

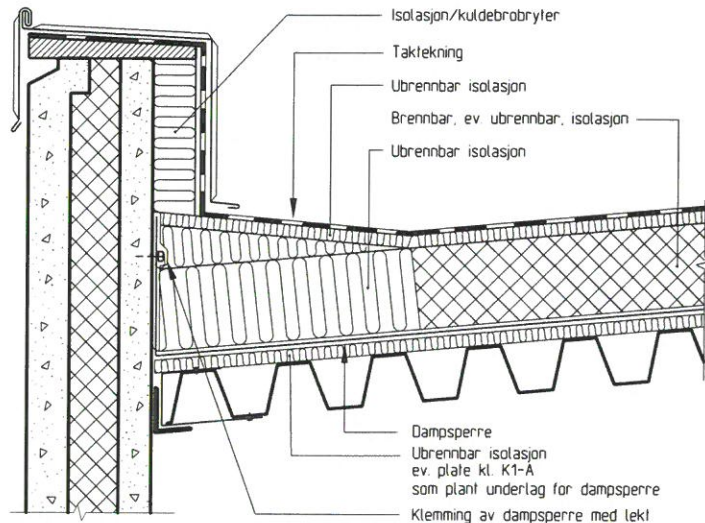
DAMPSPERRER I TAK

Faglig ansvarlig: Knut Noreng

INFORMASJONSBLAD Nr. 7
Utgitt april 1996

Takprodusentenes Forskningsgruppe
Sekretariat:
Norges byggforskningsinstitutt
Trondheimsavdelingen
Høgskoleringen 7
7034 Trondheim

Telefon: 73 59 33 90
Telefax: 73 59 33 80



INNLEDNING

Dette informasjonsbladet er laget av Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) og Norges byggforskningsinstitutt (NBI).

Bladet omhandler bruken av dampsperrer i tak, både i kompakte og luftede tak med og uten helning.

HVA ER TPF?

Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med taktekning i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning ved utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

Bedrifter tilsluttet TPF

Produsenter av isolasjonsmaterialer:
A/S Rockwool, Oslo

Produsenter av tekningsmaterialer
Icopal as, Fjellhamar
Isola as, Eidanger
Protan A/S, Drammen

Tekkefirmaer:
Hesselbergtak A/S, Oslo
Ing. Per E. Jønsen A/S, Drammen
Scanditak A/S, Tiller
Tak og Fasader A/S, Bergen
Takservice A/S, Spjelkavik
Karstein B. Vågenes A/S, Bergen
Eurotak A/S, Tiller
Ivarsson Tak AS, Narvik
Takmontøren AS, Skien

Assosierte medlemmer:
EJOT Festesystem A/S, Oslo
SFS Stadler A/S, Skårer
Christiania Spigerverk AS, Oslo
K-Plast AB, Strängnäs
Sjong Fasteners A/S, Oslo
Tingstad A/S, Oslo
Alkor Nordic K/S, Albertslund

INNHOLD

1. **Innledning**
2. **Fuktmekanikk**
 - 2.1 Relativ og absolutt fuktighet
 - 2.2 Luftfuktighet ute og inne
 - 2.3 Likevektsfukt og relativ luftfuktighet
 - 2.4 Dampdiffusjon og konveksjon
3. **Innvendige klimabelastninger**
 - 3.1 Innvendig luftfuktighet
 - 3.2 Innvendig lufttrykk
4. **Takkonstruksjoner**
 - 4.1 Luftede tak
 - 4.2 Kompakte tak
 - 4.3 Byggfukt
 - 4.4 Skader
 - 4.5 Råte og mugg
5. **Dampsperrer**
 - 5.1 Funksjon
 - 5.2 Krav til dampsperrer
 - 5.3 Dampsperrere typer
 - 5.4 Dampsperrer punktert av mekaniske festemidler for takteknninger
 - 5.5 Skjøting av dampsperrer
6. **Kontrollberegning av uttørkingspotensialet for forskjellige takutførelser**
7. **Valg av dampsperre på grunnlag av sikre erfaringsbaserte løsninger**
8. **Detaljøsninger**

1. INNLEDNING

På oppdrag fra Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) har Norges byggforskningsinstitutt (NBI) utarbeidet dette informasjonsbladet om "Dampsperrer i tak". Med tak menes det her både kompakte og luftede tak med og uten helning.

Hensikten har vært å samle tilgjengelig viten om temaet, og utarbeide en anvisning for valg av type og utførelse av dampsperra. Bakgrunnen for dette ønsket var blant annet mange fuktskader i tak som nettopp skyldtes gal bruk og utførelse av dampsperra.

Anvisningens første kapitler inneholder bakgrunnsstoff, og de to siste kapitlene inneholder råd og anvisninger. Skjemaene vist i kap. 7, viser en enkel metode for "dimensjonering" av dampsperra som kan benyttes der mer nøyaktige beregninger ikke er ønsket.

Arbeidet er finansiert dels av Norges Forskningsråd, dels av TPF og dels av NBI. En del av resultatene er gjort tilgjengelig gjennom samarbeid med prosjektgruppen i forskningsprogrammet "Fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner" og også prosjektgruppen til Statsbyggs "Skråtakprosjekt".

Vi har ment at det er to veier man kan gå når type dampsperre og utførelse av dampsperra skal velges:

- A) Valg basert på gjennomprøvde sikre løsninger er vist i kapittel 7. Kapittel 8 viser i tillegg noen eksempler på praktiske løsninger.
- B) Valg kan baseres på detaljerte fukttekniske beregninger og vurderinger for hvert aktuelt tilfelle hvor det blant annet tas hensyn til stedets klima. Det kan gjøres f.eks. på grunnlag av beregninger med dataprogrammet Match som vist i kapittel 6. Resultatene fra en slik beregning av fukttransporten ved diffusjon og av konstruksjonens uttørkingspotensiale, vurderes opp mot total fukttransport og mulige skadevirkninger.

2. FUKTMEKANIKK

Beskyttelse mot fuktskader krever en viss innsikt i fuktmekanikk. Fuktmekanikk er læren om hvordan bygningsmaterialer tar opp i seg, transporterer og avgir fuktighet. Mange materialeegenskaper er avhengig av fuktinnholdet:

- Endring i materialers fuktinnhold gir volumendringer som kan forårsake vridning, deformasjoner, utbuling og sprekkdannelser i konstruksjonene
- Høyt fuktinnhold gir risiko for råtedannelse i tre og trebaserte materialer, og et fuktig miljø forårsaker korrosjon på metaller
- Fukt påkjenninger forårsaker endringer i farge og utseende hos mange materialer
- Et materials varmeisolerende egenskaper svekkes med økende fuktinnhold

2.1 Relativ og absolutt luftfuktighet

Luftens evne til å ta opp fuktighet i form av vanndamp avhenger av temperaturen. Ved en gitt temperatur kan luften bare inneholde en viss mengde vanndamp. Vanndampens partialtrykk i luften ved maksimalt vanninnhold kalles metningstrykket. Dersom vannmettet luft tilføres ytterligere fuktighet eller hvis lufttemperaturen synker slik at metningstrykket blir lavere, vil det dannes kondens. Se tabell 2.1 som viser luftens maksimale fuktinnhold ved ulike temperaturer.

Fuktinnholdet i luften kan angis som relativ luftfuktighet (RF) som uttrykker vanninnholdet i prosent av det maksimale ved den aktuelle temperaturen. Fuktinnholdet kan også angis absolutt i gram pr. m³ luft eller som et partialtrykk i Pa (N/m²).

Tabell 2.1

Vanndampens metningstrykk og maksimale fuktinnhold ved ulike temperaturer (for minusgrader gjelder metningstrykket over is)

Temp. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)	Temp. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)	Temp. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)
30	4245	30,36	10	1228	9,40	-10	260	2,14
29	4005	28,78	9	1147	8,83	-11	238	1,97
28	3780	27,24	8	1072	8,28	-12	225	1,81
27	3565	25,80	7	1001	7,76	-13	199	1,66
26	3360	24,40	6	935	7,27	-14	181	1,52
25	3170	23,04	5	872	6,80	-15	166	1,39
24	2985	21,80	4	813	6,37	-16	151	1,27
23	2815	20,60	3	757	5,96	-17	137	1,16
22	2640	19,45	2	705	5,57	-18	125	1,06
21	2485	18,35	1	656	5,20	-19	114	0,97
20	2335	17,29	0	611	4,84	-20	104	0,88
19	2195	16,33	-1	563	4,48	-21	94	0,80
18	2060	15,40	-2	517	4,13	-22	85	0,73
17	1935	14,50	-3	475	3,82	-23	78	0,67
16	1818	13,65	-4	437	3,52	-24	71	0,61
15	1703	12,82	-5	402	3,24	-25	64	0,55
14	1596	12,09	-6	368	2,99	-26	58	0,50
13	1496	11,37	-7	338	2,75	-27	52	0,46
12	1400	10,68	-8	310	2,53	-28	47	0,41
11	1311	10,03	-9	284	2,33	-29	42	0,38
						-30	37	0,34

2.2 Luftfuktighet ute og inne

Den relative luftfuktigheten varierer både i løpet av årstiden og døgnet. Figur 2.2 viser eksempel på middelverdi av temperatur og luftfuktighet ute og inne.

