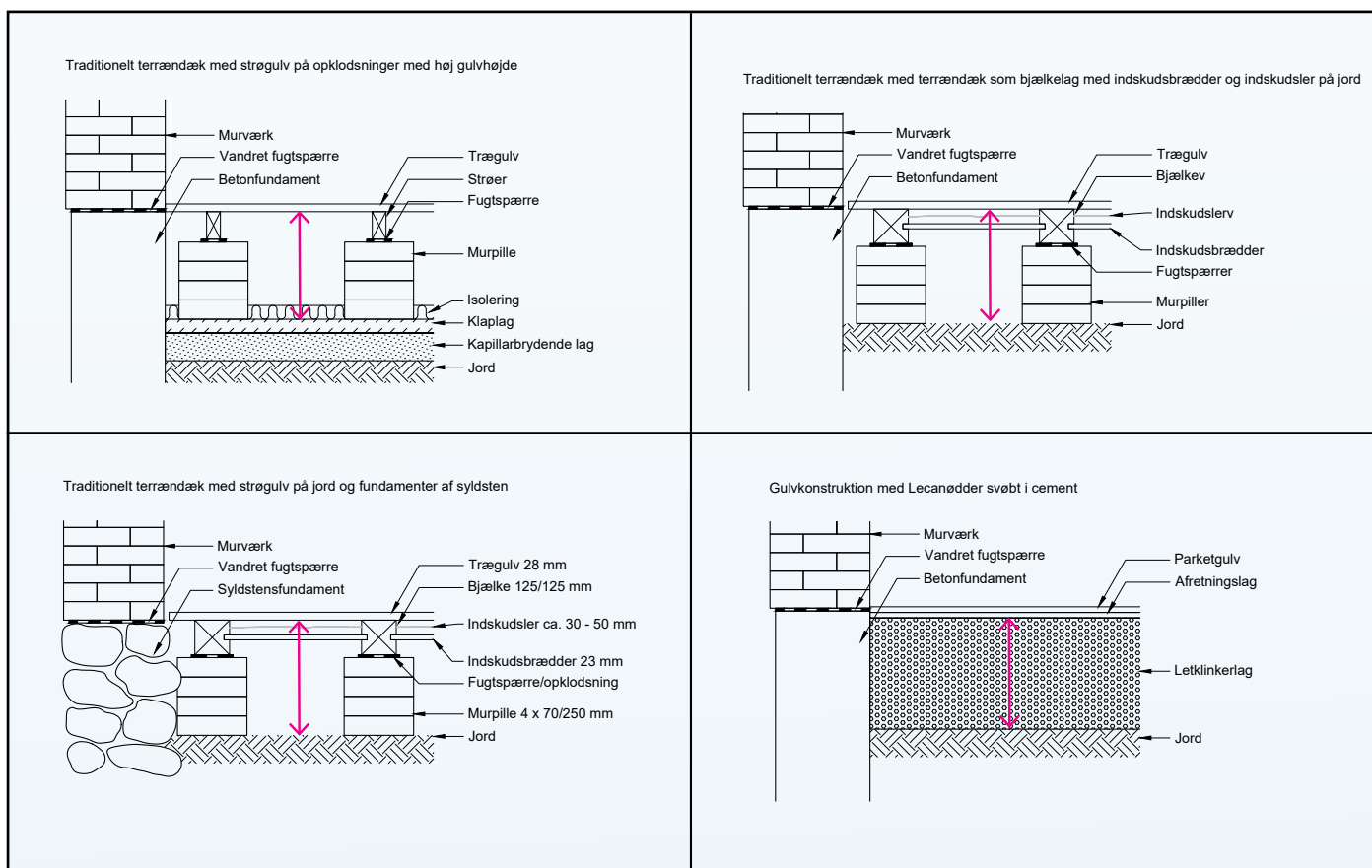
Billede 4. Et nyt armeret terrændæk med gulvvarmeslanger bliver støbt på et lag trykfast isolering.

Det er af fugt- og radontekniske årsager afgørende, at der i væggene findes en funktionsduelig vandret fugtspærre, som radon- og fugtmembranen i den nye konstruktion kan tilsluttes lufttæt, se afsnit 4.2. Det gælder, uanset om der er tale om en ombygning af strøgulvkonstruktionen eller en udskiftning af terrændækskonstruktionen.

Det er erfaringsmæssigt meget vigtigt, at man grundigt planlægger samlingen af betondækket med tilstødende bygningsdele, så denne fuge bliver lufttæt, se afsnit 4.4.

Ofte udlægges en særskilt fugtspærre ovenpå det ny-støbte betondæk for hurtigere at kunne lægge gulvbelægningen. Dette kræver særlig opmærksomhed, se afsnit 4.3, Fugtspærre på betondæk. For at disse membraner samtidig kan udgøre radonsikringen, skal membranens tæthed sikres i byggefasen, se afsnit 4.4.

