

Nye energikrav – praktisk utførelse

10 anbefalinger for god vindtetting og fuktsikring

Innledning – nye energikrav i Teknisk forskrift (TEK)

Fra 1. februar 2007 fikk vi skjerpede energikrav i TEK. Det ble samtidig gitt en overgangsordning på 2 ½ år (fram til 1. august 2009) for at næringen skal kunne forberede seg på de nye kravene.

De nye energikravene innebærer behov for atferdsendring i næringen, spesielt hos de utførende. De to viktigste utfordringene er bedre vindtetting og bedre fuktsikringen.

Utfordring 1: Bedre vindtetting

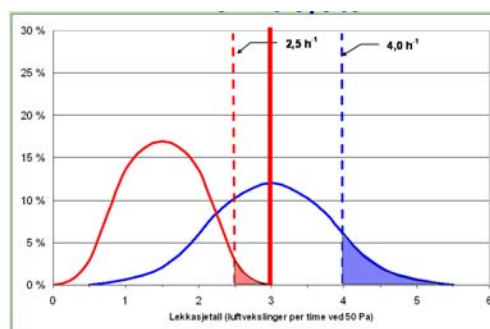
De nye kravene angir 2,5 luftvekslinger per time som lekkasjetallsnivå for småhus og 1,5 luftvekslinger per time for andre bygg¹. Dette nivået er utgangspunktet for omfordeling av varmetap. Samtidig er 3,0 luftvekslinger per time innført som absolutt maksimalverdi. Med luftlekkasjer høyere enn 3,0 luftvekslinger per time vil bygget ikke være godkjent.

Når vi måler lekkasjetallet i et større antall bygg vil det være en spredning i de målte verdiene. Noen bygg vil ha lavt lekkasjetall, andre vil være mer utette. Dette skyldes bl.a. ulik bygningsutforming, valg av konstruksjonsløsninger, tettedetaljer og håndverksmessig utførelse.

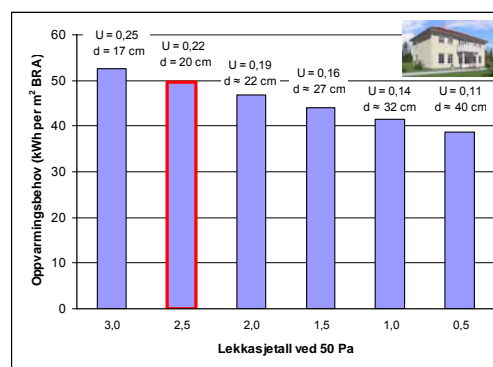
Figur 1 antyder fordelingen av lekkasjetallet i småhus med nye krav (rød kurve) og utgående krav (blå kurve). Snittverdien for nye småhus bør ned mot 1,5 luftvekslinger per time for med noenlunde sikkerhet å ligge innenfor absoluttkravet 3,0 luftvekslinger per time.

Veiledningen til forskriften anbefalte tidligere 4,0 luftvekslinger per time som maksimalt lekkasjetall for småhus. Men det var liten bevissthet omkring betydningen av god vindtetting, og lekkasjetallet ble svært sjelden målt. Erfaring tilsier at gjennomsnittet for nye småhus har ligget rundt 3,0 luftvekslinger per time som indikert med blå kurve i figur 1. En betydelig andel av boligene har hatt høyere lekkasjetall enn den anbefalte maksimalverdien 4,0 luftvekslinger per time.

Vindtettingen har stor betydning for varmetapet og oppvarmingsbehovet. Figur 2 viser hva en forbedring av lekkasjetallet betyr opp mot en forbedring av veggens U-verdi. Beregningene er basert på et småhus i to fulle etasjer og 172 m² BRA, og det er tatt utgangspunkt i en utførelse med 20 cm vegg (U-verdi 0,22 W/m²K) og lekkasjetall 2,5 luftvekslinger per time. Ved å forbedre lekkasjetallet fra 2,5 til 1,0 luftvekslinger per time, reduseres varmetapet like mye som om veggtkjelsen ble økt fra 20 til ca. 32 cm (fra U-verdi 0,22 W/m²K til 0,14 W/m²K).



Figur 1. Lekkasjetall i småhus. Antatt spredning med gamle (blå) og reviderte forskriftskrav (rød)



Figur 2. Endring av lekkasjetallet og tilsvarende endring av veggens U-verdi for å oppnå samme energibesparelse

¹ Lekkasjetallet er definert som antall luftvekslinger i timen ved 50 Pa trykkforskjell over klimaskjermen. Lekkasjetallet måles ved å trykksatte bygget ved hjelp av en vifte. Luftmengdene som går gjennom vifta tilsvarer luftmengdene som strømmer gjennom utetthetene i klimaskjermen. Lekkasjetallet er luftmengdene som passerer vifta ved 50 Pa trykkforskjell, dividert på byggets nettovolum.