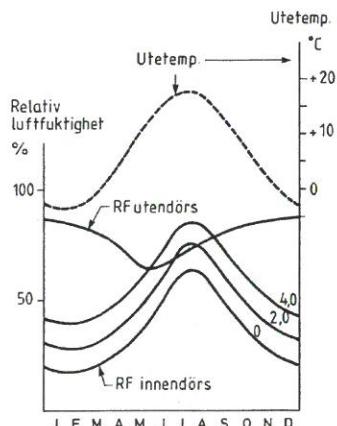


Fig. 2.2 Eksempel på middelverdi for temperatur og luftfuktighet utendørs og innendørs gjennom året. Verdien for innendørs luftfuktighet er beregnet ved forskjellige innendørs fukttilskudd ($V = 0, 2$ eller 4 g/m^3). V er husets volum i m^3 , n er luftskiftet i $\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$ og G er fuktproduksjonen i g/h .

2.3 Likevektsfukt og relativ luftfuktighet

Hygroskopiske materialer kan ta opp mye fuktighet direkte fra luften. Trevirke kan for eksempel ta opp ca. 27 - 30 vektprosent, noe som tilsvarer nærmere 150 kg vann pr. m^3 . For et materiale som lagres i omgivelser med konstant temperatur og relativ fuktighet, oppstår det etter hvert en likevekt hvor materialets fuktinnhold kalles *likevektsfukten*. Eksempler på fuktlikevektskurver, som også benevnes sorpsjonskurver, er vist i fig. 2.3. Sorpsjonskurven for et materiale blir noe forskjellig, alt etter om materialet når likevekten gjennom oppfuktning eller uttørring. Ved oppfuktning kalles kurven adsorpsjonskurve, ved uttørring desorpsjonskurve.

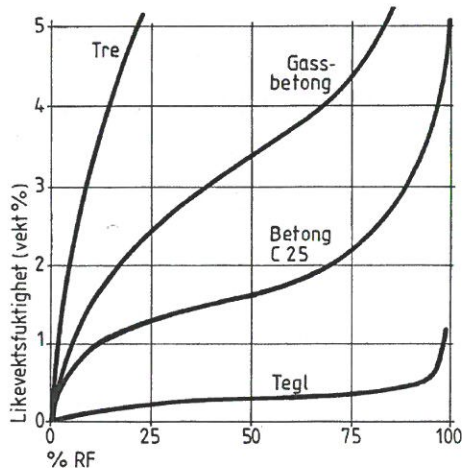
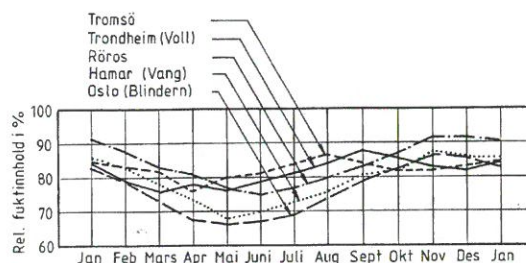


Fig. 2.3 Eksempel på sorpsjonskurver ved oppfuktning for fire materialer

Det framgår av figuren at den relative luftfuktigheten er langt lavere innendørs enn utendørs om vinteren, men den store forskjellen i metningstrykk mellom varm inneluft og kald uteluft gjør at inneluften likevel inneholder langt mer vanddamp enn uteluften.



Typisk variasjon i utendørs luftfuktighet.

To materialer som er i kontakt, vil etter hvert få samme relative luftfuktighet (% RF) i porene, selv om fuktinnholdet i vektprosent kan være forskjellig.

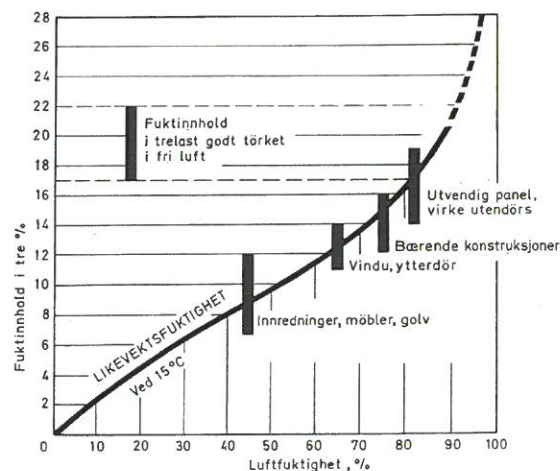


Fig. 2.4 Trevirkets likevektsfuktighet ved forskjellige luftfuktigheter og temperaturer med angivelse av typiske fuktinnhold i trevirke i ulike bruk.

2.4 Dampdiffusjon og konveksjon

Fuktransporten inne i et materiale og i en konstruksjon kan foregå både i dampfase og i væskefase (kapillærtransport). I forbindelse med beregninger av risiko for kondens i eller på bygningsdeler er det først og fremst transporten i dampfasen som har interesse.

Denne transporten kan foregå på to måter; konveksjon og diffusjon:

- *Fuktkonveksjon*, som innebærer at vanndamp transporteres med luftstrømmer. Konveksjonen av fukt gjennom en konstruksjon er avhengig av lufttettheten og trykkforskjellen over konstruksjonen.
- *Diffusjon*, som innebærer at vannmolekyler beveger seg gjennom materialet i retning mot avtakende damptrykk. Det vil si at det er det absolutte fuktinnholdet i luften eller damptrykket som avgjør hvilken vei diffusjonen går, og ikke forskjeller i relativ luftfuktighet.

Se Byggedetaljblader, 421.132 som viser hvordan fukttransport ved konveksjon eller diffusjon kan beregnes.

De vanligste uttrykkene er:

- *Vanndamppermeabilitet* (δ_p), i det følgende kalt permeabilitet, er vanndamptransport gjennom et materiale $\text{kg}/(\text{msPa})$ (egentlig $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot (\text{Pa}/\text{m}))$).
- *Vanndamppermeans* (K_p) er vanndamptransport gjennom et materiale (sjikt) med gitt tykkelse ($\text{kg}/(\text{m}^2\text{sPa})$). Permeansen, beregnet ut fra materialets permeabilitet og aktuell lagtykkelse (d_g uttrykt i m) er $K_p = \delta_p / d_g$.
- *Vanndampmotstand* (Z_p) er et mål på damp tettheten til et materiale (sjikt) med gitt tykkelse ($\text{m}^2\text{sPa}/\text{kg}$). Motstanden, beregnet ut fra materialets permeabilitet og aktuell lagtykkelse (d , uttrykt i m), er $Z_p = d / \delta_p$ (ev. $Z_p = 1 / K_p$).

Eksempel: Permeabiliteten for sponplate er $3,8 \times 10^{-12} \text{ kg}/(\text{msPa})$.

Vanndampmotstanden for 12 mm sponplate er:

$$Z_p = 0,012 / 3,8 \cdot 10^{-12} = 3,2 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa}/\text{kg}.$$

3. INNVENDIGE KLIMABELASTNINGER

3.1 Innvendig luftfuktighet

Luftfuktigheten i bygninger varierer mye med årstiden og med bygningens bruk og ventilasjon. Når man skal vurdere en takkonstruksjons fukttekniske forhold, er det derfor viktig å kjenne til fuktforholdene i rommene under taket.

Jo større fuktinnhold romluften har, dess større fuktmengder kan bli transportert opp i taket og jo større er risikoen for kondens i takkonstruksjonen.

Det gjelder både ved diffusjon og når fukttransporten skjer ved luftstrømning (konveksjon).

Fuktmålinger i den aktuelle bygningen kan fortelle hvor stor den innvendige luftfuktigheten er.

En bygning med utilstrekkelig ventilasjon kan ha et meget fuktig innneklima.

Fuktproduksjon

Fuktproduksjonen kommer fra avdunsting og utånding fra mennesker og dyr, fra oppvask, vasking og tørking av klær, bad og dusj, rengjøring, matlaging og plantevekster. F.eks. vil innendørs svømmebasseng og akvarier øke produksjonen av fukt. I blant forekommer også befuktning av innendørsluften.

Fuktproduksjonen varierer selvfølgelig i tid og rom, men den utjevnes på grunn av fuktkonveksjon, transport av luften, mellom rom og gjennom den høye fuktkapasiteten hos innredning og bygningsmaterialer.