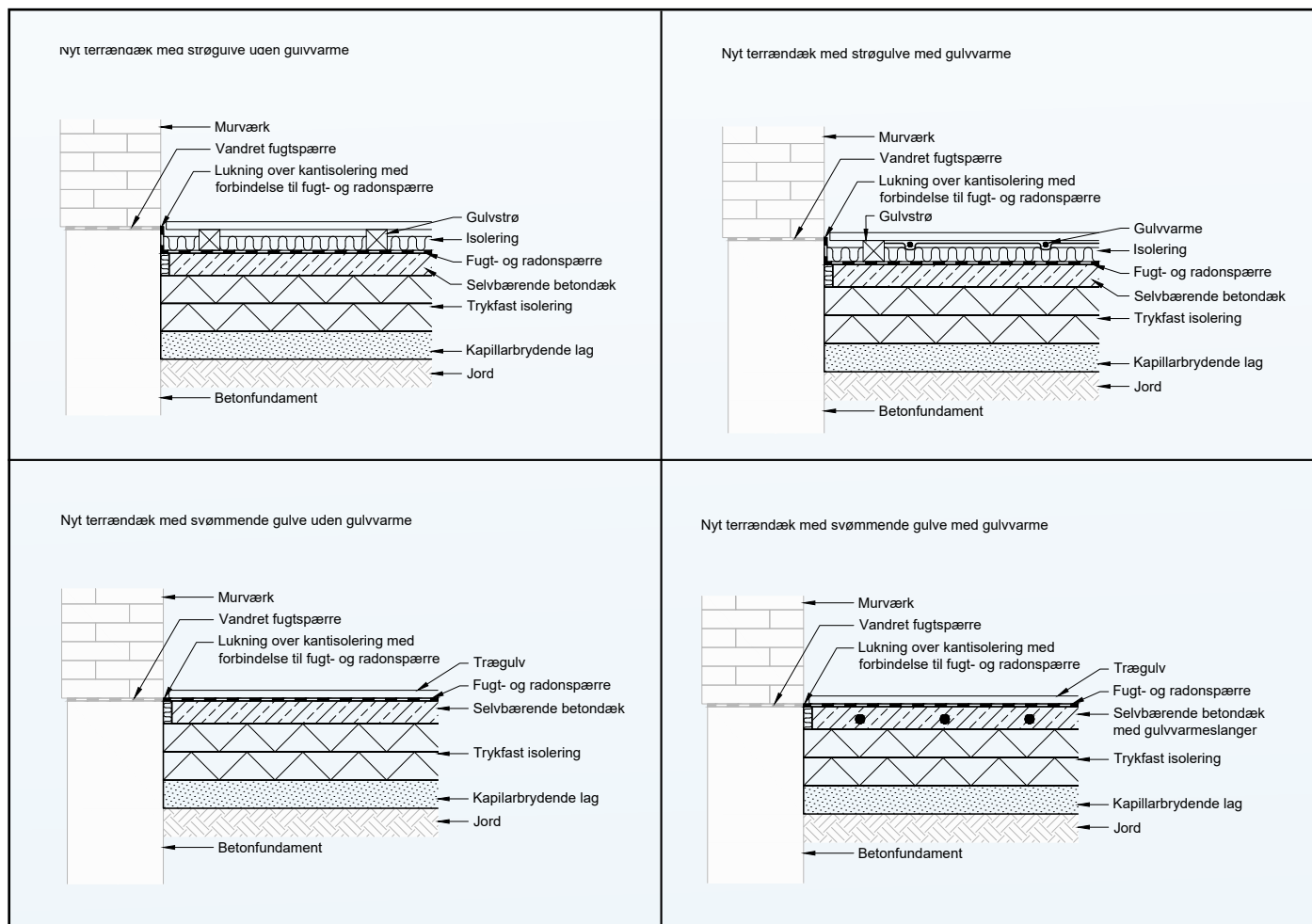
3.3 Strøgulvhøjder over 400 mm



Figur 8. FØR situation - Principskitser af typiske opbygninger af eksisterende terrændæk, hvor strøgulvhøjden er over 400 mm. Den pink pil markerer gulvhøjden.

Hvis strøgulvhøjden er over 400 mm, eller hvis der ligger et lag af let fjernbare cementomsvøbte letklinker-nødder med en tykkelse over 400 mm, er der mulighed for at ombygge terrændækket efter BR18s energikrav uden at opbyrde det oprindelige terrændæk, se grafiske illustrationer på figur 9.

I forbindelse med disse arbejder henvises til [Videncenrets Energiløsning om etablering af nyt terrændæk](#).



