

# Lufttæthed

– projektering generelt





# Indholdsfortegnelse

## Bygningsreglementets krav

- Kan et hus blive for lufttæt? side 03
- Lufttæthed hvorfor? side 03

## Blower door testen

- Lufttæthedstest side 04

## Fokus på lufttæthed

- Lufttæthed, hvordan? side 06
- Tips til tæt dampspærre side 06
- Tips til lufttætte konstruktioner side 07

# Bygningsreglementets krav

Luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen må ikke overstige 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal ved trykprøvning med 50 Pa. Jf. bygningsreglementet BR 95 kap 1.4 stk. 5 kan kommunalbestyrelsen i byggetilladelsen stille krav om, at der skal foretages målinger i den færdige bygning til dokumentation af, at kravet til lufttæthed er opfyldt.

Prøvning af luftskifte sker på grundlag af DS/EN 13829 Bygningers termiske ydeevne – Bestemmelse af luftgennemtrængelighed i bygninger – Prøvningsmetode med overtryk skabt af ventilator.

## Kan et hus blive for tæt?

Når der tales om tæthed, er det vigtigt at skelne mellem huset som helhed og husets klimaskærm (ydervægge, loft/tag, gulv). En bygning skal ventileres, og må derfor ikke være helt tæt. For at ventilationen fungerer optimalt skal den dog kun ske gennem egnede ventilationskanaler, og ikke gennem tilfældige utætheder i konstruktionen. Derfor skal klimaskærmen være helt tæt.

Der findes mange måder at sikre en tilstrækkelig ventilation af bygningen – lige fra naturlig ventilation til mekanisk ventilation med varmegenvinding. Hvilken form der skal anvendes afhænger af det konkrete projekt, men det er vigtigt, at ventilationen tænkes med i projektet fra starten.

## Lufttæthed, hvorfor?

Utætte konstruktioner kan have en række uheldige konsekvenser, da det ikke er muligt, at kontrollere hvor og hvordan luftstrømme passerer gennem bygningen og dens konstruktioner.

### Konstruktioner

Indeluft, der passerer ud gennem en utæt, isoleret konstruktion, afsætter kondens undervejs. På sigt kan det føre til alvorlige fugt- og svampeskader.

### Tilfældig ventilation

En utæt konstruktion betyder, at ventilationen ikke kan styres. Det giver en række uheldige konsekvenser for indeklimaet og varmeøkonomi.

### Dårlig bolig komfort

Utætheder ved el-dåser, vinduer og fodrem giver trækgener og fornemmelse af kolde ydervægge.

### Dårlig varmeøkonomi

På dage med blæst udskiftes indeluften hurtigere end nødvendigt. Det betyder et større luftvolumen, der skal opvarmes. Frisk luft, der ikke passerer et varmegenvindingsanlæg, bruger energi til opvarmning.

Når der trækkes falsk luft ind, kan ventilationsanlægget ikke indreguleres ordentligt, og der bruges for meget el. Utætte konstruktioner øger energiforbruget med 10 - 20 %.

Tætte konstruktioner forlænger bygningens levetid, forbedrer indeklimaet og reducerer energiforbruget.

### Ventilation

En tæt konstruktion gør det muligt at styre ventilationen – enten mekanisk eller naturligt – og dermed optimere indeklimaet.

En tæt konstruktion gør varmegenvinding mulig, og der spares på energien til opvarmning af udeluften.

### Bolig komfort

Trækgener fra utætheder forhindres og boligkomforten forbedres. Indeklimaet kan forbedres ved montering af partikel- og pollenfiltre på ventilationsanlægget.

### Varmeøkonomi

Ventilationsanlægget kan indreguleres til den korrekte luftmængde og unødvendigt elforbrug undgås.

En tæt konstruktion giver mulighed for ventilation med varmegenvinding. Det nedsætter behovet for opvarmning af udeluften.

### Konstruktioner

En tæt konstruktion forhindrer rumluften i at trænge ud i konstruktionen og afgive fugt. Det forlænger levetiden på konstruktionerne.