I henhold til undersøkelse utført i Sverige har småhus en fuktproduksjon på gjennomsnittlig $9,8 \pm 0,5 \text{ kg}/\text{døgn}$ og en leilighet i blokk produserer $5,8 \pm 0,4 \text{ kg}/\text{døgn}$.

Fukttilskudd

Fukttilskuddet er forskjellen (positivt forskjell = økning) mellom dampinnholdet i inneluften og dampinnholdet i uteluften.

Dampinnholdet i inneluft er avhengig av dampinnholdet i uteluften, fuktproduksjonen i inneluften og ventilasjonsmengden.

$$v_i = v_u + v_{FT} \quad v_{FT} = \frac{G}{Q}$$

- der
- v_i = dampinnholdet i inneluften kg/m^3
 - v_u = dampinnholdet i uteluften kg/m^3
 - v_{FT} = fukttilskuddet kg/m^3
 - G = fuktproduksjon $\text{kg}/\text{døgn}$
 - og Q = ventilasjonsmengde $\text{m}^3/\text{døgn}$

Tilskuddet for småhus er $2 - 5 \text{ g}/\text{m}^3$ med middelverdi på $3,6 \pm 0,1 \text{ g}/\text{m}^3$. For leiligheter i boligblokker er tilskuddet noe lavere: $1,5 - 4 \text{ g}/\text{m}^3$ med en middelverdi på $2,9 \pm 0,1 \text{ g}/\text{m}^3$.

3.2 Innvendig lufttrykk

Når det er forskjell i lufttrykket ute og inne, strømmer luft gjennom ventiler og andre åpninger og utettheter i bygningskonstruksjonen.

Lufttrykkforskjellene skapes dels av vind, dels av ventilasjonsanlegg og dels av temperaturdifferanser, se fig. 3.2. hentet fra NBIs Trehusbok.

Vinden skaper et utvendig undertrykk på lénsiden og et utvendig overtrykk på losiden (vindsiden) av huset. Størrelse og plassering av byggets utettheter, avgjør om det resulterer i innvendig over- eller undertrykk. NS3479 kap. 4.2.5 sier mer om dette.

Store deler av flate tak kan få innvendig overtrykk så å si uavhengig av vindretningen på grunn av termisk oppdrift inne i bygningen.

I byggets nøytralzone er trykkforskjellen på grunn av temperaturforskjeller lik null. Fordelingen av utettheter i huset avgjør hvor nøytralsonen befinner seg. Hvis alle utetthetene finnes i nedre del, vil det bli overtrykk i hele huset.

Viftene i mekaniske ventilasjonsanlegg skaper også trykkforskjeller mellom ute- og inneluft. Trykkforskjellene skapt av ventilasjonsanlegget kan variere med mer enn 10 Pa, avhengig av om det er overtrykksventilasjon, balansert ventilasjon eller undertrykksventilasjon.

Maksimalt overtrykk på grunn av skorsteinseffekten varierer med temperaturforhold, volum, fordeling av utettheter og bygningens høyde. Som en tommelfingerregel kan man si at overtrykket på grunn av termisk oppdrift er omkring 1 Pa pr. m høyde i middels kalde strøk av landet.

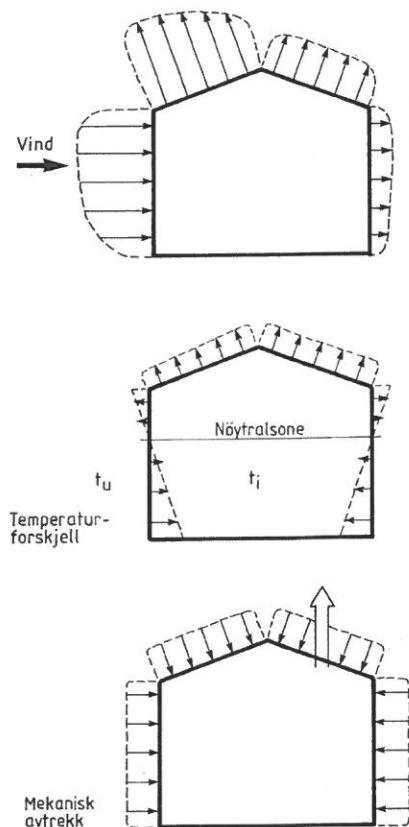


Fig.3.2

Trykkforskjeller over yttervegger og tak på grunn av vind, termisk oppdrift og mekanisk avtrekk. Plasseringen av nøytralsonen i trykkbildet for den termiske oppdriften er basert på en noenlunde jevn fordeling av utettheter.

4. TAKKONSTRUKSJONER

Utførelse og valg av takkonstruksjon skal tilfredsstillere funksjonskravene i Byggeforskriftene. Det kan gjøres ved å ta hensyn til følgende fire generelle hovedpunkter:

- Bygningsdeler og konstruksjoner skal være utført slik at fukt ikke kan trenge inn i eller gjennom disse og gi fuktskader og ulemper.
- Ytterkonstruksjoner skal utformes slik at vann som kommer utenfra blir ledet bort.
- Alle konstruksjoner som inneholder materialer som kan skades av fukt, skal være utført slik at eventuelt innebygd fukt skal kunne tørke ut.
- Materialer og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging at det ikke oppstår fukt-problemer med vekst av mikroorganismer, nedbryting av organiske materialer og økt avgassing.

For at en takkonstruksjon skal kunne tilfredsstillere det første av disse hovedpunktene, kreves både en viss lufttetthet og dampmotstand.

Lufttetthet

Det er alltid behov for lufttetthet i isolerte tak

- mot gjennomstrømning utenfra og inn
- mot gjennomstrømning innenfra og ut
- mot vindinntrengning i isolasjonssjiktet

Tilstrekkelig lufttetthet kan oppnås ved hjelp av:

- bærekonstruksjon f.eks. plasstøpt betong
- utvendig taktekking med tette detaljer
- innvendig tettesjikt f.eks. i form av lufttett dampsperre med tette skjøter og avslutninger mot tilsvarende lufttetting i tilstøtende vegger

Vanddampmotstand

Det er vanligvis behov for en viss dampmotstand på varm side av isolasjonen. Det er nødvendig for å hindre oppfukning ved diffusjon fra varm side. I takkonstruksjoner av råtefarlige materialer er det vanligvis behov for en viss *dampåpenhet* på kald side av isolasjonen. Det er nødvendig for at eventuell fukt skal kunne transporteres ut til den kalde siden.

4.1 Kompakte tak

Kompakte tak er tak der de forskjellige materialsjiktene ligger direkte på hverandre uten noen form for luftspalte eller luftede sjikt. I slike tak vil taktekkingen kunne fungere som en del av lufttettingen, men de vanlige utførelser gir utettheter f.eks. ved parapet/raft slik at dampsperra også her blir det tettesjiktet som man må stole på med hensyn til lufttetthet.

Kompakte tak vil ha to mer eller mindre dampette sjikt, dampsperra og taktekingen. Bruk av trebaserte materialer mellom to dampette lag må unngås fordi eventuelt innestengt fukt kan forårsake råte.

Kompakte tak blir å oppfatte som varme tak med sannsynlig snøsmelting til følge. Hovedregelen er at kompakte tak derfor må utføres med innvendige nedløp for å unngå at smeltet snø renner ut på kalde soner av taket (takutstikk) hvor det kan fryse til is og skape problemer.

4.2 Luftede tak

Med luftede takkonstruksjoner forstås tak der det over varmeisolasjonen og under taktekingen finnes et hulrom som skal kunne gjennomstrømmes av uteluft. Denne uteluften skal kunne luften ut eventuell fuktighet i takkonstruksjonen uten å forringe takets isolerende evne. Samtidig skal utluftingen gi lav temperatur på tekingen slik at snø ikke smelter. Gode uttørings-forhold er en viktig egenskap hos luftede takkonstruksjoner.

4.3 Byggfukt

Bygningsmaterialer som f.eks. betong og tre har i et nytt bygg et overskudd av fukt (såkalt byggfukt) som må tørke ut før materialene får likevektsfuktinnhold i henhold til luftfuktigheten i bygningen. Uttørkingen er en prosess som kan ta lang tid og som kan forårsake mange praktiske problemer. Det er viktig å ha kontroll med slik fuktighet i forhold til materialvalget i konstruksjonen og dens uttørkingmulighet. Innbygging av byggfukt i kompakte takkonstruksjoner med trebaserte materialer må unngås.