Figur 9. EFTER situation - Principskitser for terrændæk med strøgulvkonstruktioner og terrændæk med svømmende gulve, henholdsvis med og uden gulvvarme. Det lyse er den eksisterende konstruktion.

Der er to særlige opmærksomhedspunkter i forbindelse med udskiftning af terrændækskonstruktionen. For det første skal det sikres, at der ligger vandrette fugtspærre i bagmure og skillevægge for at forhindre, at opstigende grundfugt bliver presset op i væggene. For det andet skal det sikres, at radon ikke siver op i indeklimaet. Derfor anbefales det at bygge lufttæt mod jord. På figur 9 er det med en pil (lukning over kantisolering med forbindelse til fugt- og radonspærre) indikeret, hvor fugen mellem betondækket og tilstødende bygningsdele skal udføres lufttæt.

Supplerende anbefales det at forberede til et radon-sug, se afsnit 4.4. Et radon-sug kræver et suglag. De fleste kapillarbrydende lag kan fungere som suglag. Dette taler for, at man anvender et kapillarbrydende lag under terrændækkets trykfaste isolering. Hvis den trykfaste isolering skal udgøre det kapillarbrydende lag, skal man være opmærksom på, at isoleringen vil blive fugtig lige over jorden og dermed miste noget af sin isoleringsevne. Man skal derfor etablere mere isolering end krævet, se DS 418:2011, kapitel 7.2 [se kilde 6].

4. SÆRLIGE OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER

I det nedenstående afsnit gennemgås særlige opmærksomhedspunkter i forhold til reovering af terrændæk. Mange af emnerne er relevante for alle de beskrevne reoveringsløsninger. Hvis man er i tvivl om nogle forhold i forbindelse med en konkret reovering, anbefales det at søge hjælp hos en fagkyndig rådgiver (se afsnit 4.7). Ikke alle rådgivere kender til alle emner, dvs. man skal fx henvende sig til en statiker ved statiske spørgsmål og til en fugttekniker ved fugttekniske spørgsmål.

Selv om denne guide beskriver de grundlæggende principper, der skal overholdes, findes der forskellige detaljeløsninger, som passer til den konkrete sag. Derfor skal der udføres en detaljeplanlægning dvs. en projektering for hver enkel sag.

4.1 Skadelige stoffer og mikroorganismer

Det er ikke usædvanligt, at man støder på forhold i terrændækskonstruktionen, der kræver nærmere undersøgelse og evt. sikkerhedsforanstaltninger under reoveringen. Det kan være krav til bortskaffelse af affald eller afrensning inden genopbygning.

Udover helt almindelige arbejdsmiljømæssige forholdsregler ved nedrivning kan der udløses krav om særlige forholdsregler, hvis der i gulvkonstruktioner forekommer skadelige stoffer eller mikroorganismer som fx skimmelsvampevækst.

Det er endvidere vigtigt at bortskaffe affald på korrekt vis. Det kræver sortering i fraktioner. Materialer, som er helt almindelige og identificerbare, såsom mineraluld, træ og ubehandlet beton, kan håndteres på genbrugsstationerne i opgaver for boligejere. I opgaver for virksomheder skal byggeaffald håndteres som erhvervsaffald med de gældende regler herfor.

Skimmelsvampevækst kan forekomme i ældre, fugtskadede terrændæk og i terrændæk med opstigende grundfugt og skal fjernes inden genopbygning af konstruktioner.

Der kan også fx være asbest i fliseklæb, i enkelte typer afretningslag, vinylbelægninger, i enkelte komponenter som rørisolering eller gulvvarmekanaler ved luftvarmeanlæg, maling på gulve eller tilstødende bygningsdele m.m.

PAH'er (tjærestoffer) kan forekomme i støbeasfalt eller andre sorte membraner udlagt på indersiden af terrændækket. Det kan for visse støbeasfaltlag have så stor negativ påvirkning på indeklimaet, at der af den grund kan være behov for at udskifte konstruktionen.

Endnu et eksempel er ældre typer mineraluld, der kræver beskyttelsesudstyr, når det fjernes.

PCB er et stof, som i gulvkonstruktioner vil kunne forekomme i maling på gulve eller i tilstødende bygningsdele, i fliseklæb og klæber til linoleums- eller vinylbelægninger.

Bygherren har i henhold til affaldsbekendtgørelsen pligt til screening for PCB inden en reovering eller nedrivning, hvis bygningen er opført eller reoveret i perioden 1950 til 1977. Det gælder, hvis reoveringen eller nedrivningen vedrører mere end 10 m² af en bygning, eller hvis arbejdet frembringer mere end 1 ton affald.