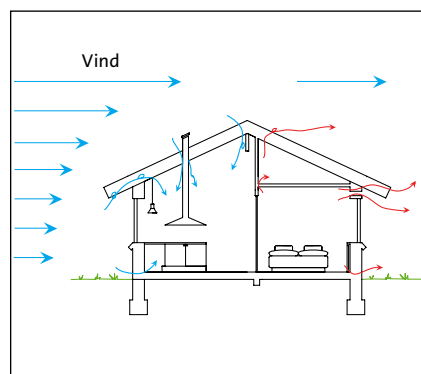


Fig. 240.1. Utæt bygning

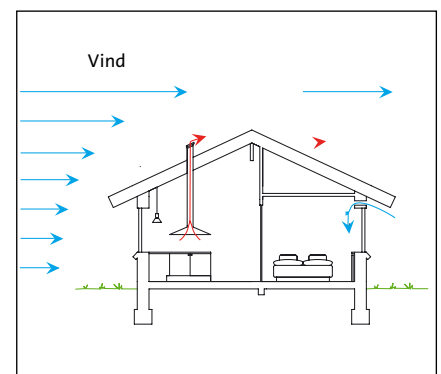


Fig. 240.2. Tæt bygning



## Blower door testen

Prøvning af en bygnings tæthed sker ved den såkaldte Blower Door test. Bygningsreglementet stiller krav om, at luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen ikke må overstige 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup>.

Lufttætheden testes ved trykprøvning med 50 Pa. Resultatet af trykprøvningen kan enten bestå af målinger med undertryk eller med overtryk eller et gennemsnit af målinger ved under- og overtryk.

Testen udføres efter DS/EN 13829 standarden, som foreskrives at være anvendelig for bygninger med et volumen op til 4000 m<sup>3</sup>, ca. svarende til 1000 m<sup>2</sup>. Det er dog praktisk muligt at udføre Blower Door tests på bygninger op til 6500 m<sup>2</sup>.

Testen udføres ved at erstatte yderdøren med en blower door med indbygget ventilator, der kan skabe enten over- eller undertryk i bygningen.

Ventilatoren er tilsluttet en computer, der kan måle trykforskellen på ude og inde og regulere ventilatoren så den rette trykforskel opnås. Se fig. 240.3.

Åbninger der ikke er en del af selve konstruktionen lukkes af med tape eller balloner. Det gælder f.eks. riste i luftventiler, brevsprækker, emhætter, skorstene ved pejse og luftudkast fra tørretumbler. Se fig. 240.4.

Derefter foretages målinger, der viser hvor meget luft, der forsvinder ud gennem konstruktionerne. Ved at køre med undertryk vil der blive suget udeluft ind gennem utæthederne i klimaskærmen. Disse områder kan lokaliseres ved at anvende vindmåler, røg eller termografering.

Termografering foretages med et termografikamera, som måler varmestråling fra de objekter som det rettes mod.

Termografering kræver en temperaturforskel på ude og inde på min. 15°C.



Fig. 240.3. Yderdøren erstattes med en blower door med indbygget ventilator. Ventilatoren, som styres af en pc, kan skabe det nødvendige over- eller undertryk i bygningen.

Kameraet kan herefter omsætte denne varmestråling til varmegrader. Se fig. 240.7. Mens testen kører, kan man fin

de utæthederne ved at måle vindhastigheden omkring gennemføringer og andre svage steder. Se Fig. 240.5.



Fig. 240.4. Alle tilsigtede åbninger i konstruktionerne lukkes til, så de ikke har indflydelse på resultatet af testen.



Fig. 240.5. Vindmåleren måler vindhastigheden gennem utætheden og kan dermed indikere områder med utætheder og potentielle trækgener.



Fig. 240.6. Loftlem



Fig. 240.7. Mørke farver angiver kolde områder og er dermed med til at indikere problemer med lufttætheden. Her mangler der tætning langs rammen ved loftlem.



Fig. 240.8. Termografi af vindue. Selve vinduet kan forventes at være koldere end væggen, men der bør ikke være mørke striber fra skyggelisten og ind.



Fig. 240.9. Termografi af aftræk. Selve dækslet er koldt. Det kan forventes, men der kommer også luft ind under flangen og ved skyggelisten. Der er ikke tætnet tilstrækkeligt.



# Fokuspunkter ved lufttæthed

## Lufttæthed, hvordan?

Tæthed i et hus opnås typisk ved at anvende dampspærre, der udover at skabe tæthed også forhindrer fugt i at kondensere i konstruktionen.

Tætheden i klimaskærmen opnås ved at skabe et tæthedsplan, der går gennem hele huset. Dét kræver stor opmærksomhed på detaljer fx ved gennemføringer og samlinger mellem bygningsdele.