Kompakte tak med tung mineralull på betongdekke og med teking av asfalt takbelegg eller folie, inneholder ingen organiske materialer som kan skades av fukt. Betongen vil imidlertid inneholde svært mye fuktighet som etter hvert kan bevege seg opp i isolasjonen og redusere varmeisolasjonsevnen. Denne løsningen kan enkelt fuktsikres ved å legge et dampett sjikt (plastfolie) på betongdekket før isolering og teking monteres. Fuktigheten hindres da i å bevege seg (diffundere) oppover i konstruksjonen og kondensere, men kan senere (over lang tid) ha mulighet til å tørke ut nedover. Dette er en løsning vi vet fungerer.

4.4 Skader

Byggforsk har i sitt skadearkiv et rikholdig utvalg av rapporter om fuktskader. Fukt enten som lekkasje fra utsiden eller som kondens fra innsiden, er den dominerende skadeårsak. Bruk av tre og trebaserte materialer i fuktutsatte konstruksjoner, kan gi betydelige råteskader i løpet av få år.

Råteutviklingen kan bli akselererende fordi forråtningsprosessen frigjør vann. Andre skader som følge av lekkasje eller kondens, er mugg (lukt), neddrypp, korrosjon og økt varmetap.

Utførelsen av dampsperra er viktig for fuktsikringen av bygget. Nesten like viktig som at et tak har god regntettethet er det at det har uttørkingmulighet. Innvendige trykkforhold i bygningen (drift av ventilasjonsanlegget) er også en meget viktig parameter når det er snakk om å unngå byggskader.

4.5 Råte og mugg

Den viktigste faktoren for soppvekst er mengden tilgjengelig vann. De enkelte organismene har bestemte grenser for hvor tørt eller fuktig det kan være ved vekst. Blir det for tørt stanser veksten opp. Enkelte arter dør så snart de tørker ut, mens andre overlever uttørring i flere år.

For at soppspor skal kunne spire på eller i trevirke, kreves i de fleste tilfeller temperaturer over 10 °C og fritt vann. Hvis trevirket først er infisert, trengs temperaturer over +5 °C og trefuktighet helst over 20% (likevektsfuktighet ved RF = 85%) for videre vekst. Ved langvarige perioder med ideelle forhold, vil et angrep kunne bli svært omfattende. Mugg kan forekomme på samme måte på overflater som utsettes for fuktighet over noe tid tilsvarende RF 75% for trebaserte materialer og 85% for mineralull.

Råtesopper er spesialisert til å bryte ned cellulose og/eller lignin. De må derfor ha treverk eller produkter som har innhold av slike stoffer (f.eks. papir) for å leve. Muggsopp som forekommer i bygninger har imidlertid stor evne til å finne næring i mange forskjellige materialer, f.eks. gummi, lakk, maling, næringsmidler, papir, plast og treverk.

Problemene med råte i bygninger er av estetisk, helsemessig og nedbrytningsmessig art. Problemene med mugg i bygninger er av estetisk, helsemessig og lukt-messig art.

5. DAMSPERRER

5.1 Funksjon

Dampsperra har flere funksjoner. Den skal hindre at fukt trenger innenfra og ut i vegger og tak ved diffusjon og luftlekkasjer, fukt som senere kan gi fuktskader. Den skal også hindre at det oppstår sjenerende trekk og varmetap på grunn av luftlekkasjer.

For at dampsperra skal fungere også som et lufttettende sjikt, må den utføres med tette skjøter og avslutninger mot gjennomføringer, og med tette tilslutninger mot dampsperrsjiktet i veggene.

5.2 Krav til dampsperrer

Produktnorm 8000 "Plastfolier til dampsperre i bygg" fra Norsk Plastforening, inneholder krav og prøvingsmetoder for dampsperrer av polyetenfolie. Disse omfatter mekaniske egenskaper, aldringsbestandighet, samt krav til råvarekvalitet. Mykhet, seighet og styrke er viktige egenskaper for å få til en god montasje. Produktnorm 8000 gjelder bare for plastfolier av polyeten, men den bør være retningsgivende også der dampsperrer av andre materialer velges.

Vanndampmotstanden for dampsperrer (se tabell 5.2) bør ikke være lavere enn $50 \cdot 10^9 \text{ m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/kg}$. Når man planlegger en konstruksjon som inneholder råtefarlige materialer, må samlet dampmotstand på varm side av varmeisolasjonen minst være fem ganger større og helst ti ganger ganger større enn samlet dampmotstand på kald side.

I kompakte tak uten råtefarlige materialer på bygg med mindre innvendig fuktbelastning, kan taket konstrueres på vanlig måte med dampsperre av PE-folie eventuelt med dampsperre som muliggjør uttørring innover sommerstid.

Tabell 5.2

Vanndampmotstanden for noen dampsperryper

Type	Tykkelse	Vanndampmotstand ved 35 - 75 % RF ($\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/kg}$)
Polyetenfolie	0,15 mm	$360 \cdot 10^9$
Polyetenfolie	0,20 mm	$450 \cdot 10^9$
Aluminiumsfolie m/kraftpapir		$240 \cdot 10^9$
PVC-folier, (mykgjort)	1,0 mm	$70 \cdot 10^9$
Butylfolier	0,5 mm	$900 \cdot 10^9$
Asfalt takbelegg med stamme av polyesterfilt	2 mm	$700 \cdot 10^9$
Hygrodiode	0,5 mm	$100 \cdot 10^9$

5.3 Dampsperryper

Polyetenfolie er i dag nærmest enerådende som materiale til dampsperre. Den produseres i tykkelser opp til 0,20 mm og i flere forskjellige bredder og lengder. Det anbefales å bruke minimum 0,15 mm tykk folie fordi denne ikke skades så lett ved montering som tynnere typer.

Andre typer

I kompakte tak kan det være aktuelt med dampsperre av andre materialer. De mest aktuelle er asfalt takbelegg med stamme av glass- eller polyesterfilt, takfolier av polyvinylklorid (PVC) eller butyl.

Dampsperrer med høy mekanisk styrke og sveiste skjøter og som kan fungere som midlertidig tekning, kalles ofte takfuktsperrer.

Hygrodiode

Hygrodiode er en type dampsperre som er utviklet for å gi konstruksjonen et større uttørringspotensiale enn når ut på jevne flater uten vanskelige detaljer.

I bygg med høy innvendig fuktbelastning må skikkelig dampsperre/ takfuktsperre benyttes. For å gi takkonstruksjonen uttørringsmulighet bør luftede tak vurderes i slike tilfeller.

Tak på fryselagre der innvendig temperatur hele året er lavere enn utetemperatur, må ha størst mulig dampptetthet på tekningen. På grunn av konstante forhold vil damptrykkets gradient alltid gå utenfra og inn og aldri gi mulighet for uttørring. Innvendig dampsperre er ikke påkrevd, men gjerne et sjikt for å sikre lufttetthet.

Lufttetthet

I Byggeforskriften, kap. 53, er det stilt krav til samlet lufttetthet for ferdige bygninger. Samlet lekkasje gjennom flater og sammenføyninger skal være mindre enn en viss verdi. For å klare alle aktuelle tetthetskrav, bør luftgjennomgangen for dampsperr materialet ikke være større enn $0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$.

I praksis er det *skjøtene og gjennomføringene* som er avgjørende for lufttettheten. Dampsperrer bør derfor kunne leveres i store bredder slik at de kan monteres med et minimum av skjøter.

vanlige dampsperrer brukes. Hygrodiodes funksjonsprinsipp er vist i fig. 5.3. og er basert på at taket varmes opp av solbestråling slik at eventuell fukt drives ned og kondenserer på hygrodiode som leder fukten ut kapillært slik at den avdunstes til rommet under. Løsningen gir ikke like god lufttetthet som bruk av takfuktsperre med sveiste skjøter og bør derfor vurderes nøye før bruk i bygg med høyt innvendig lufttrykk eller høy innvendig RF. Imidlertid viser den så gode uttørringsegenskaper i andre tilfeller at dette kan være et godt alternativ hvor taket får tilstrekkelig soloppvarming.

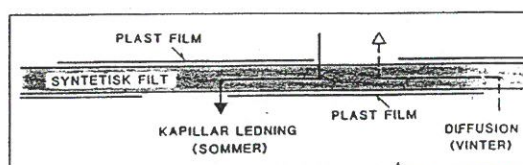


Fig. 5.3 Hygrodiodes funksjonsprinsipp

5.4 Dampsperre punktert av mekaniske festemidler for taktekking

I 1992 ble det i NBIs laboratorier gjort en undersøkelse av luftgjennomgang i dampsperrer, omleggsskjøter og gjennom dampsperrer punktert av mekaniske festemidler. Luftgjennomgang forårsaket av "feilmontasjer" er betydelig større enn lekkasjene forårsaket av normalt monterte festemidler. Det er derfor viktig å bruke løsninger som hindrer at bor eller skruer kan skli på underlaget. Feilmonterte festemidler må ikke fjernes.