Hvis screeningen giver anledning til mistanke om PCB, skal der gennemføres en miljøkortlægning af PCB, som kan udføres af en miljøkoordinator (se afsnit 4.7). Ved en sådan kortlægning bliver det identificeret, hvilke materialer der kan bortskaffes som almindeligt affald, og hvilke der skal bortskaffes som forurenede eller som farligt affald.

Det er bedre at få styr på miljøforholdene fra start, da uventet fund af miljøfarlige stoffer både kan forsinke og fordyre et projekt unødigt.

Du kan få flere oplysninger i BAR-vejledninger fra branchearbejdsmiljørådet og hos [Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet](#).

4.2 Vandret fugtspærre

Det er i afsnit 2.3 beskrevet, at en funktionsduelig vandret fugtspærre er afgørende, når en terrændækskonstruktion renoveres. Når der ligger en vandret fugtspærre i væggene, skal det sikres, at den stikker ud af ydervægge og skillevægge på begge sider, dvs. ind- og udvendigt, se billede 5.

Ved hulmurskonstruktioner behøver den kun at stikke ud af den indvendige side af bagmuren. Hvis ikke fugtspærren stikker ud igennem hele væggen, dvs. også ud gennem puds, sker der det u hensigtsmæssige, at pudsens kommer til at fungere som en væge og trækker grundfugten forbi fugtspærren.

Ved fugtmålinger med metoder, der måler fugtindholdet, i midten af væggen (dvs. længere end 30 mm inde), kan man undersøge, om fugtspærren er funktionsduelig.

Hvis den eksisterende vandrette fugtspærre ikke længere er funktionsduelig - eller hvis den ikke findes - bør man i mange tilfælde etablere en ny vandret fugtspærre. Det afhænger af vandbelastningen, hvilke metoder der er velegnede i den enkelte situation. Der findes dog ikke en billig metode til at gøre det.

En mulighed er at ilægge en bitumenbaseret vandret fugtspærre med tilstrækkeligt overlæg. Dette skal gøres sektionvis og er ret omkostningstungt.

En anden mulighed er at skære stålplader ind i en af murværkets liggefuger. Dette system fungerer dog kun, hvis liggefugen er gennemgående, og det er også en relativ omkostningstung løsning.



Billede 5. Vandret fugtspærre pudset ind bag henholdsvis facadepuds (t.v.) og bag indvendigt pudslag (t.h.) med vægevirkning og opstigende grundfugt til følge.

4.3 Fugtspærre på betondæk

I nogle tilfælde vil det ikke være muligt at affugte betondækket, fx hvis der er opstigende grundfugt. Her er man nødsaget til at udlægge en fuld vedhæftende membranløsning på oversiden af betondækket.

Derudover kan det i visse tilfælde af tidsmæssige årsager være rentabelt at udføre en membran på et ny-støbt eller vandskadet betondæk for at mindske udtørningsperioden. En sådan fugtspærre udlægges bl.a. for at undgå, at den overliggende gulvbelægning tager skade.

Det kan ikke anbefales at udlægge en løs plastmembran på et opfugtet betondæk. Det skyldes, at det kan skabe betingelser for vækst af skimmelsvampe på oversiden af betondækket og påvirke indeklimaet negativt, hvis fugtigheden mellem membran og betondæk overstiger 75 %.

Måling af fugt i betondæk

For at kunne vurdere fugtniveauet i betondækket er det nødvendigt med måling af porefugten i betonen, fx ved hjælp af borhulsmålinger.

En enkel og indikerende måde at måle fugtniveauet i betondækket er at klæbe et stykke folie på betondækket og lægge en måler til måling af relativ luftfugtighed og temperatur under folien, se billede 6. Efter ca. 4 døgn vil der have indstillet sig en fugtligevægt, der giver en indikation af, hvilket fugtniveau der bliver, når betondækket inddækkes med gulvbelægningen.

Hvor dette fugtniveau skal ligge, afhænger af den valgte gulvbelægning, se hertil gulvbelægningsproducentens anvisninger eller fx Vejledning om håndtering af fugt i byggeriet [se kilde 5]. Dog altid under 75 % RF (relativ fugt) for at undgå skimmelsvampevækst på betonoverfladen.



Hvorfor duer håndholdte målinger i overfladen ikke?

Ikke-destruktive målinger med almindelige håndholdte instrumenter viser ikke fugtniveauet i kernen af betonen. Det kan sagtens forekomme, at betonoverfladen er tør, men at fugtniveauet i de dybere lag er så højt, at fugtniveauet i overfladen stiger over et acceptabelt niveau efter tildækning med gulvbelægningen.