Utfordring 2: Bedre fuktsikring

Kravet til god fuktsikring øker med lavenergibyggning. Feil utførelse og manglende fuktkontroll kan føre til fuktskader og tilhørende innklimaproblemer.

For å oppnå et lavt lekkasjetall anbefales uventilerte loftskonstruksjoner hvor hele taket kles inn med et dampåpent undertaksprodukt eller vindsperre. Men uttørkingskapasiteten for slike uventilerte loftsrom vil være dårligere enn for et tradisjonelt ventilert loft. Det er derfor svært viktig med god tetting av innvendige dampsperrsjikt opp mot loft, slik at fuktig luft ikke tilføres loftet gjennom himlingen.

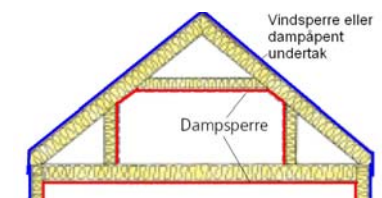
Beregninger utført av SINTEF Byggforsk viser at lekkasjetall mellom to og tre luftvekslinger per time er mest ugunstig med tanke på muggsoppvekst på loftet. Høyere lekkasjetall enn dette gir større luftlekkasjer og mer fukttransport opp til loftet. Samtidig vil de økte luftlekkasjene øke luftskiftet på loftet, og dermed innebære at loftet mer fungerer som et tradisjonelt, luftet loft. Dette reduserer muggvekstpotensialet.

For lekkasjetall lavere enn to reduseres muggvekstpotensialet. I beregningene er det antatt at luftlekkasjene fordeler seg likt over hele klimaskjermen. I virkeligheten kan luftlekkasjene fordele seg mer ujevnt. Om en større andel av luftlekkasjene er lokalisert opp mot loftet, vil fukttilførselen til loftet kunne øke i forhold til antagelsene som beregningene er basert på. Utettheter i himlingen pga. downlights, ventilasjonskanaler og andre gjennomføringer som perforerer dampsperran vil derfor kunne føre til større lufttransport og større muggvekstpotensial på loftet enn byggets samlede lekkasjetall indikerer.

10 anbefalinger om vindtetting og fuktsikring

1. Velg uventilerte loftskonstruksjoner

For å oppnå et lavt lekkasjetall anbefales uventilerte loftskonstruksjoner hvor hele taket kles inn med et dampåpent undertaksbelegg eller vindsperre med maksimal vanddampmotstand (s_d -verdi) 0,5 m. Kravet til vanddampmotstand gjelder som sum for alle sjiktene på vindsperrresiden. Ved flere vindsperrresjikt, må de ytterste sjiktene være mest dampåpne. Sjekk materialdata fra produsenten.



Figur 1.1 Uventilerte loftsrom.

For loftsrom anbefales det å føre isolasjonen langs hele skråflaten.

Eventuelt kan det også isoleres i knevegg og på hanebjelke som vist i figur 1.1. Det er viktig at hele himlingen i den underliggende etasjen er lufttett. Det anbefales å føre dampsperran kontinuerlig over hele himling som vist med rødt i figuren. I midtpartiet, under oppvarmet rom, kan eventuelt dampsperran erstattes med et dampåpent vindsperrresjikt (for eksempel gipsplater), men kravet til vindtetthet må ivaretas.

Uventilerte loftsrom bør bare være tilgjengelig for inspeksjon gjennom inspeksjonsluker. Uventilerte loftsrom skal ikke benyttes som lagerrom, og kunden må informeres om dette.

2. Mål lekkasjetallet

Alle som produserer boliger bør begynne med lekkasjemålinger for å kontrollere utførelsen. Både Systemair AS og Flexit AS tilbyr enkelt måleutstyr som de utførende selv kan bruke til å kontrollere lekkasjetallet.



Figur 2.1. Luftlekkasjemåler (Foto: Flexit AS)

Det er viktig å måle lekkasjetallet i en vindsperrfase, etter at gjennomføringer, takvinduer og pipe er på plass. I denne fasen vil det være enklere å utbedre eventuelle luftlekkasjer, enn når bygget er ferdigstilt. Bygget bør også måles som en kontroll når bygget er ferdigstilt.