For bygningskategorier med spesielt stor innvendig klimabelastning som svømmehaller, fuktig industri av typen vaskerier, trelasttørker og liknende, fraråder Byggforsk mekanisk innfesting av taktekniker på kompakte tak. Vurder singelbelastet teknikk. Selv små feil og mangler vil i slike bygg kunne føre til betydelige fuktproblemer.

Fig. 8.4 i kap. 8 viser en konstruksjonsløsning som kan benyttes i noen slike tilfeller (ikke i risikoklasse R4), helst utført med lufttet teknikk.

5.5 Skjøting av dampsperrer

For å oppnå et lufttett sjikt må all skjøting utføres nøye. Dette kan utføres på flere måter. Helt lufttette sjikt oppnås bare med sveiste skjøter der dampsperra legges ut på jevne flater uten vanskelige detaljer.

Omleggsskjøt

Forsøk har vist en relativt høy luftgjennomgang i omleggsskjøter og at det ikke er noen entydig sammenheng mellom omleggsbredde og luftgjennomgang. Den bør derfor bare brukes for de innvendige klimaklasser den er anbefalt. Dampsperra må da legges på et jevnt underlag, omlegget må være 200 mm og belastes med isolasjon slik at en viss klemming oppnås. Løsningen må ikke brukes i lokaler med overtrykk eller høy fuktbelastning.

Tape

Taping av skjøtene på en dampsperre kan bare anbefales som fullverdig løsning så fremt tapen bare benyttes til å holde de to banene sammen i omlegget. Tapen må ikke benyttes for å overføre hverken strekk eller skjærkrefter. Bestandigheten må kunne dokumenteres. Resultatene er i stor grad avhengig av forholdene på montasjestedet.

Fugemasse, fugelister

Større sikkerhet for lufttetthet av en omleggsskjøt kan oppnås ved i tillegg å benytte fugemasse eller tetningslist. Ved bruk av fugemasse er det viktig å undersøke om den hefter skikkelig til PE-folien. I tillegg finnes det tettebånd av EPDM gummi og spesiallagde skjøteskinner som i enkelte tilfeller kan benyttes.

Sveising

Varmesveising av PE-folier er i dag en tungvindt og derfor lite anvendt metode, men der det er benyttet, gir det en lufttett og bestandig skjøt.

6.0 KONTROLLBEREGNING AV UTTØRKINGSPOTENSIALET FOR FORSKJELLIGE TAKUTFØRELSER

Om en konstruksjon er fuktteknisk akseptabel kan kontrolleres på forskjellige måter som kan inndeles etter hvor nøyaktige de er:

- sammenlikne beregnet damptrykk og beregnet metningstrykk over konstruksjonen
- sammenlikne beregnet oppfuktning og beregnet uttørkingsevne ved diffusjon (Glasermetoden)
- foreta en dynamisk analyse av fukttransporten gjennom konstruksjonen over ett eller flere år ved hjelp av dataprogrammer.

Av beregninger som er utført ved NBI for kompakte tak og referert i prosjektrapport (N3796), kan vi trekke følgende konklusjoner:

- Å fjerne dampsperra i en konstruksjon uten tilstrekkelig egentetthet gir uønskede fuktansamlinger.
- Å fjerne dampsperra på en plassstøpt betongkonstruksjon tillater byggfukten fra betongen å vandre utover i konstruksjonen og gi oppfuktning der.
- Tette dampsperrer fungerer som en bremse på uttørking av innebygd byggfukt da uttørking innover i varmt sommerklima reduseres. Det er derfor viktig å ha kontroll med at innebygd byggfukt reduseres så mye som mulig.
- Forskjellen mellom dampsperre av 0,15 mm PE-folie og f.eks. 0,8 PVC er i de fleste tilfellene ikke vesentlig. PE-folien er imidlertid tettere.
- Dampsperre av Hygrodiolen kan øke uttørkingsevnen til konstruksjonen vesentlig.
- Isolasjonstykkelsen eller type mineralullisolasjon påvirker uttørkingforløpet i liten grad.
- Lys tekning gir mindre uttørking innover enn mørk.
- Asfalt takbelegg er tettere enn takfolie og gir dermed mindre uttørking utover.
- Sørvendte, hellende tak gir større uttørking innover enn flate eller nordvendte tak.
- Klimaet på Vestlandet gir mindre mulighet for uttørking enn klimaet på Østlandet.

7.0 VALG AV DAMSPERRE PÅ GRUNNLAG AV SIKRE ERFARINGSBASERTE LØSNINGER

Valg av dampsperrøsning i en bygning må foretas ut fra en helhetsvurdering der følgende må inngå:

- Innvendig luftfuktighet og temperatur
- Innvendig trykk under taket
- Type bæresystem
- Uteklima

Luftede tak og kompakte tak er to alternative takutførelser. Utført riktig skal begge gi trygge konstruksjoner. Valg og riktig utførelse av dampsperra er nesten enda viktigere i luftede tak enn i kompakte tak.

Luftede skrå tak inneholder i mange tilfeller trebaserte materialer. Det er derfor viktig med riktig utførelse av både innvendig og utvendig sperresjikt, at alle former for gjennomføringer og tilslutninger er planlagt med tanke på mulig utførelse i praksis, og at luftingen fungerer som forutsatt.

I kompakte tak forutsetter vi at det ikke benyttes råtefarlige materialer med mindre det er utført en grundig fuktteknisk vurdering.

Nedenfor er det vist en måte å finne samlet "risikoklasse" på grunnlag av ovennevnte helhetsvurdering. Man må først finne belastningspoeng fra hver av de fire typer belastningsforhold, for så å finne risikoklasse på grunnlag av sum av belastningspoeng. Nødvendig dampsperrøsning framkommer som et resultat av risikoklassen.

Metoden kan benyttes for såvel kompakte tak som for luftede tak:

- Finn belastningspoeng etter en skala fra 0 - 10 for hver type belastning i henhold til tabell 7.2.
- Finn summen av belastningspoeng.
- Finn risikoklasse. Det er benyttet fem risiko-klasser, R4 er den strengeste og R0 den mildeste.
- Velg type dampsperre og utførelse av dampsperra i henhold til tabell 7.3.

For de fleste tilfeller skulle skjemaet være selvforklarende, eventuelt med støtte fra beregnings-eksemplene. Å finne belastningspoeng for innvendig klima, kan gjøres ved å:

- a) Anslå fuktinnholdet i inneluften på grunnlag av forventet temperatur og RF i dimensjonerende vintersituasjon. Til hjelp der kan benyttes tabell 2.1 og figur 2.2. Innendørs RF kan være vanskelig å anslå og denne måten kan bli noe unøyaktig.

- b) Anslå fuktinnholdet i inneluften som en sum av uteluftens fuktinnhold og forventet fukttilskudd (kfr. kap. 3.1) for bygningstypen. Til hjelp kan tabell 7.1 benyttes. Den bygger dels på undersøkelser og dels på antagelser, og den viser inneluftens fuktinnhold som funksjon av uteluftens laveste månedsmiddeltemperatur, kfr. tabell 7.4 og fukttilskuddet.

Tabell 7.1

Inneluftens fuktinnhold som funksjon av uteluftens laveste månedsmiddeltemperatur og fukttilskuddet for bygningstypen. Laveste månedsmiddeltemperatur hentes fra tabell 7.4.

Laveste månedsmiddeltemperatur Fukttilskudd		0 °C	-5 °C	-10 °C
Ikke noe fukttilskudd	0 g/m ³	4,5	3,0	2,0
Kontorbygg m/tørt innemiljø	2 g/m ³	6,5	5,0	4,0
Skoler, butikker, sykehus, sykehjem, boliger m/tørt innemiljø	4 g/m ³	8,5	7,0	6,0
Forsamlingslokaler, boliger m/fuktig innemiljø	6 g/m ³	10,5	9,0	8,0
Dusj og garderobeanlegg og fuktig industri	9 g/m ³	13,5	12,0	11,0
Svømmehaller m/avfuktingsanlegg og fuktig industri	12 g/m ³	16,5	15,0	14,0
Svømmehaller u/avfuktingsanlegg og svært fuktig industri	≥ 13 g/m ³	> 15	>15	>15

Kommentarer:

- Byggforsk anbefaler alltid at dampsperre legges, selv i risikoklasse R0 (senere bruksendringer kan blant annet være en grunn).
- Dampsperre av PE-folie kan brukes i de fleste vanlige bygninger. Det benyttes tette skjøter og tilslutninger i risikoklasse R2, vanlige løse omlegg kan benyttes i R1.
- En del spesielle bygninger må ha ekstra god dampsperre, her kalt takfuktsperre. Det angir et sperresjikt med bedre mekanisk styrke og også muligheten for sveiste skjøter og tilslutninger. Slik takfuktsperre bør brukes i:
 - trykkerier, vaskerier og annen fuktig industri
 - svømmehaller og garderobeavdeling i idrettshaller
 - i bygninger med overtrykksventilasjon
 - andre bygninger med spesielle fuktbelastninger