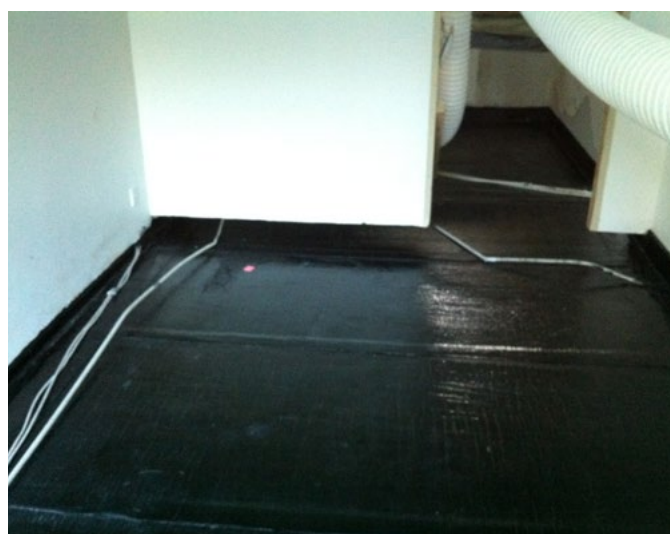
Billede 6. Vejledende kontrol af fugtniveau i betondæk inden udlægning af gulvbelægning.

4.3.1 Udlægning af fuldhæftende membraner på betondæk

Bitumenbaseret membran

Der vælges en bitumenmembran, som er egnet til indendørs brug som fugtspærre mod opstigende grundfugt. Membranen påsvejses eller brændes på betondækkets overflade således, at der er minimum 95 % vedhæftning, se billede 7. Påbrænding skal ske efter producentens anvisninger med hensyn til bl.a. underlag, vedhæftning og arbejdsmiljø.

Ved påbrænding desinficeres betonoverfladen, og der skabes et iltfattigt lag mellem beton og pap, og begge materialer bliver smeltet sammen og forbundet fuldstændigt. Kontrol af membranens vedhæftning til underlaget kan udføres med en såkaldt trækprøve, se billede 8. Tilslutning af membranens til de vandrette fugtspærre i væggene kan fx ske ved tætning med en egnet fugemasse til indendørs brug, se billede 9 og billede 10 på næste side.



Billede 7. Udlægning af bitumenmembran. Membranen fuldsvejses til underlaget (t.v.), som skal være glat, jævnt og skimmelafrenset, og den skal eventuelt primes (følg producentens anvisninger). Lette indvendige vægge kan eventuelt ophænges eller understøttes under udlægning af membranen, så de ikke helt skal udskiftes (t.h.).



Billede 8. Trækprøve til kontrol af bitumenmembranens vedhæftning til underlaget. Bruddet skal ske i underlaget eller i bitumenmembranen.



Billede 9. Fritlæggelse af vandret fugtmembran (t.v.) og udsparring i puds (t.h.), så den vandrette fugtspærre ligger frit.



Billede 10. Bitumenmembranen føres til udsparring (t.v.) og tilsluttes den vandrette fugtspærre (t.h.) ved at udfylde udsparringen i pudslaget med passende fugemasse.

Epoxybaseret smøremembran

Som fugtspærre kan der alternativt anvendes en vandbaseret epoxysmøremembran med dokumenterede egenskaber til anvendelse på fugtige betondæk og i lagtykkelser i henhold til leverandørens anvisninger. Membranen påføres efter leverandørens anvisninger.

Det er vigtigt at betonoverfladen er jævn, ren, varm og overfladetør inden arbejdets udførelse.

Radonteknisk vil en epoxymembran ikke være optimal, da elasticiteten af epoxymembraner som regel ikke er særlig stor.

Uundgåelige bevægelser i bygningsdelene vil derfor kunne medføre revner i membranen. For tilslutning af membranen til tilstødende bygningsdele skal der anvendes passende smøremembraner ilagt armeringsvæv, som placeres ovenpå sliptape eller fugebagstop (se afsnit 4.4).

4.4 Radonsikring

Det er beskrevet i Bygningsreglementet, hvilke anbefalinger og krav der stilles til radonindholdet i indeklimaet. Fx har der siden BR10 været et krav om, at radonindholdet i indeklimaet i nybyggeri ikke må overstige 100 Bq/m³. For ældre byggeri er det blevet anbefalet - om muligt - at nedbringe niveauet til under 100 Bq/m³. Derfor skal radonsikringen være en integreret del af renoveringen af en terrændækskonstruktion.

Lufttæt mod jord

At sikre boligen mod optrængning af radon fra undergrunden kræver en lufttæt konstruktion mod jord. Her er det ikke tilstrækkeligt kun at etablere et lufttæt terrændæk. Det skal samtidig sikres, at membranen i terrændækket samles lufttæt med den vandrette fugtmembran i væggene for at begrænse indsvivning af radon til indeklimaet mest muligt. Derudover skal alle gennemføringerne i terrændækket udføres lufttæt. For at opnå en langtidsholdbar lufttæthed af disse detaljer er det vigtigt, at tætningsløsninger ved gennembrydninger og samlingen mellem terrændæk og vægge udføres elastisk, så bevægelser i bygningen (fx termiske) kan optages, uden at membranen revner.