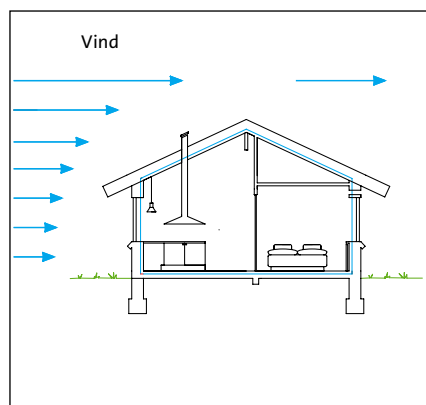


Fig. 240. 9. Tæthedsplan

## Tips til tæt dampspærre

### Placering

Dampspærren bør placeres et stykke inde i isoleringen, så det er muligt at føre installationer uden at gennembryde dampspærren.

Vær dog opmærksom på at dampspærren som hovedregel ikke må placeres længere inde end 1/3 i den samlede isoleringstykkelse, set fra den varme side

### Opsætning

Samlinger tilslutninger og gennemføringer skal foretages på et stabilt underlag, så arbejdet kan udføres sikkert og holdbart.

Underlaget skal være fast og plant, så det er muligt at udføre en tæt samling.

### Samling

Alle samlinger og tilslutninger skal udføres med egnede klæbede (tape, fugebånd) eller fugede løsninger. Klemte samlinger giver ikke den fornødne tæthed og bør kombineres med brug af fugebånd.

Samlinger bør foretages over et modhold og have et overlæg på mindst 100 mm .

### Tilslutning

Ved tilslutning til andre materialer skal der anvendes egnede fugede eller klæbede løsninger foretaget på fast underlag.

### Gennemføring

Samlinger ved gennemføringer skal foregå med modhold bag dampspærren, så det er muligt, at opnå en helt tæt og holdbar løsning. Tætningen kan ske med tape eller egnet fugemateriale.

### Samling ny/gammel dampspærre

Der skal ved reoveringer sikres tætte samlinger mellem eksisterende og ny dampspærre. Intakte pudsede lofter kan betragtes som lufttætte.

## Udbedring af skader

Udbedring af skader i dampspærren kan, ved huller med en diameter op til 50 mm eller ved rifter op til 150 mm, foretages med en diffusionstæt tape.

Større skader udbedres med et stykke dampspærre med 100 mm overlæg i alle retninger. Der tapes.

## Tips til lufttætte konstruktioner

Det er vigtigt, at lufttætheden tænkes ind i projektet på et tidligt tidspunkt, da det kan være meget svært at opnå den fornødne tæthed i konstruktionerne senere i projektet. Det har erfaringsmæssigt vist sig, at der er nogle problemområder, når det gælder om at skabe lufttæthed.

### El-installationer

Det bør tilstræbes, at el-installationer føres uden gennembrud af dampspærren. Dette kan gøres ved at bygge dampspærren et stykke ind i konstruktionen, så installationer kan føres på den varme side af dampspærren. Se Fig. 240.10.

### Installationer i hulmur

El-installationer trækkes ofte gennem bagmuren og føres videre i hulmuren.

Dette giver et stort antal utætte gennemføringer, som er svære at tætne ordentligt. Det bør tilstræbes at samle ledningerne i fælles føringsveje og minimere antallet af gennembrygninger af bagmuren. Gennembrydninger skal tættes.

### Eldåser

Eldåser anbragt i væg og i loft bør monteres på den varme side af dampspærren og på et fast underlag for at sikre, at dampspærren ikke rives i stykker. Se Fig. 240.11.

### Spots

Ved brug af indbygningsspot bør der anvendes en safe box, der sikrer, at lufttæt monteringen er mulig. Ledningsgennemføringer i safeboksen skal tættes.

En anden mulighed er at anvende lavvoltage godkendt til direkte indbygning i isoleringen kombineret med en opbygget dampspærre. Se Fig. 240.12.

### Stålskorstene

Der skal vælges en løsning der lever op til både brandkrav og lufttæthedskrav.