Tabell 7.2 DIMENSJONERINGSKJEMA FOR VALG AV DAMSPERRELØSNING

P1 Innvendig klima	P2 Innvendig trykk	P3 Konstruksjon	P4 Utvendig klima	ΣP P1 + P2 + P3 + P4
Poengskala for forventet totalt fuktinnhold i innendørsluften.	Poengskala for forventet innvendig trykk under taket.	Poengskala for konstruksjonens egentetthet.	Poengskala for forventet utendørs temperaturforhold.	Sum belastningspoeng fra de fire belastningsforhold.
Vurderes i henhold til byggets bruk, innvendig temperatur og RF for dimensjonerende vintersituasjon. Til hjelp benyttes tabell 2.1 og fig. 2.2. Eventuelt kan innluftas vandampinnhold hentes direkte fra tabell 7.1.	På bakgrunn av byggets utforming og plassering av åpninger og utettheter, finnes nøytralaksen. Legg til 1 Pa derfra for hver meter opp til taket. Adder til evt. ventilasjonsbasert trykk og finn resulterende trykk rett under taket.	Plasstøpte betongkonstruksjoner vurderes som tette og gis 0-belastningspoeng under forutsetning at den er tørr. Fuktig betong gis samme belastningspoeng som tre-/stålkonstruksjon. Stålkonstruksjoner vurderes som åpne. Mange gjennomføringer i taket: Velg ett poengtrinn høyere.	Laveste utvendige månedsmiddeltemperatur for aktuelt byggested for dimensjonerende vintersituasjon. Kfr. Tabell 7.4 (ref. /10/)	Summen benyttes til å finne risikoklasse. Deretter finnes nødvendig dampsperreløsning.
Poengskala: 0 - 10 P Vandampinnhold Poeng < 4 g/m ³ 0 4 - 8 g/m ³ 2 8 - 15 g/m ³ 5 > 15 g/m ³ 10	Poengskala: 0 - 10 P Vandampinnhold Poeng < 4 Pa 0 0 - 2 Pa 2 2 - 5 Pa 5 > 5 Pa 10	Poengskala: 0 - 10 P Egentetthet i konstr. Poeng Plasstøpt betong, tørr 0 Prefabrikkert betong, tørr 2 Tre-/stål, fuktig betong 5 Tre-/stål-+gj.føringer 10	Poengskala: 0 - 10 P Månedsmiddeltemp. Poeng > 0 °C 0 0 - -5 °C 2 -5 - -10 °C 5 < -10 °C 10	Sum Poengskala: 0 - 10 P

Tabell 7.3 RISIKOKLASSER OG KRAV TIL DAMSPERRE

Risikoklasse	Sum belastningspoeng	Krav til dampsperre
R0	$\Sigma P \leq 5$	Ingen (NB! Framtidige bruksendringer og også andre hensyn gjør at dampsperre likevel anbefales)
R1	$5 < \Sigma P < 12$	0,2 mm PE-folie lagt med 200 mm løse omlegg
R2	$12 \leq \Sigma P < 22$	0,2 mm PE-folie lagt med 200 mm klemte omlegg og utført med tette tilslutninger (klemming, taping, fugemasse)
R3	$22 \leq \Sigma P < 32$	a) Takfuktsperre av asfalt takbelegg minimum av klasse U2 NS 3530 lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger. b) Takfuktsperre av 0,8 mm PVC-folie (evt. annen) lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger.
R4	$\Sigma P \geq 32$	a) Takfuktsperre av asfalt takbelegg minimum av klasse U2 NS 3530 lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger. b) Takfuktsperre av f.eks. 0,8 mm PVC-folie lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger med 0,15 mm PE-folie løst utlagt med løse omlegg i tillegg for å få tilstrekkelig dampmotstand. NB! For $P \geq 32$ anbefales ikke mekanisk innfesting av selve taktekkingen.

Tabell 7.4 Laveste månedmiddelstemperatur oppgitt for en del målestasjoner

Stasjon		Stasjon		Stasjon	
Finmark fylke		Trondheim - Voll	-3,4	Lyngør	-1,1
Alta-Elvebakken	-8,3	Selbu	-4,2	Telemark fylke	
Ingøy	-2,7	Berkåk	-6,5	Gvarv	-6,5
Kistrand	-6,5	Røros	-11,2	Dalen i Telemark	-5,0
Mehamn	-4,9	Møre og Romsdal		Vefall i Drangedal	-5,4
Tana	-9,9	Kristiansund N.	0,9	Jomfruland	-2,0
Rustefjelbma	-11,2	Ørsta	-0,8	Tveitsund	-4,2
Vardø	-5,2	Tafjord	0,1	Buskerud fylke	
Vadsø	-6,9	Runde	2,1	Eggemoen	-7,8
Ekkerøy	-6,3	Ålesund	2,1	Buskerud	-7,7
Kirkenes	-9,8	Ona	2,1	Modum	-6,9
Karasjok	-14,8	Gjermundnes	-0,3	Nesbyen II	-10,9
Kautokeino	-14,4	Åndalsnes	-1,0	Geilo	-9,1
Siccejavre	-14,3	Molde	-0,9	Dagali	-8,2
Troms fylke		Sunnal	-4,5	Lyngdal i Numedal	-7,1
Sandøy i Senja	-1,8	Tingvoll	-2,2	Svene	-8,3
Gibostad	-4,0	Sogn og Fjordane		Kongsberg III	-6,7
Bardufoss	-9,0	Myrdal	-6,4	Oppland fylke	
Sommarøya i Senja	-1,9	Vangsnes	-0,3	Fokstua	-10,4
Dividalen	-9,0	Balestrand	0,1	Dombås	-9,0
Skibotn	-5,8	Fjærland	-3,6	Vågåmo	-9,6
Tromsø	-4,0	Lærdal-Tønjum	-2,7	Vinstra	-10,8
Torsvåg Fyr	-1,2	Leikanger	-0,6	Vollen i Slidre	-10,6
Nordland fylke		Luster Sanatorium	-4,2	Lillehammer II	-9,0
Nordli III	-10,0	Fortun	-5,1	Østre Toten	-7,0
Majavatn	-6,9	Førde i Sunnfjord	-2,2	Hedmark fylke	
Brønnøysund	-0,8	Kinn	1,9	Tynset II	-12,8
Hattfjelldal	-10,1	Brandøy	1,2	Alvdal	-11,2
Skålvær	-0,4	Nordfjordeid	-1,3	Drevsjø	-11,1
Mo i Rana	-6,4	Oppstryn	-1,8	Koppang-Øyset	-11,2
Myken	0,4	Hordland fylke		Rena	-10,5
Glomfjord	-1,4	Indre Matre	0,7	Ytre Rendal	-8,6
Rognan	-7,4	Svandalsflona	-7,2	Trysil	-10,1
Bodø	-2,4	Ullensvang	-0,7	Kise på Hedmark	-6,8
Fauske	-4,0	Kvamskogen	-3,4	Hamar	-8,1
Grøtøy	-0,9	Slirå	-10,0	Flisa	-8,4
Bjørnfjell	-10,6	Voss II	-5,0	Vinger	-7,3
Narvik	-4,2	Bergen	1,3	Skotterud	-6,8
Offersøy	-2,5	Syfteland	-0,8	Akershus fylke	
Skrova	-0,9	Modalen	-2,4	Gardermoen	-6,9
Svolvær	-1,8	Rogaland fylke		Hvam	-6,8
Røst	0,7	Klepp	0,2	Fornebu	-4,6
Eggum	-0,7	Sola	0,4	Asker	-5,2
Bø i Vesterålen	-1,5	Stavanger	0,8	Ås	-5,2
Andenes	-1,5	Sauda	-2,4	Oslo fylke	
Nord-Trøndelag fylke		Skudesnes II	1,3	Tryvasshøgda	-5,6
Meråker	-5,1	Utsira Fyr	1,6	Oslo - Blindern	-4,7
Værnes	-3,4	Vest-Agder fylke		Østfold fylke	
Ytterøy	-2,7	Kristiansand S	-1,3	Rygge	-4,7
Steinkjer	-3,9	Kjevik	-1,9	Råde-Tomb	-4,1
Kjevli i Snåsa	-6,4	Oksøy	-0,3	Kalnes	-4,1
Namsos	-3,0	Mandal II	-1,1	Råde	-4,1
Høylandet	-7,3	Konsmo	-2,6	Brekke Sluse	-4,5
Grong	-5,1	Lista Fyr	0,3	Vestfold fylke	
Nordøyan	0,1	Tonstad	-2,1	Horten	-3,2
Sør-Trøndelag fylke		Aust-Agder fylke		Stokke	-4,2
Vallersund	-0,4	Grimstad	-1,0	Eidsberg	-4,8
Ørland	-0,8	Byglandsfjord II	-3,7		

Regne-eksempel 1

- a) Boligblokk i Oslo, 4. etasje, prefabrikerte betongkonstruksjoner med få gjennomføringer i taket. Balansert ventilasjon. Det er antatt bruk av dampsperre, men hvilke krav bør settes til denne?