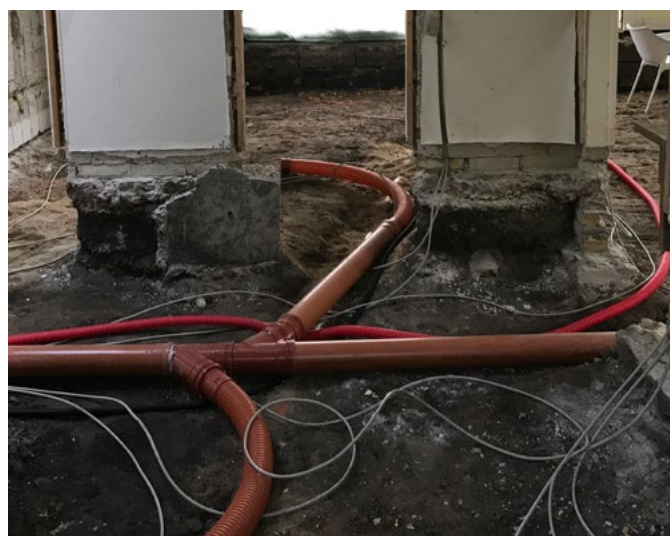
Radonsug

Udover at bygge lufttæt mod jord, anbefales det også at etablere et radonsug - eller som minimum at forbedre til det.

Sammenholdt med radonsugets etableringsomkostninger vil det være meget dyrt at sikre indeklimaet mod radon, hvis ikke der er forberedt til et radonsug. Radonsuget kræver, at der er et suglag under terrændækket eller under den trykfaste isolering. Det kan være et lag af singels, nøddesten, evt. groft grus, et lag trykfast mineraluld eller plader, der har hulrum, som man kan etablere et undertryk i.

Derudover placeres der en eller flere radonbrønde, hvorfra der føres en kanal over til det nye betondæk. Kanalen kan i første omgang proppes af. Denne sugløsning kan enten etableres under et nyt terrændæk ved fx at udlægge drænslanger i det kapillarbrydende lag, se billede 11, som føres op over terrændækket i et samlet rør.

Radonsuget kan også etableres over et eksisterende terrændæk, hvis der er et suglag under terrændækket. I så fald bores igennem terrændækket, og radonbrøndene stikkes ned i suglaget oppefra. Radonbrøndene kobles sammen i isoleringslaget over terrændækket og føres over gulvbelægning et sted, hvorfra radonsuget ville kunne tilsluttes en ventilator og føres over tag. Hvis det efter indflytning viser sig, at radonindholdet i indeklimaet er for højt, kan kanalen føres ud til det fri, en ventilator installeres, og radonsuget tages i brug.



Billede 11. Bitumenmembranen føres til udsparring (t.v.) og tilsluttes den vandrette fugtspærre (t.h.) ved at udfylde udsparringen i pudslaget med passende fugemasse.

4.4.1 Radontæt betondæk

Hvis betondækket skal opfylde funktionen som radontæt membran, skal det være mindst 100 mm tykt og svindarmeret, og der skal være anlagt dilatationsfuger passende til dækkets geometri (se fx SBi-anvisning 233 [se kilde 3] eller SBi-anvisning 247 [se kilde 4]).

Der er ikke så stor chance for, at almindelige folier, udlagt som radonstandsede membraner under et betondæk, altid forbliver tætte, når betondækket støbes. Den mekaniske belastning er enormt stor, se billede 12. Vælg derfor den rette membran, sørg for at underlaget er trykfast, og at folien ved mekanisk belastning ikke perforeres.



Billede 12. Trækprøve til kontrol af bitumenmembranens vedhæftning til underlaget. Bruddet skal ske i underlaget eller i bitumenmembranen.



Billede 13. Radonsikring af samling mellem terrændæk og tilstødende vægge. Fugebagstop som kantstrimmel mellem terrændæk og væg (t.v.) samt smøremembran ilagt armeringsvæv, som placeres ovenpå sliptape eller fugebagstop, se billede 13. Til tætning ved gennemsørgninger af installationer kan der eventuelt anvendes elastisk fugemasse eller også smøremembraner som beskrevet ovenover. Det er ved installationsgennemføringer meget vigtigt at tage højde for rørens funktion. Ved varmerør og varmtvandsrør vil der fx være skiftende temperaturbelastninger, hvilket medfører knirken, hvis ikke der lægges en egnet bøsning omkring røret.