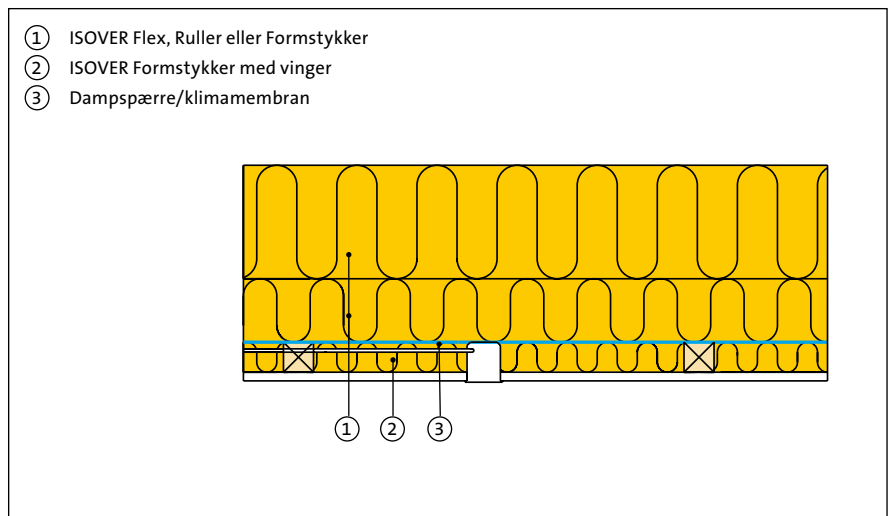


Fig. 240.10. Opbygget dampspærre

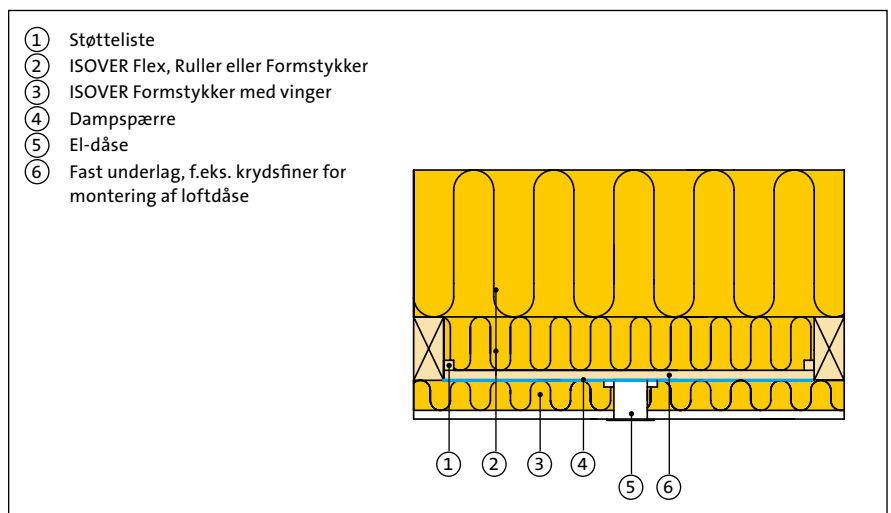


Fig. 240.11. Montering af el-dåse på fast underlag

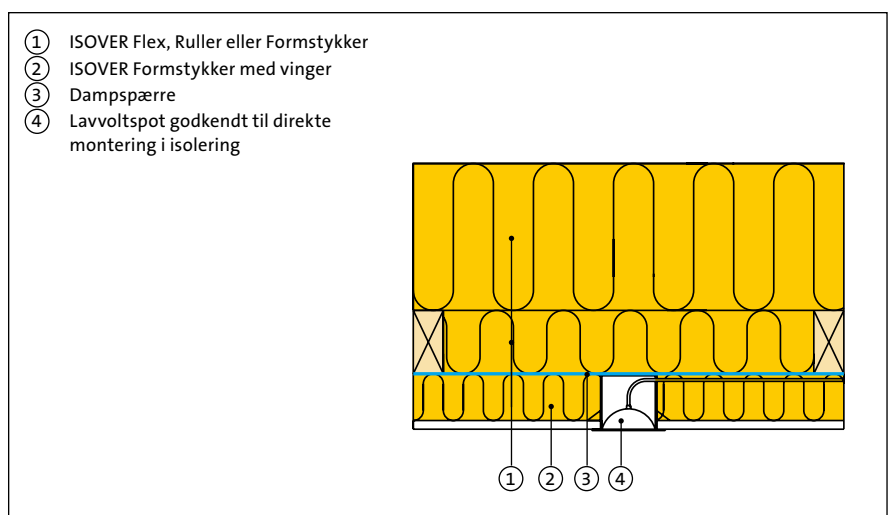


Fig. 240.12. Lavvoltage godkendt til direkte montering i isolering



## Let ydervæg/loft

Ved samlinger mellem dampspærre i loft og væg foretages samlingen med min. 100 mm tapet overlæg, som forskydes fra hjørnet. Se Fig. 240.13.

## Tung ydervæg/loft

Ved tungt byggeri kan der inden oplægning af rem monteres et stykke dampspærre på bagmuren. Dampspærren sikres ved anvendelse af et egnet fugemateriale. Se Fig. 240.14.