Innvendig klima: $P1 = 2p$

Ved dimensjonerende vintersituasjon antas:

- innetemperatur + 23 °C
- innvendig relativ fuktighet 35 %
fig. 2.2 for januar / februar
- Forventet totalt fuktinnhold i inneluften er ca. 7 g/m³. (Tabell 2.2: 23 °C → 20,6 g/m³ ved RF = 100% ⇒ ca. 7 g/m³ ved RF = 35 %)

Eventuell bruk av tabell 7.1 og 7.4:

Laveste månedsmiddel ~ -5 °C / bolig med liten fuktproduksjon ⇒ fuktinnhold ~ 7 g/m³

Innvendig trykk: $P2 = 5p$

Fire etasjer gir ca. 12 m høy bygning. Antar jevn fordeling av utettheter over alle etasjer, men at etasjeskillerne er ganske tette slik at nøytralaksen ligger noe høyere enn byggets halve høyde, f.eks. 8 m over bakken.

Trykket under taket på grunn av termisk oppdrift av luft blir da ca. 4 Pa.

Tillegg for ventilasjonsbasert trykk blir her 0. (Vi er klar over at dette kan variere en del, avhengig av styring og kontroll av anlegget).

Konstruksjon: $P3 = 2p$

Prefabrikerte betongkonstruksjoner → 2 p
Siden det bare er få gjennomføringer vurderes det her ikke nødvendig å gå opp et trinn.

Utvendig klima: $P4 = 2p$

Tabell 7.3 gir for Oslo laveste månedsmiddel - 4,7 °C

Sum belastningspoeng:

$\Sigma P = 2 + 5 + 2 + 2 = 11 p$
som gir riskiklasse R1

Dampsperra kan utføres med 0,2 mm PE-folie med 200 mm omlegg

- b) Samme boligblokk plassert i Bergen:

Innvendig klima: $P1 = 5p$

Ved dimensjonerende vintersituasjon i januar / februar antas:

- innetemperatur + 23 °C
- innvendig relativ fuktighet RF 40 %
- forventet totalt fuktinnhold i luften er ca. 8 - 9 g/m³. (Tabell 2.1: 23 °C → 20,6 g/m³ ved RF = 100 % ⇒ ca. 8,2 g/m³ ved RF = 40 °C)

Eventuelt bruk av tabell 7.1 og 7.4:

Laveste månedsmiddel ~ 0 °C / bolig med liten fuktproduksjon ⇒ fuktinnhold ca. 8,5 g/m³

Innvendig trykk: $P2 = 5p$

Samme vurdering som tilfelle a)

Konstruksjon: $P3 = 2p$

Samme vurdering som tilfelle a)

Utvendig klima: $P4 = 0p$

Tabell 7.3 gir for Bergen laveste månedsmiddeltemperatur + 1,5 °C

Sum belastningspoeng:

$\Sigma P = 5 + 5 + 2 + 0 = 12$
som gir riskiklasse R2

Dampsperra kan utføres med 0,2 mm PE-folie, men det anbefales tette skjøter og tilslutninger ved hjelp av skikkelig klemming samt tape eller fugemasse

Regne-eksempel 2

Svømmehall i Tromsø, 8 meter takhøyde, stålkonstruksjoner i taket med noen gjennomføringer. Klimaanlegg er planlagt slik at luftfuktigheten ikke skal overstige 55 % om vinteren ved innetemperatur på 30 °C.

Hvilke krav skal settes til dampsperrsjiktet?

Innvendig klima: $P1 = 10p$

Tabell 2.1 gir fuktinnhold 30,4 g/m³ ved RF = 100%

som gir fuktinnhold 16,7 g/m³ ved RF = 55 %

Eventuelt bruk av tabell 7.1 og 7.4, gir laveste

månedsmiddeltemperatur -4 °C. Benytter kolonne -5 °C i tabell 7.1 for svømmehaller med avfuktingsanlegg eller klimaanlegg. Det gir fuktinnhold 15 g/m³.

Innvendig trykk: $P2 = 10p$

Antar at utetthetene er plassert ved tyngdepunktet av vinduer ca. 2-3 m over golv. Det gir innvendig trykk under taket $p = 0,43 \cdot (t_i - t_u) \cdot \Delta h = 0,43 \cdot (30 - (-5)) \cdot 5 = 7,5 \text{ Pa}$

Hvis det ikke er innlagt styring og regelmessig overvåking av undertrykks-ventilasjon, er erfaringene at slikt undertrykk ikke skal tas med i beregningene.

Konstruksjon: $P3 = 10p$

Stålkonstruksjon gir liten egenetthet. Selv få gjennomføringer kan gi store luftlekkasjer. For et slikt bygg vil det kanskje her være riktig å velge ett poengtrinn høyere enn konstruksjonen alene skulle tilsi på grunn av luftlekkasjefaren ved gjennomføringene.

Utvendig klima: $P4 = 2p$

Tabell 7.3 gir for Tromsø laveste månedsmiddeltemperatur -3,5 °C.

Sum belastningspoeng:

$$\Sigma P = 10 + 10 + 10 + 2 = 32 p$$

Dampsperra utføres i henhold til krav i risikoklasse R4.

Med god styring og kontroll av klimaanlegget slik at det vinterstid oppnås $RF \leq 50\%$, at undertrykksventilasjon etterstrebes og kontrolleres og at planleggerne så langt som mulig unngår gjennomføringer i tak, vil gjøre at dampsperra kan utføres i henhold til kravene i risikoklasse R3.

8.0 DETALJLØSNINGER

For at konstruksjonene skal ha en sjanse til å fungere som de skal, må:

- konstruksjonsoppbyggingen planlegges på en slik måte at de utførende håndverkere har mulighet til å oppnå en kontinuerlig og lufttett dampsperra.
- konstruksjonene planlegges slik at det innebygges sikkerhet mot utettheter selv om investeringskostnadene øker noe
- det velges løsninger og utførelser som minsker risiko for innbygging av fuktighet (nedbør, byggfukt).

Utetthetene oppstår vanligvis der det ikke blir tett av seg selv, f.eks.:

- ved overgang tak/vegg
- ved gjennomføringer
- rundt innfelte lysarmaturer, m.v.
- i tilslutninger ved hovedbæresystemet, søyler, dragere og mot vinduer
- ved åpne omleggsskjøter i dampsperra
- ved sprang i tak- og veggplanet
- i overganger mellom ulike konstruksjoner
- når omleggsskjøter bare klemmes med panelbord

Figurene i det etterfølgende og på forsiden viser hvordan, og vi angir følgende retningslinjer som må følges hvis en lufttett konstruksjon skal oppnås:

- Plasser hovedbæresystemet, søyler og bjelker i sin helhet, inne i bygningen. Konstruksjonsdelene blir dermed liggende i et stabilt innklima. Varmeisolasjon og dampsperra kan da føres kontinuerlig forbi hovedbæresystemet.
- Bruk ikke tynnere enn 0,15 mm, helst 0,2 mm, plastfolie.
- Betrakt dampsperra mest som et lufttettende sjikt. For de takkonstruksjonene det er mulig, bør skjøtene klemmes med egen klemløst som er festet c/c 150 mm.
- Planlegg med mest mulig plane, ensartede flater uten sprang som krever vanskelig skjøter og splitting av dampsperra.
- Sørg for kontinuitet i dampsperra i overgang mellom yttervegg og tak.
- Unngå punktering av dampsperra. Legg elektriske anlegg, armaturer, kabler, rør, øvrig utstyr, kanaler m.v. åpent på *undersiden* av dampsperra og *ikke gjennom* denne.

Figurene nedenfor viser eksempler på hvordan overgang tak/vegg kan utføres for å gi tilfredsstillende tetting:

Fig. 8.1

Viser mulig føring og klemming av dampsperra der bærende profilerte stålplate i tak er ført fram til innvendig veggliv.