3. God lufttetting mot grunnen

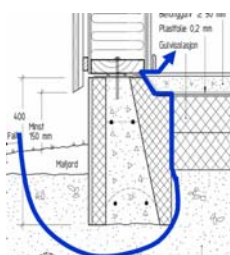
Lekkasjemålinger avdekker ofte betydelige luftlekkasjer mot grunnen. Pukklaget under en bolig vil være relativt luftåpent. Med utettheter i golvkonstruksjonen eller kjellerveggene, vil store luftmengder kunne trekkes inn i boligen.

Et vanlig lekkasjepunkt er manglende tetting i overgangen mellom ringmur og betongplate. Ideelt sett bør fuktsperren under betongplata trekkes opp og klemmes mot dampsperre vegg som vist i figur 3.1, men i praksis blir ofte fuktsperren perforert i forbindelse med utstøping og avrettingen/glatting av betong golvet.

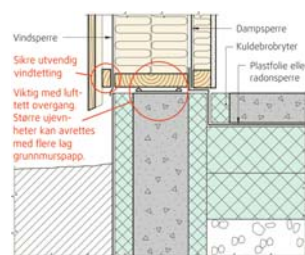
En alternativ løsning kan være å beskytte fuktsperren ved å legge inn en remse med fast isolasjon på innsiden av ringmuren som vist i figur 3.2. Denne remsen vil også virke som en ekstra kuldebrobryter. En annen løsning kan være å føre fuktsperren helt ut, under en bunnsvill, og så rette av betongen mot denne bunnsvillen.

Det må tettes godt rundt alle oppstikk i golvet. Det bør benyttes mansjetter eller tilsvarende for å tette mot fuktsperren. I områder med radon er slike luftlekkasjer fra grunnen spesielt bekymringsfullt. På grunn av skorsteineffekten (varm luft stiger oppover) vil det i fyringssesongen være undertrykk nederst i bygget. Utettheter mot grunnen vil da kunne føre til en kontinuerlig transport av radonholdig jordluft inn i boligen.

For golv på grunnen med lydskillevegg, må lydspalten i betongplata under lydskillevæggen være lufttett slik at fuktig luft ikke trekkes opp fra grunnen. Hulrommet i lydskillevæggen fungerer som en skorstein, og vil kunne trekke fuktig luft opp fra grunnen som kondenserer mot det kalde taket som vist i figur 3.4.



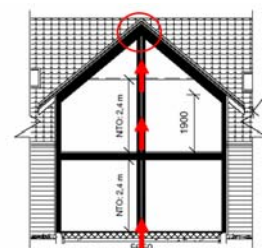
Figur 3.1. Eksempel på luftlekkasje i overgangen mellom ringmur og plate-på-mark (Teknisk Godkjenning 2286, SINTEF Byggforsk)



Figur 3.2 Remse med fast isolasjon på innsiden av ringmuren (Figur: Byggforskserien Byggedetaljer 523.255, SINTEF Byggforsk)



Figur 3.3 Det må tettes godt rundt oppstikk i golvet

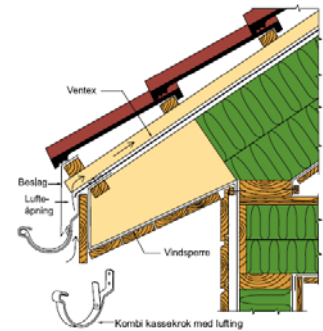


Figur 3.4: Lufttetting av lydspalte i betonggolv

4. God lufttetting i overgang mellom yttervegg og tak

Tilslutningen mellom yttervegg og tak kan være et svakt punkt. Et kontinuerlig vindtettesjikt kan etableres ved å brette vindspærren/undertaket rundt gesimsen og klemme med vindspærre mot vegg. Tilstrekkelig lufting til takflaten kan sikres ved å klosse ut takrennekrokene eller ved å benytte kroker med en bøy.

Alternativ kan takspærrene avsluttes i vegglivet, vindspærren/undertaket føres ned og klemmes mot vindspærren på vegg, hvorefter gesimsskassen bygges ut med løse takutstikk. Med sistnevnte løsning er det viktig å påse at undertaksbelegget føres litt utenfor vegglivet, slik at eventuelt regnvann ledes utenfor kledningen på ytterveggen.



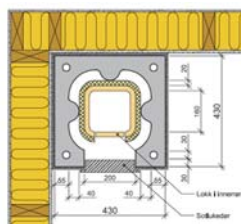
Figur 4.1 Undertak brettet rundt gesimsskassen og klemt mot vindspærre vegg (Figur: Icopal AS)

5. God pussing/poretting av lettklinkerkonstruksjoner

Mangelfull pussing eller poretting av lettklinkerkonstruksjoner kan føre til betydelig luftlekkasjer.