Dampspærren føres herefter op langs remmen og tilsluttes til dampspærren fra loftet med et tapet overlæg på min 100 mm forskudt fra hjørnet. Se Fig. 240.15.

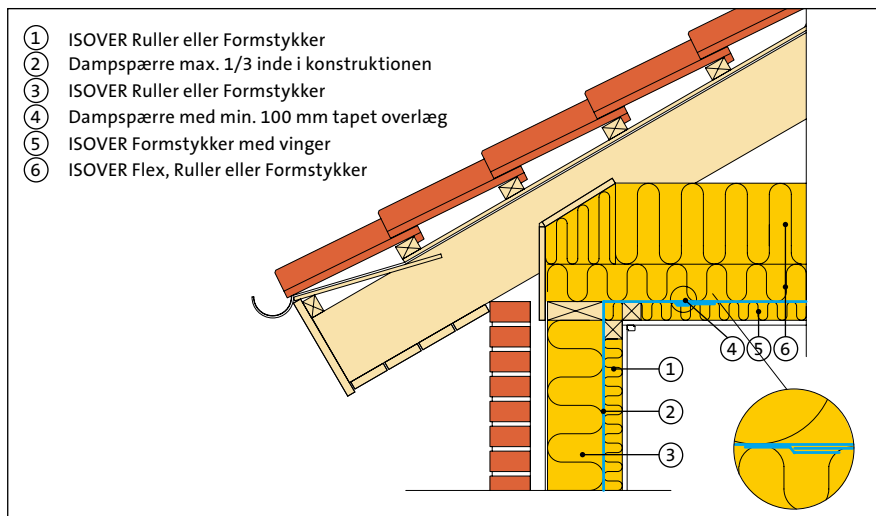


Fig. 240.13. Samling af dampspærre ved let ydervæg/loft

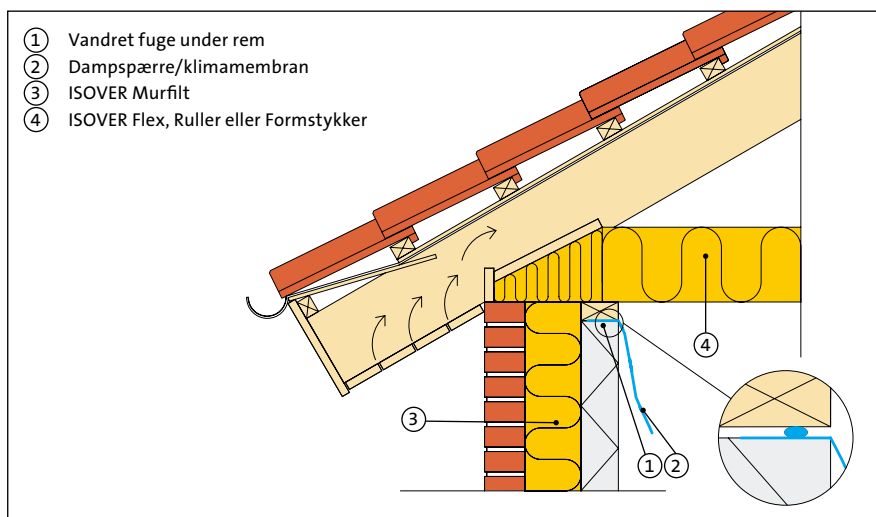


Fig. 240.14. Montering af dampspærre ved tung ydervæg/loft.  
Step 1: Dampspærre monteres under rem m. elastisk fuge

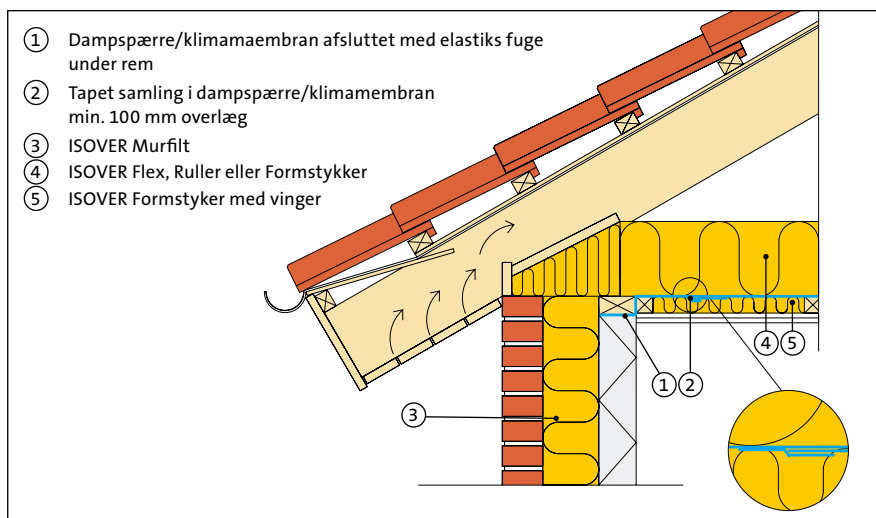


Fig. 240.15. Montering af dampspærre ved tung ydervæg/loft.  
Step 2: Dampspærre fra loft samles med dampspærre fra underkant rem.