Tætning af samlinger med andre bygningsdele

Til tætning af fugen mellem terrændæk og tilstødende bygningsdele kan der fx anvendes en passende smøremembran ilagt armeringsvæv, som placeres ovenpå sliptape eller fugebagstop, se billede 13. Til tætning ved gennemsørgninger af installationer kan der eventuelt anvendes elastisk fugemasse eller også smøremembraner som beskrevet ovenover. Det er ved installationsgennemføringer meget vigtigt at tage højde for rørens funktion. Ved varmerør og varmtvandsrør vil der fx være skiftende temperaturbelastninger, hvilket medfører knirken, hvis ikke der lægges en egnet bøsning omkring røret.

4.5 Fundamenter

4.5.1 Understøbning af fundamenter

I de tilfælde hvor det eksisterende betondæk ophuges for at etablere et nyt terrændæk, der lever op til kravene i Bygningsreglementet, er det vigtigt at undersøge, om dette kan gøres uden, at fundamenterne skal understøttes. Særligt til skillevægge skal understøbes. Dette kan være en bekostelig affære, og det er derfor vigtigt at have begreb herom forud for reoveringen. I mange tilfælde vil det nemlig også uden at understøbe fundamenterne være muligt at opnå en energi- og komfortmæssig fordel uden helt at overholde isoleringskravene i BR18.

Dette er grunden til, at man kan få dispensation fra helt at overholde isoleringskravene ved udskiftning af terrændækket, hvis dette kræver understøbning af fundamenter.

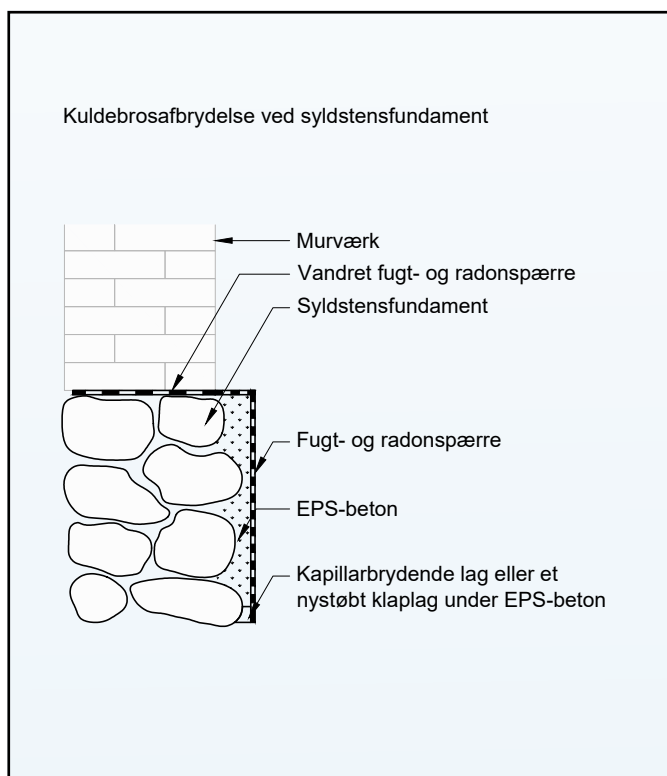


Billede 14. Søgeåbninger til at undersøge forud for projektering og udbud, om skillevæggsfundamenter skal understøbes ved udskiftning af et terrændæk (øverst). Understøbte skillevæggsfundamenter efter udgravning til ny terrændækskonstruktion (nederst).

4.5.2 Syldstensfundamenter - kuldebroen ved soklen

Da den indvendige overflade af syldstensfundamenter ofte er meget ujævn, kan det være vanskeligt at undgå kuldebroer ved samlingen af fundament og terrændæk, da almindelig kantisolering er svær at lægge og fiksere inden støbning.

Der kan i stedet for udføres en kantstøbning. Dvs. at der opsættes en forskalling parallelt med fundamentet for at oprette indersiden af fundamentet. Nederst i forskallingen skal der ligge et kapillarbrydende lag, eller der skal støbes et slags klaplag af almindelig beton. Resten af hulrummet mellem fundament og forskallingen støbes ud med EPS-beton [se kilde 7], så der opnås en plan, jævn indvendig overflade langs fundamentet. Dernæst etableres en fugtspærre på den indvendige side af kantstøbningen, så der ikke kan trække grundfugt op i det nye terrændæk og for at tætte konstruktionen lufttæt mod radon, se figur 10. Der kan også udstøbes med almindelig beton, dog giver det en kuldebro langs soklen.



Figur 10. Principskitse for kuldebrosafbrydelse ved syldstensfundamenter med EPS-beton.

4.6 Materialevalg

At vælge det mest optimale materiale i enhver situation kan have stor betydning for det endelige udfald af renoveringsløsningen, både med hensyn til energibesparelse, komfort og robustheden af løsningen. Til at realisere løsningerne findes der mange forskellige produkter. Det er vigtigt at sikre, at produkterne lever op til de krav der stilles i anvendelsessituationen.