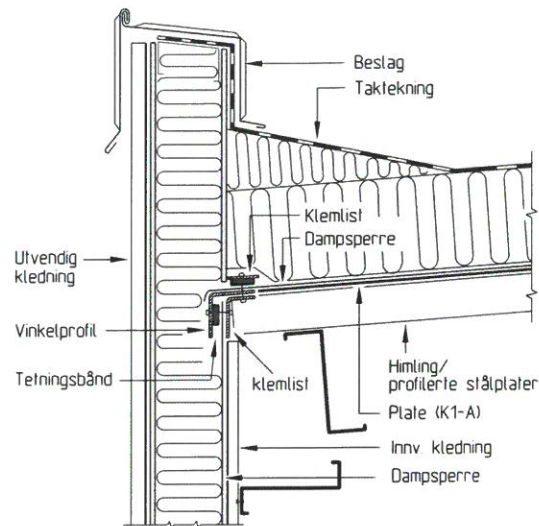


Fig. 8.2

Viser mulig føring og klemming av dampsperra ved overgang fra lavereliggende tak til høy vegg. Det er viktig å få til kontinuerlig tetting mellom dampsperra i det lavereliggende taket og dampsperra i veggen.

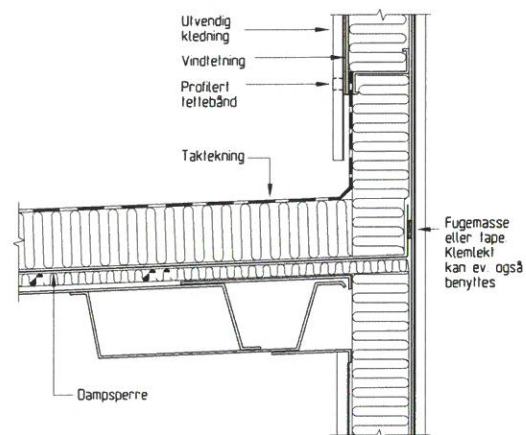
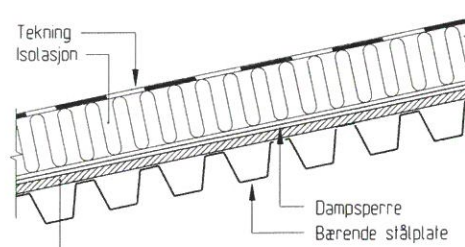


Fig. 8.3

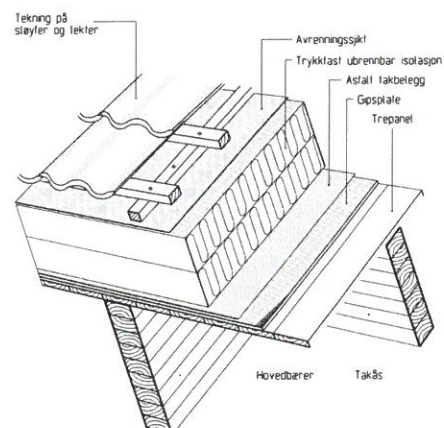
Dampsperrer lagt direkte på profilerte stålplater utført med omleggsskjøter blir sjelden tett. Benytt et hardt og jevnt underlag for dampsperra, trykfast mineralull eventuelt plater klasse K1-A. (Der det er brannteknisk forsvarlig, for eksempel i laveste bygningsbrannklasse, kan trebaserte plater benyttes.) Dampsperra bør ikke legges høyere opp enn 1/4 av den totale isolasjonstykkel.



Benytt en trykfast plate kl. K1-A eller av ubrennbar isolasjon som underlag for dampsperra på profilerte stålplater

Fig. 8.4

Skrått tretak med utenpåliggende isolasjon og tekning. Oppå takets bærekonstruksjon legges et kombinert himling/undertak. På undertaket legges en takfuktsperre av asfalt takbelegg eller takfolie. Takfuktsperra skal fungere som dampsperra og i tillegg som midlertidig tekning inntil værforhold etc. tillater legging av resten av taket. Isolasjonen som benyttes må være trykfast. På topp legges enten en luftet tekning med et avrennings-sjikt under, eller det benyttes en kompakt takløsning med tekningen lagt direkte på isolasjonen. Taktekningen festes mekanisk.



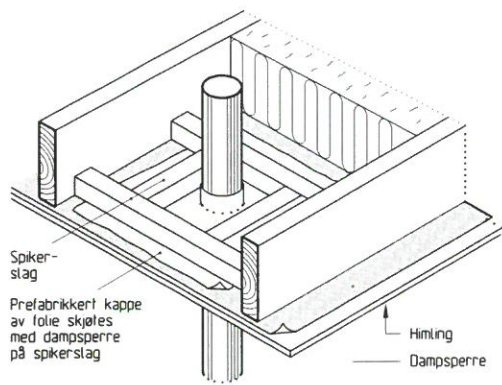


Fig. 8.5
Tetning av dampsperre mot rør ved hjelp av gummikappe

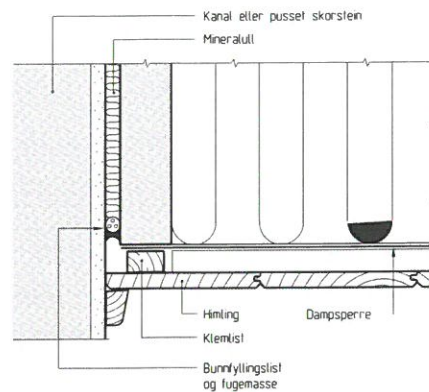


Fig. 8.6
Tetning med mineralull og fugemasse ved tilslutning mot mur eller betongvegg eller rundt pipe

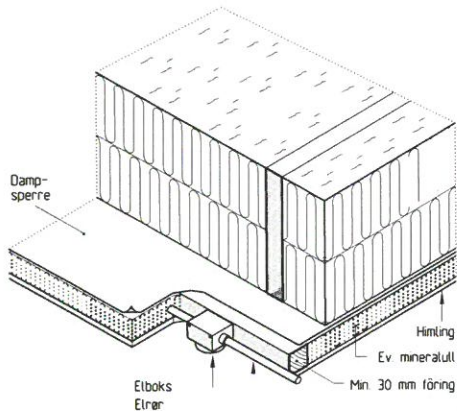


Fig. 8.7
Store luftlekkasjer kan forekomme gjennom og på siden av koblingsbokser som punkterer damsperra. Nedsenket himling slik at el-bokser og el-fôringer kommer under damsperra, vil avhjelpe dette.

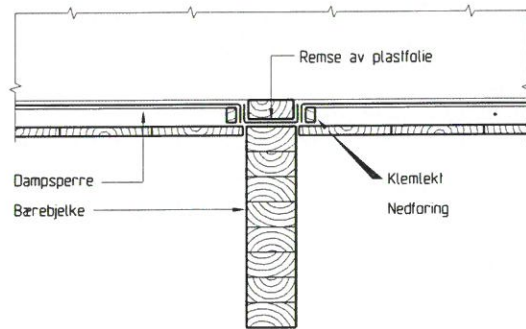


Fig. 8.8
Skjøting av damspere over bærebjelke

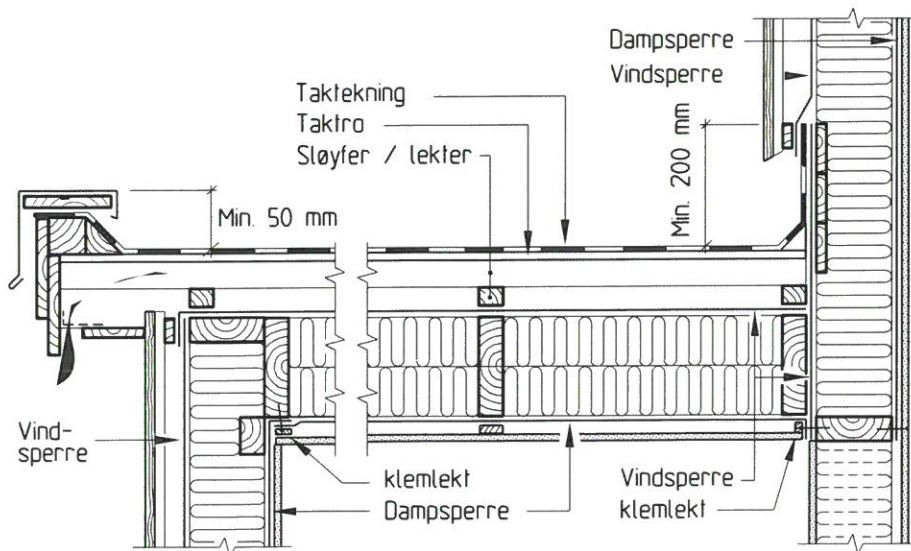


Fig. 8.9
Overgang mellom tak med skrå himling og gavlvegger. Fôring av dampsperre, vindsperre og taktekning.