### Klemte samlinger

Det er svært at få en bygning igennem en blower door test hvis der er brugt klemte samlinger. Når bygningen varmes op tørrer træet ud og samlingerne er ikke længere tæt. Derfor bør der anvendes et egnet fugemateriale sammen med de klemte samlinger i alle type konstruktioner. Se Fig. 240.16.

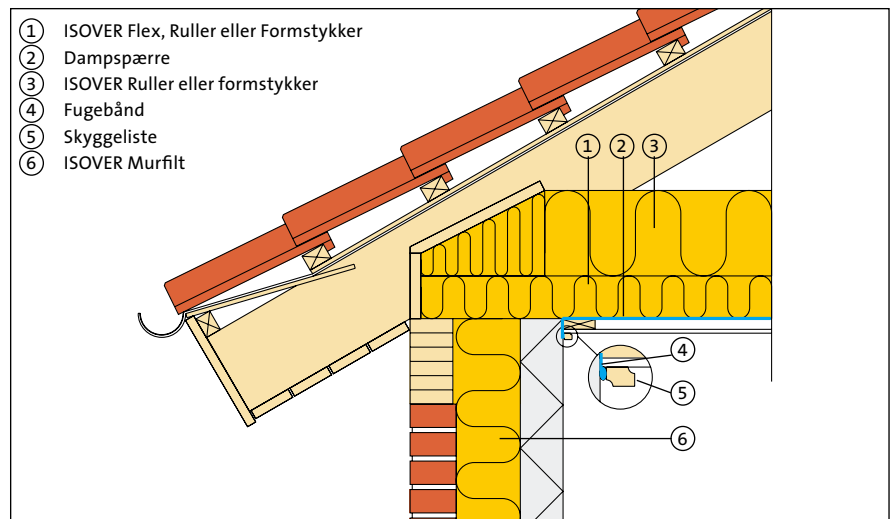


Fig. 240.16. Klemt samling



## Friskluftventiler i væg

Friskluftventiler, der føres gennem ydervæggen, skal tætnes. Dette er særligt vanskeligt ved let byggeri.

## Fundament/terrændæk

Fundamentsblokke er ikke i sig selv tætte, og der skal derfor indtænkes en egnet løsning i forbindelse med fundamentsdetaljer, så lufttæthed mellem terrændæk og fundament sikres.

En mulig sikring af lufttætheden kan opnås ved at støbe fundament og terrændæk i én arbejdsgang. Dette gøres ved at anvende en præfabrikeret form af polystyren. På denne måde undgås samtidig kuldebroen mellem fundament og terrændæk.

## Gennembrydninger

Kan gennembrydning af dampspærren ikke undgås, skal det sikres, at gennembrydningen efterfølgende tætnes. Der bør monteres et fast underlag for gennembrydningen, så det sikres, at tætningen mellem dampspærre og gennembrydning foregår på et stabil og plant underlag. Se Fig. 240.17.

## Tilslutning af vinduer i let byggeri

For at sikre lufttæthed ved vinduer i let byggeri kan der monteres fast underlag for dampspærren hele vejen rundt i lysningen.

Dampspærre i overmål fastgøres til underlaget og der laves overlappingsamlinger i alle hjørner af lysningen. Dampspærren fra vindueslysningen foldes herefter ind over dampspærren i væggen og samlingen tapes og klemmes. Afslutningen mod karm fuges med egnet fugemasse og klemmes bag lysningspanel. Se Fig. 240.18.

## Ydervæg/fundament, let byggeri

Udføres som ved loft/væg i let byggeri. Dampspærre i overmål fastgøres under fodremmen med egnet fugemasse eller fugebånd. Tapes efterfølgende til dampspærren i væggen med et min 100 mm tapet overlæg forskudt fra hjørnet.