Pipe kan være en kilde til store luftlekkasjer. Piper i lettklinkerblokker er luftåpne om de ikke pusses eller porettes. Vanlig praksis har vært å bare pusse den delen av pipestokken som har vært synlig i rommet. **Pipe skal pusses eller porettes på alle sider**, også der pipa går gjennom etasjeskillere og uventilerte loftsrom. Ved å slemme pipeelementene på pall, vil to sider være ”ferdig” poretting ved montering og kan vende inn mot bakvegg.

I yttervegger av lettklinkerblokker må murkrone og alle vindussmyg pusses eller porettes. Lettklinkervegger må pusses/porettes på begge sider, selv når veggen skal kles innvendig med bindingsverk. **Det skal aldri bygges videre på en lettklinkerkonstruksjon som ikke er tilfredsstillende pusset eller poretting.**



Figur 5.1 Pipe må pusses/porettes i hele pipeløpet, også på sidene som vender inn mot bakvegg (Figur: maxit AS)



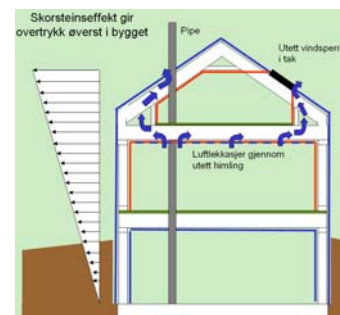
Figur 5.2 Eksempel på feil utførelse hvor man har bygget videre på en upusset lettklinkervegg.

6. God lufttetting mot loft og takkonstruksjon

På grunn av skorsteinseffekten, varm luft stiger oppover, vil det kunne være overtrykk i øvre del av bygget når det er kaldt ute. Det er derfor ekstra viktig å sørge for god tetting av dampspærren mot tak og loft, ellers kan store mengder varm, fuktig inneluft transporteres opp i takkonstruksjonen, kondensere og forårsake fuktskader.

Et vanlig lekkasjepunkt er downlights som perforerer innvendig tettesjikt i tak og etasjeskiller.

Utilfredsstillende tetting rundt downlights kan forårsake store luftlekkasjer opp i takkonstruksjonen, med påfølgende kondensering og fuktskader. Det frarådes å benytte downlights som perforerer dampspærresjiktet i takkonstruksjonen eller det innvendige tettesjiktet mot loftsrom. Skal det være downlights, anbefales det å benytte inntrukket tettesjikt og lavtbyggende downlightskasser som ikke perforerer tettesjiktet.



Figur 6.1. A-takstoler med utett himling. Overtrykk i øvre del av bygget gir luftlekkasjer opp gjennom utettheter i himling og videre opp i takkonstruksjonen, med påfølgende risiko for kondens og fuktskader.

7. Tetting rundt gjennomføringer

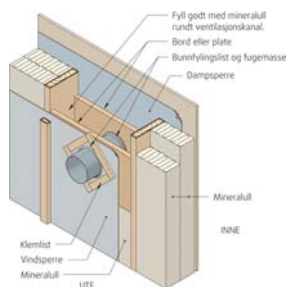
Lekkasjemålinger avdekker ofte betydelige lekkasjepunkter knyttet til gjennomføringer i klimaskjermen. Antall elektriske trekkerør, vannrør, lufterør og ventilasjonskanaler som perforerer damp- og vindsperre bør begrenses mest mulig. Tillufts- og avtrekkskanaler bør føres på innsiden av dampsperrsjiktet, slik at kun avkast- og tilluftskanalene går gjennom klimaskjermen.

Alle gjennomføringer i klimaskjern må planlegges på forhånd slik at det kan tilrettelegges for god tetting. Planleggingen må skje i samråd med elektrikere, rørleggere og ventilasjonsmontører. Figur 7.1 viser eksempel på hvordan det kan tettes rundt gjennomføringer. Alternativt finnes det også mansjetter og tapeprodukter som kan brukes.

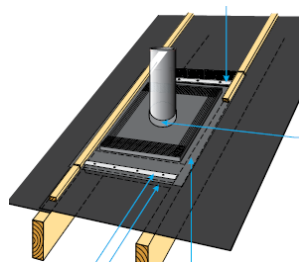
Elektriske trekkerør må også tettes inne i selve røret. En vanlig bolig vil ha en ”spagetti” av trekkerør for el-kabler fra sikringsskapet. Mange av rørene går ut gjennom klimaskjermen til utelys, stikkontakter, ringeklokke osv. Under lekkasjemålinger blåser det ofte friskt inne i sikringsskapet på grunn av luft som transporteres gjennom trekkerør og hovedinntaksrør.