Fx kan trykfast isoleringsmateriale, have forskellige lambdaværdier. Når isoleringen placeres under en tung bygningsdel, dvs. et betondæk, er det hensigtsmæssigt at vælge et produkt med en god lambdaværdi. Samtidig anbefales at vælge et produkt, der er langtidsafprøvet og har vist sig at have en lang levetid, fordi omkostninger til udskiftning af isoleringen vil være meget store.

Derudover er det vigtigt at vælge den rette betontype med den rette armering. Vælges der et tyndt betonlag (under 100 mm), skal det sikres, at betonkvaliteten er tilstrækkeligt god, og armeringen er tilstrækkeligt stærk for at kunne klare belastningerne i brugssituationen. Ønskes en kort renoveringstid, skal man vælge en selvudtørrende beton. Men selv selvudtørrende betontyper kræver en udtørringstid på mange uger til måneder, inden der kan lægges gulvbelægning. Hvis betondækket skal fungere som radonsikring i terrændækskonstruktionen (se afsnit 4.4), er det ligeledes vigtigt at detaljeprojektere tykkelsen, armeringsniveauet, betonkvaliteten og eventuelle dilatationsfuger nøje.

Med henblik på fugtmembraner er det vigtigt at vælge et passende produkt til opgaven. Som vigtige egenskaber kan der her fx nævnes:

- At bitumenmembraner til anvendelse på fugtige terrændæk er godkendt til brug i indeklimaet (se afsnit 4.3)
- At smøremembraner, der skal udlægges på fugtigt underlag, er egnede til dette og giver en tilstrækkelig vedhæftning på trods af underlagets høje porefugt
- At radonmembraner er elastiske, når der må regnes med bevægelse i fx fuger
- At fugtspærre, der bliver belastet mekanisk, ikke kan perforeres ved den almindelige byggetrafik eller af belastningen i indbygningssituationen

- At materialer til samling af membraner eller tilslutning til andre bygningsdele passer til de anvendte produkter og det underlag, de skal hæfte på. Det er især svært at skabe tætte samlinger

I byggefasen er det vigtigt altid at forholde sig til leverandørens seneste anbefalinger og overholde producentens monteringsvejledninger.

4.7 Hvornår er det relevant at tilkalde en rådgiver?

Denne guide fritager ikke bygherre eller entreprenør for projektering, og det anbefales derfor generelt, at der søges rådgiverassistance efter behov, se tabel 5. Fx er det særlig vigtigt i forbindelse med understøbning af skillevægge, fugtmålinger, vurdering af muligt skimmelsvampeangreb, ved mistanke om skadelige stoffer i konstruktionen, radonsikring, omfattende vvs-arbejder eller detaljeplanlægning ved manglende vandret fugtspærre i vægge.

Emne	Fagperson
Understøbning af fundamenter	Statiker
Fugtmålinger	Fugtsagkyndig
Vurdering af skimmelforekomster	Fugtsagkyndig
Vurdering af forekomst af skadelige stoffer	Miljøkoordinator
Radonsikring	Radonekspert
VVS-arbejder	VVS-ingeniør/-tekniker
El-arbejder	El-ingeniør/-tekniker
Vurdering af brand-sikkerhed	Brandekspert

Tabel 5. Oversigt over, hvornår det er relevant at søge assistance fra en rådgiver.

5. LINKS OG KILDER

[1] Rasmussen, T.V. SBI-rapport 2019:07 Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radonsikring. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. 2019.

[2] Bygningsguiden: <https://spareenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/bygningsguiden>

Bygningsguiden er udviklet af Energistyrelsen i samarbejde med en lang række offentlige og private organisationer inden for bygge- og energiområdet.

[3] Rasmussen, T.V. SBI-anvisning 233 - Radonsikring af nye bygninger. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. 2011.

[4] Rasmussen, T.V. SBI-anvisning 247 - Radonsikring af eksisterende bygninger. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. 2015.

[5] Møller, E.B. Vejledning om håndtering af fugt i byggeriet. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. 2010.

[6] DS 418:2011 Beregning af bygningers varmetab. Dansk Standard. København. 7. Udgave. 2011.

[7] Jacobsen, T.B. BYG-ERFA blad (43)191031 Skader på gulve med EPS-tilslag (EPS-beton). Fonden Byg-Erfa. København. 2019.

www.byggeriogenergi.dk

www.byggeriogenergi.dk/media/2091/terraendaeknyt_ok.pdf

www.bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/Krav

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



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

Om Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger - VEB - samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Vores logo - huset i flotte farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

www.ByggeriOgEnergi.dk • Tlf.: 7220 2555