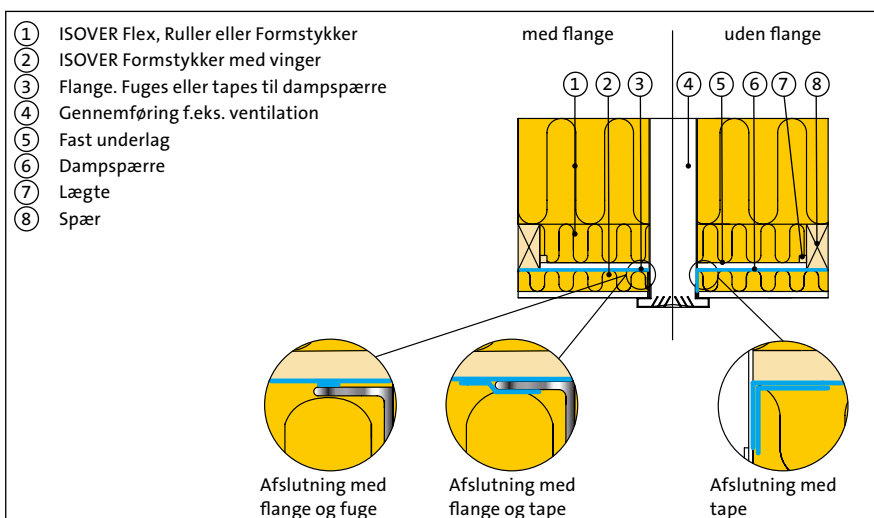


Fig. 240.17. Montering på fast underlag

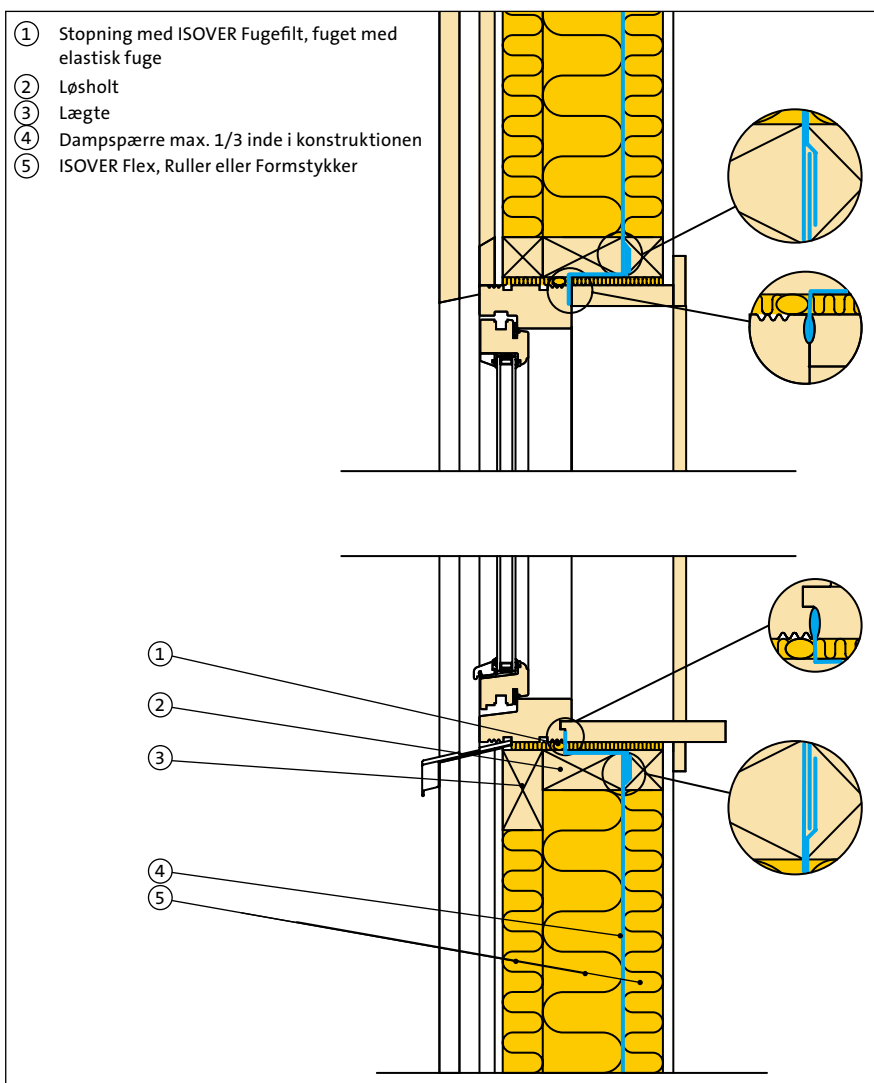


Fig. 240.18. Tilslutning af vindue i let byggeri

### Bjælkelag ved udnyttet tagkonstruktion

Et stykke dampspærre monteres under remmen og fastholdes med en elastisk fuge. Herefter føres dampspærren op langs remmen og hen langs loftet hvor den tilsluttes dampspærren fra loftet med et tapet overlæg på min. 100 mm. Samlingen forskydes fra hjørnet.