Luften kan gå lange veier fra den kommer inn gjennom utettheter i vindsperresjiktet, til den trenger gjennom det innvendige tettesjiktet (dampsperre). Interne sjakter for tekniske installasjoner (kanaler, rør) kan i den forbindelse være en transportvei for luften. Det må sikres at luft ikke ledes gjennom slike sjakter.

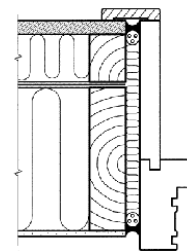
Rundt vinduer og dører anbefaler SINTEF Byggforsk som hovedregel å benytte bunnfyllingslist og fugemasse som tetting, selv om også løsninger med fugeskum, klemming av papp, remser og taping kan gi fullgodt resultat.



Figur 7.1. Eksempel på tetting rundt gjennomføringer (Figur: Byggforskserien Byggdetaljer 523.255, SINTEF Byggforsk)



Figur 7.2. Eksempel på gjennomføringsmansjetter (Figur: Icopal)



Figur 7.3 Tetting med bunnfyllingslist og fugemasse (Figur: Byggforskserien Byggdetaljer 523.701, SINTEF Byggforsk)

For å redusere varmetapet bør utvendig karm monteres tilnærmet jevnt med vindsperresjiktet, gjerne så langt inn at vindusbeslaget går akkurat opp i sporet i underkant av vinduet. På denne måten reduseres varmetapet fra vinduet med ca 10% i forhold til en mer tradisjonell løsning hvor vinduet trekkes 4-5 cm utenfor vindsperresjiktet.

8. Tørre materialer og tett bygg raskest mulig

Byggematerialer må lagres tørt og beskyttet mot nedbør. Materialer bør plasseres slik at fukt fra grunnen ikke kan fukte dem opp.

Råbygget bør tettes raskest mulig. Bygging under telt er fordelaktig da dette begrenser fuktbelastningen vesentlig.

Forenklete undertaksprodukter skal ikke stå utildekket over lengre tid. Takteking må derfor monteres raskest mulig etter at undertaket er på plass.



Figur 8.1 Bygging under telt gir god fuktsikkerhet

9. Måling av fuktinnhold i trevirke før innkledning

Økte isolasjonstykkelse gir mer treverk i vegger, tak og golv. Dette treverket må være tilstrekkelig tørt før konstruksjonen kles igjen innvendig. Med nye lavenergikonstruksjoner blir det enda viktigere å kontrollere fuktinnholdet på korrekt måte før innløgning.

Fuktinnholdet skal måles dypt inne i treverket, og ikke bare i overflaten. Det anbefales å bruke en elektrisk fuktmåler med hammerelektrode som gjør at målepiggene kan drives godt inn i treverket. Flere som har begynt å bruke hammerelektroder har fått seg en overraskelse når de måler høyere fuktnivå enn tidligere.

For å påskynde uttørkingen kan det benyttes roterende avfuktere som trekker fuktighet ut av luften. Bruk av slike avfuktere betinger et tett vindsperresjikt.

Når treverket er tilstrekkelig tørt, kan isolasjonsarbeidet påbegynnes. Dampspærre må monteres umiddelbart etter montering av isolasjonen og før oppvarming av bygget. Hvis isolerte konstruksjoner står utildekket, vil fuktig luft kondensere mot vindsperresjiktet.



Figur 9.1 Elektrisk fuktmåler og hammerelektrode

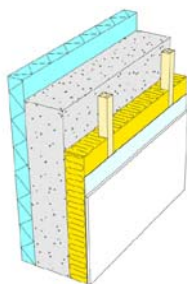


Figur 9.2 Eksempel på roterende avfukter (Foto: F-Tech AS)

10. Utvendig isolering av grunnmurer

Utvendig isolering anbefales som hovedregel for yttervegger mot terreng. Minimum 1/3 av samlet isolasjonstykkelse skal være på utsiden, også over terrengnivå. Dette innebærer at betong- og lettklinkerkonstruksjoner må isoleres på utsiden, alternativt at det benyttes mur- og betongvegger med kerneisolering (eksempelvis Leca Isoblokk).

Ringmurer bør også utføres med utvendig isolering, alternativt at det benyttes prefabrikkerte ringmurselementer som ivaretar dette.



Figur 10.1 Yttervegg mot terreng skal ha minimum 1/3 av samlet isolasjonstykkelse på utsiden av veggen, også over terreng (Figur: Glava AS)



Figur 10.2 Eksempel på ringmurselement (Foto: Jackon AS)