Mellem bjælkerne i etagedækket monteres et skot med overhøjde i forhold til bjælkerne. Dampspærren fra loftet skæres til omkring bjælkerne og fuges mod skottet og bjælker. Dampspærren fra skunkvæggen føres ned og fuges mod skottet. Se Fig. 240.20.

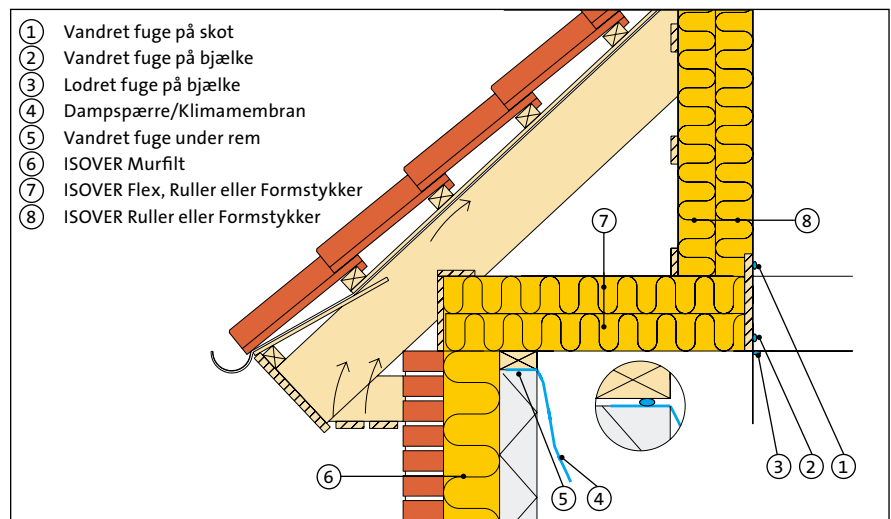


Fig. 240.19. Dampspærre ved bjælkelag i udnyttet tagkonstruktion.

Step 1: Dampspærre monteres under rem. skal monteres ml. bjælker og der fuges for monteringen af dampspærre

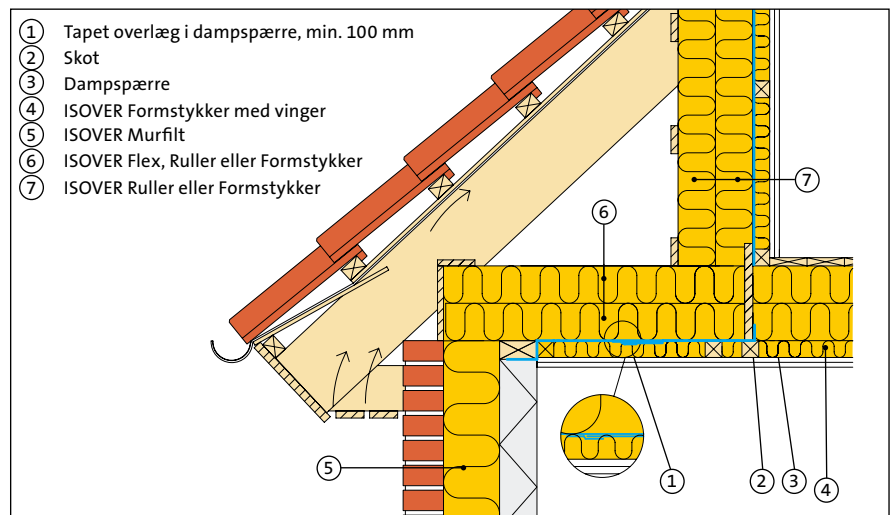


Fig. 240.20. Dampspærre ved bjælkelag i udnyttet tagkonstruktion.

Step 2: Dampspærre fra skunkvæg monteres og afsluttes mod skot og bjælker. Dampspærre fra loft afsluttes mod skot og bjælker. Dampspærre monteret under rem føres op langs rem og ind over dampspærre i loft hvor der afsluttes med tapet overlæg.

**ISOVER**  
Det er lettere at isolere med ISOVER

